



Università degli Studi di Cagliari

**DOTTORATO DI RICERCA  
IN ECONOMIA**

Ciclo XXVIII

Eterogeneità delle preferenze in ambito energetico-ambientale.

Modelli di scelta e Posterior Analysis

Settore scientifico disciplinare di afferenza

SECS-P/06

Presentata da: Giuseppe Deroma

Coordinatore Dottorato Prof. Romano Piras

Tutor Prof.ssa Elisabetta Strazzera

|   |           |
|---|-----------|
| <b>SINOPSI.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>CAPITOLO 1</b>   |           |
| <b>LE PREFERENZE DEGLI INDIVIDUI: REVIEW DELLE TEORIE DI SCELTA E DEI METODI DI ANALISI ECONOMETRICA.....</b>           | <b>3</b>  |
| 1.1 Teoria delle scelte .....   | 3         |
| 1.2 Il metodo di analisi .....  | 15        |
| <b>CAPITOLO 2</b>   |           |
| <b>LE SCELTE DEGLI INDIVIDUI NEI RUOLI DI CONSUMATORE E DI CITTADINO</b>  |           |
| <b>UN APPROCCIO CON POSTERIOR ANALYSIS SULLE SCELTE INDIVIDUALI IN AMBITO DI EFFICIENZA ENERGETICA .....</b>            | <b>28</b> |
| 2.1 Introduzione .....  | 28        |
| 2.2 Analisi della letteratura .....   | 30        |
| 2.3 Il caso studio.....   | 34        |
| 2.4 L'analisi econometrica.....   | 39        |
| 2.5 Conclusioni .....   | 52        |
| <b>CAPITOLO 3</b>   |           |
| <b>METODOLOGIE DI ANALISI DELLE PREFERENZE: APPROFONDIMENTI DI INDAGINE POST-ESTIMATION A LIVELLO INDIVIDUALE .....</b> | <b>53</b> |
| 3.1 Introduzione .....  | 53        |
| 3.2 Il caso studio.....   | 56        |
| 3.3 I risultati dei modelli.....  | 60        |
| 3.4 La Posterior Analysis nei diversi modelli .....   | 64        |
| 3.5 Conclusioni .....   | 73        |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>  | <b>74</b> |
| <b>APPENDICE .....</b>  | <b>85</b> |

# SINOPSI

---

La comprensione dei meccanismi di scelta degli individui è un argomento di rilevanza strategica non solo nelle analisi di mercato relative alle decisioni di offerta dei beni privati, ma anche per la corretta definizione di politiche pubbliche orientate all'offerta di beni pubblici o ad altri interventi di regolazione del mercato.

Questo lavoro di tesi si propone di affrontare la materia con un focus sulle preferenze degli individui relative a sistemi di efficienza energetica e a politiche pubbliche energetico-ambientali.

Il primo capitolo propone gli elementi necessari a sviluppare le analisi empiriche realizzate nei due capitoli successivi. Viene innanzitutto riportata una review dei modelli teorici che, nella letteratura dei diversi rami delle scienze sociali, hanno trattato le preferenze degli individui e provato a spiegare i meccanismi decisionali che ne guidano le scelte. La parte teorica è seguita dalla review dei metodi sviluppati per studiare in maniera empirica tali preferenze: vengono così presentati i choice experiments e vari modelli econometrici che, sulla base di ipotesi e specificazioni diverse, mirano a estrarre il maggior contenuto informativo possibile dalle scelte degli individui. Viene inoltre descritta la Posterior Analysis, strumento di indagine applicabile ai parametri individuali stimati attraverso tali modelli.

Il secondo capitolo costituisce invece un'indagine sui comportamenti di scelta degli individui in un contesto, come quello ambientale, in cui è plausibile che le preferenze si rivelino diverse a seconda del ruolo rivestito al momento della scelta. L'analisi parte da uno studio con choice experiments in cui gli individui sono chiamati ad effettuare delle scelte relative a sistemi di risparmio energetico prima in qualità di consumatori privati e poi in qualità di cittadini. La Posterior Analysis condotta sui risultati del modello Random Parameter Logit mira non solo a verificare la coerenza delle scelte individuali nei due contesti, ma anche a ricercare evidenza empirica delle teorie di scelta suggerite dalla letteratura.

Nell'ultimo capitolo viene realizzata un'indagine metodologica incentrata sugli strumenti econometrici di Posterior Analysis più adeguati ad identificare la (eventuale) variabilità delle

preferenze degli individui. In particolare vengono proposte specificazioni di modelli di analisi relativamente semplici (Latent Class e Random Parameter Logit Model), che vengono confrontate con un modello più elaborato (RPLM con eterogeneità nelle medie). Lo scopo è quello di indagare se per analizzare al meglio l'eterogeneità delle preferenze sia necessario utilizzare un modello complesso (e potenzialmente costoso in termini computazionali) o se la Posterior Analysis condotta su specificazioni più snelle sia in grado di restituire un'informazione qualitativamente simile.

# CAPITOLO 1

## Le preferenze degli individui Review delle teorie di scelta e dei metodi di analisi econometrica

---

### 1.1 Teoria delle scelte

Economia, psicologia, sociologia, antropologia e altre scienze sociali affrontano il comportamento umano in contesti diversi e talvolta specifici, definendo approcci teorici e terminologia. Le teorie formulate nei diversi campi sono molteplici e alcune di queste sono state sviluppate attraverso un focus specifico verso la comprensione del comportamento degli individui in ambito ambientale. Brewer e Stern (2005) sottolineano come soprattutto in ambito di utilizzo energetico e tutela dell'ambiente sia importante per chi fa ricerca e per chi progetta un intervento pubblico comprendere i meccanismi di decisione degli individui. L'argomento merita perciò un approfondimento e questo lavoro di ricerca non può prescindere da una review delle teorie che studiano tali scelte.

#### **Rational Choice Model**

Il *Rational Choice Model* (Becker, 1976; Elster, 1986; Friedman ed Hechter, 1990; Homans, 1961) costituisce necessariamente il punto di partenza, in quanto buona parte degli studi economici tradizionali sul comportamento di scelta degli individui si basano su questo modello.

Alla base di questa teoria vi è l'idea che il comportamento umano sia un processo continuo di deliberazione di scelte tra diverse opzioni di azione e che gli individui pesino i benefici e i costi attesi di ogni azione, in modo da poter scegliere quella che assicura il maggior beneficio o il minor costo. L'individuo, unità cardine del modello, stabilisce quali sono i costi ed i

benefici di un'alternativa attraverso un set di aspettative relative agli *outcome* di ogni scelta e una valutazione di tali *outcome*. È per questo motivo che spesso in letteratura il modello viene definito “*expectancy-value*” model (Fishbein, 1973). Il valore associato ad un outcome è l'utilità di quell'outcome, interpretabile come la soddisfazione totale che un individuo ottiene da una determinata opzione, come ad esempio da un'azione o dal consumo di un bene o di un servizio. Il concetto di utilità è fondamentale, in quanto introduce lo strumento utilizzato per misurare le preferenze che gli individui esprimono verso opzioni differenti.

La teoria delle scelte razionali del consumatore si basa su alcuni assiomi relativi alle sue preferenze (Mas-Colell et al., 1995):

- a) il consumatore affronta un insieme di scelte alternative;
- b) completezza delle preferenze, per cui il consumatore ha preferenze ben definite per ogni possibile coppia di alternative: il consumatore preferisce A rispetto a B, B rispetto ad A oppure è indifferente tra le due;
- c) transitività, per cui se un consumatore preferisce A rispetto a B e B rispetto a C, allora necessariamente preferisce A rispetto a C; allo stesso modo, se è indifferente tra A e B e tra B e C, è necessariamente indifferente anche tra A e C;
- d) il consumatore sceglie l'alternativa maggiormente preferita.

Sulla base di questi assiomi e dato un determinato vincolo di bilancio, secondo la Rational Choice Theory l'individuo sceglie il bene, o in generale l'opzione, che massimizza la propria utilità. La scelta perciò risulta essere quella che, tenuto conto dei fattori esterni che l'individuo non può controllare, lo aiuta maggiormente a raggiungere i propri obiettivi.

Le decisioni basate sull'utilità insistono dunque sulla valutazione dei diversi *outcome* da parte dell'individuo, che agisce perciò egoisticamente in funzione del proprio interesse. *L'homo oeconomicus* sa cosa vuole, le sue preferenze possono essere espresse in forma matematica e le sue scelte sono guidate da calcoli razionali, con l'unico obiettivo di ottenere l'utilità massima possibile, che a livello aggregato si traduce in un approccio tipicamente utilitaristico. Non c'è spazio per considerazioni etiche, per l'emotività o per condizionamenti esterni: anche se potrebbero agire altruisticamente, soprattutto verso familiari e amici più stretti, la motivazione primaria degli “Econs” definiti da Thaler (2016) resta il proprio interesse. Se invece si riconosce che anche tali elementi possono fornire un contributo all'utilità dell'individuo, allora diventa possibile considerare razionali anche comportamenti che

apparentemente non lo sono. Il premio Nobel Becker (1976, 1981) ad esempio elabora il concetto di capitale umano per comprendere comportamenti umani apparentemente non-economici come il divorzio.

### **Critiche alla RCT**

La *Rational Choice Theory* viene messa in discussione quando i comportamenti degli individui hanno delle implicazioni morali o sociali. L'evidenza empirica suggerisce che solo pochi comportamenti pro-ambiente sono guidati da un fine puramente egoistico, mentre sembra evidente l'influenza di orientamenti altruistici, pro-sociali e valori biosferici su tali comportamenti. Secondo Shogren et al. (2010) le politiche ambientali sarebbero più efficaci se gli individui venissero trattati non come gli "econs" di Thaler (2016) o "econobots" ma come "eco-humans", ammettendone la razionalità limitata, l'interesse personale limitato e la forza di volontà limitata; in questo modo, considerare l'elemento sociale contenuto nelle preferenze potrebbe permettere di creare gli incentivi adatti.

L'integrazione tra le idee della psicologia e i concetti della microeconomia è il risultato della ricerca svolta dagli economisti comportamentali. Il Rational Choice Model si fonda su tre assiomi che riguardano la razionalità della scelta, l'individuo come unità di analisi e l'obiettivo di massimizzazione del proprio interesse. Le principali critiche rivolte al modello attaccano proprio la validità di tali assiomi e sono supportate da una vasta evidenza sperimentale e sul campo che attesta come le scelte degli individui, di fatto, spesso non siano razionali. Nei casi di incongruenza temporale, *framing*, *reference dependance* e razionalità limitata, son appunto violati uno o più assiomi, caratterizzando così situazioni di irrazionalità.

Come esposto da Loewenstein e Prelec (1992), gli individui spesso mostrano preferenze che sono inconsistenti nel tempo: diversi studi empirici e sperimentali evidenziano infatti che, nel massimizzare la propria utilità presente e futura, gli individui non usano un tasso di sconto intertemporale costante e tendono a scegliere in maniera lungimirante quando costi e benefici sono futuri, mentre quando alcuni di questi ricadono nell'immediato, le scelte si rivelano avventate (Camerer e Loewenstein, 2004).

Gli effetti del *framing*, ovvero di tutti gli elementi che definiscono una decisione, dimostrano che le scelte degli individui non sono fisse ma che possono subire l'influenza di come le alternative, gli attributi, gli *outcome* o le probabilità legate alla decisione vengono presentati al decisore (Keeney, 1992). Anche la propensione all'informazione può influenzare la scelta a

causa degli effetti del framing, dal momento che mentre alcuni individui ricercano ed elaborano gli elementi necessari per scegliere, altri tendono a rimanere legati all'informazione che già possiedono (Tversky e Kahneman, 1974). In generale l'opzione legata allo status quo risulta spesso preferita (Baron, 2004). Dipendere da un punto di riferimento può quindi determinare delle distorsioni, in quanto gli individui rischiano di valutare non gli outcome, bensì le differenze rispetto al loro riferimento, che dipende dalle loro aspettative iniziali. È in quest'ottica che Kahneman et al. (1991) parlano di endowment effect, per il quale una persona che è disposta a cedere un bene che possiede per un ammontare (willingness to accept- WTA) superiore a quello che sarebbe disposta a pagare per acquistare (willingness to pay – WTP) lo stesso bene quando non lo possiede. Tale gap tra WTA e WTP contrasta con l'approccio economico tradizionale, per il quale la dotazione iniziale non dovrebbe influenzare le valutazioni al di là della differenza nella utilità marginale, ed è proprio in ragione di tale fenomeno empirico che sono stati sviluppati gli approcci reference-dependence tra cui la Prospect Theory di Kahneman e Tversky (1979 e 1992).

Per poter massimizzare la propria utilità, gli individui devono acquisire informazioni, elaborarle e confrontare gli outcome delle diverse alternative. Secondo Simon (1956), le persone normali, nella vita di tutti i giorni, non sono in grado di elaborare tutta l'informazione in modo da scegliere in quella che viene definita "maniera razionale". Si parla perciò di razionalità limitata, sia da fattori esterni che da fattori psicologici, in quanto lo stesso modo in cui gli individui elaborano tale informazione può essere imperfetto a causa di un limite cognitivo che si ripercuote sulla scelta finale. Gli agenti possono scegliere non di ottimizzare rispetto a tutte le possibili alternative, ma di scegliere la prima soluzione accettabile, che li rende abbastanza soddisfatti (da qui il termine "*satisficing*"). Al fine di ridurre la complessità del processo di elaborazione, gli individui possono abbandonare l'obiettivo di massimizzazione dell'utilità e utilizzare delle regole o affidarsi ad un procedimento euristico (Gigerenzer e Todd, 1999). Rientrano in tali comportamenti: i "*satisficing heuristics*", con cui l'individuo si accontenta della prima soluzione soddisfacente; i "*recognition heuristics*", con cui si sceglie sulla base di elementi familiari, come la ripetizione della scelta precedente; "*elimination heuristics*", con cui vengono eliminate le alternative con i peggiori *scores* relativi ad un attributo; "*availability heuristics*", con cui la scelta viene influenzata in favore dell'informazione immediatamente disponibile o particolarmente convincente.

Anche le emozioni possono avere ripercussioni sulle scelte degli individui: nella vita di tutti i giorni infatti gli individui prendono decisioni sulla base di stati emotivi che sono il risultato di



risposte innate e di comportamenti appresi e rinforzati nel tempo. La critica più rilevante mossa verso la RCT riguarda l'idea che, nella realtà, gli individui agiscano solo ed esclusivamente nel proprio interesse. Akerlof e Kranton (2000) sottolineano come spesso gli individui adottino comportamenti che, anche a costo di non massimizzare la propria utilità, preservano la propria identità e l'idea di sé. Frank (1988) suggerisce come i sentimenti morali abbiano un ruolo nelle decisioni umane dato che spesso, nei nostri comportamenti, ci dimostriamo altruisti, investendo tempo ed energie in favore di altri, talvolta anche sconosciuti. Non solo, anche i sentimenti negativi come la vendetta possono portare gli individui a scegliere comportamenti che non mirano a massimizzare l'utilità personale. Lo psicologo evoluzionista Wright (1994) offre una spiegazione razionale, ipotizzando che una serie di meccanismi genetici, come la selezione parentale o l'altruismo reciproco, guidino sia i comportamenti altruistici che quelli malevoli. Questa interpretazione però può essere considerata verosimile solo in relazione ad alcuni comportamenti altruistici e non può, ad esempio, spiegare i comportamenti pro-ambiente. Per questo la razionalità può essere ripristinata introducendo nella funzione di utilità individuale il beneficio legato al compimento di azioni in favore di altri: il comportamento altruista finisce così per incrementare, egoisticamente, l'utilità individuale.

Alla luce di tali considerazioni, è opportuno considerare quali sono i principali modelli proposti dalla psicologia sociale al fine di superare le criticità della teoria economica "tradizionale" ed integrare elementi psicologici e sociali nel processo decisionale.

### **Planned Behaviour Theory**

La *Planned Behaviour Theory* (Ajzen e Madden 1986, Ajzen 1988, 1991) descrive l'intero procedimento di scelta dell'individuo, dalla formazione delle convinzioni all'effettivo comportamento finale. Secondo questa teoria, il comportamento è predetto dall'intenzione degli individui di realizzarlo e tale intenzione è determinata:

- dagli orientamenti (*behavioural beliefs*) generati dalle loro convinzioni rispetto a una scelta e alla valutazione dell'intensità del relativo outcome;
- dalle norme soggettive (*normative beliefs*), ovvero convinzioni sulla approvazione/disapprovazione di referenti importanti a cui si ricollega la motivazione nell'assecondare tali aspettative. Si traducono in una pressione sociale percepita

dall'individuo, sotto forma di norme soggettive che ne possono influenzare il comportamento;

- dai controlli comportamentali (*control beliefs*), ovvero convinzioni sulla presenza di fattori di controllo (es. soldi) e sull'intensità percepita di tali fattori (es. l'importanza dei soldi) che potrebbero facilitare o impedire l'attuazione di un determinato comportamento.

In generale, più sono favorevoli le attitudini e le norme soggettive e maggiore è il controllo percepito, più l'individuo sarà intenzionato ad attuare un determinato comportamento.

La *Planned Behaviour Theory* è stata largamente applicata in vari contesti come il consumo di alcool e tabacco, scelte alimentari, comportamenti sessuali, donazioni di sangue, controlli medici e altri (Glassman et al., 2010; Fila e Smith, 2006; Hyde et al., 2013). Anche in campo ambientale il modello viene utilizzato per comprendere i comportamenti relativi al riciclo, alle scelte dei mezzi di trasporto, al consumo di energia e alla conservazione dell'acqua (Tonglet et al., 2004; Heath et al., 2002; Mei-Fang, 2015; San-Pui, 2006). Gli studi che testano empiricamente la *PBT* e altri modelli che richiamano gli orientamenti o le convinzioni, utilizzano un approccio di tipo psicologico, mediante questionari che mirano a far emergere costrutti per l'appunto psicologici.

I risvolti in ambito sociale sono diversi. Ad esempio le teorie sociali di *self-efficacy* studiano come gli individui pensano di poter interagire con i fattori, legati al contesto, che possono influenzare il comportamento di scelta. Nel campo delle scienze delle comunicazioni si analizza come i diversi canali di comunicazione, come i mass-media o il passaparola, influenzino i vari livelli del processo di *decision making*.

### **Value-Belief-Norm Theory**

La teoria *value-belief-norm (VBN)* di Stern (2000) e Stern, Dietz, Abel, Guagnano e Kalof (1999) si propone di fornire uno strumento per spiegare il supporto pubblico ai movimenti ambientalisti, in maniera coerente con la ricerca in campo ambientale e gli approcci teorici sviluppati per spiegare i movimenti sociali. Secondo Stern i processi decisionali che portano un individuo a supportare, a piccoli passi, un movimento, dovrebbero essere logicamente coerenti con il processo che conduce all'attivismo e la VBN sembra

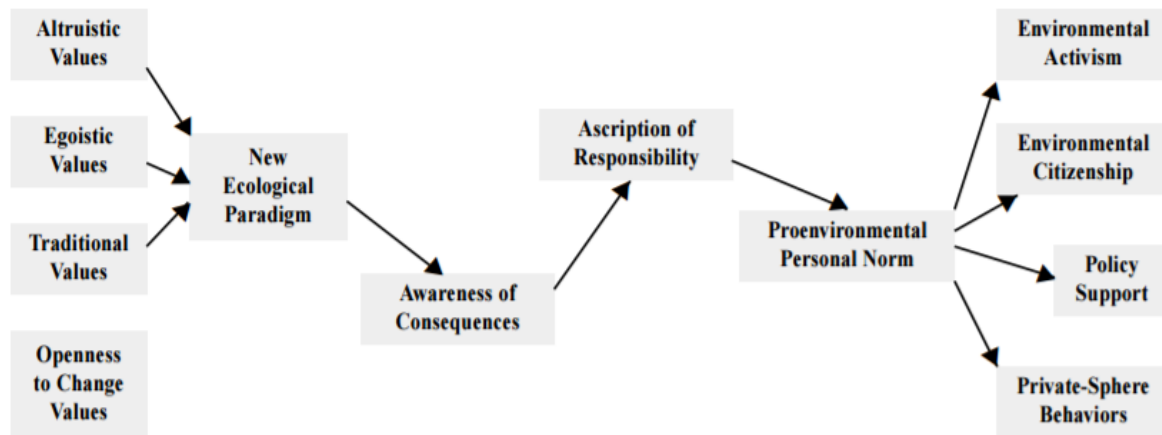
abbastanza coerente con gli elementi chiave sottolineati dalla letteratura esistente in tema di attivismo.

La VBN mette in relazione tre teorie:

- Attivazione delle Norme Morali, sviluppata da Schwartz (1973, 1977) e applicata con successo ai comportamenti pro-ambiente. Secondo tale teoria dell'altruismo, le azioni in favore dell'ambiente costituiscono la risposta a norme morali personali che si attivano nelle persone consapevoli che le condizioni ambientali possono rappresentare una minaccia per le altre persone, per le altre specie o per la biosfera (*awareness of consequences* – AC) e che le proprie azioni possono limitare tali conseguenze (*ascription of responsibility to self*- AR);
- Valori Personali: sulla base dei “*value orientations*” postulati da Stern, Dietz e Kalof (1993), vengono considerati due valori fondamentali in campo ambientale, ovvero l'altruismo e l'egoismo, che corrispondono ai valori di *Self-Transcendent* e *Self-Enhancement* descritti da Schwartz, insieme ai valori di Conservazione e Apertura al Cambiamento, formulati dallo stesso Schwartz.
- New Ecological Paradigm (NEP), in base al quale il comportamento umano ha conseguenze negative su una biosfera fragile (Dunlap e Van Liere 1978, 1984; Dunlap et al. 1992). Tale teoria misura, attraverso una scala di valori, la consapevolezza delle generali conseguenze negative delle condizioni ambientali, differenziandosi dal modello di attivazione delle norme di Schwartz che usa invece misure relative a specifici problemi.

Tali teorie nella VBN sono connesse attraverso una catena causale di cinque variabili: valori (specialmente altruistici), NEP, convinzioni AC, convinzioni AR e norme personali per comportamenti pro-ambientali. Tale catena parte da elementi della personalità abbastanza stabili e centrali e da una struttura di convinzioni, coinvolge credenze più specifiche relative ai rapporti uomo-natura, le minacce ad elementi di valore e la responsabilità per le azioni, e attiva così un senso di obbligo morale che porta ad agire in favore del raggiungimento degli obiettivi di un movimento. Ciascun elemento della catena, oltre ad influenzare direttamente il successivo, può influenzare direttamente anche gli elementi più lontani.

**Figura 2.1** – La catena nella VBN Theory



da Stern, Dietz, Abel, Guagnano e Kalof, 1999

La VBN è stata ripresa in letteratura da più autori: Fransson e Biel (1997) sottolineano come le convinzioni che ogni individuo ha sul cosa è giusto fare per avere un'opinione positiva di sé influenzino i comportamenti attraverso l'attivazione delle norme morali, mentre Thøgersen, (2006) pone l'accento su come tali convinzioni derivino da valori interiorizzati. Akerlof e Kranton (2000), pur non parlando direttamente di VBN, argomentano come l'ansietà di violare delle proprie regole comportamentali "interiorizzate", danneggiando così l'idea di sé, possa influenzare la decisione degli individui. Dal punto di vista empirico emerge come i valori legati all'altruismo, sia nei confronti del genere umano che verso l'ambiente, insieme a forme di *self-enhancement* e di egoismo contribuiscano a spiegare diverse forme di comportamenti in favore dell'ambiente (Poortinga, Steg e Vlek, 2004; Black, Stern e Elworth, 1985; Stern, Dietz, Abel, Guagnano e Kalof, 1999).

Tuttavia, non sempre i valori altruistici hanno una effettiva influenza sulle scelte: ciò avviene soprattutto in contesti in cui gli individui percepiscono il proprio comportamento come irrilevante, oppure che richiede un sacrificio eccessivo.

Nel percorso previsto dalla Planned Behavior Theory l'intenzione di realizzare un comportamento è anticipata dalle norme ingiuntive e dall'orientamento specifico verso le energie rinnovabili (a sua volta influenzato dalla consapevolezza delle conseguenze, che costituisce una credenza comportamentale). Nel percorso della Value-Belief-Norm Theory

invece l'intenzione di realizzare un comportamento è predetta dalle norme morali, a loro volta predette dall'attribuzione di responsabilità, che è predetta dalla consapevolezza delle conseguenze, che è predetta da convinzioni pro-ambientali generali, che a loro volta sono predette dai valori (Fornara et al., 2015).

### **Teoria delle Scelte in ambito energetico-ambientale**

Considerato che questo lavoro di ricerca verte intorno alle scelte degli individui in ambito energetico ed ambientale, è opportuno illustrare le teorie che approfondiscono tali temi.

Le teorie relative alla diffusione delle innovazioni si propongono di studiare il modo in cui le nuove tecnologie entrano nel mercato e vi si radicano, mediante l'adozione da parte degli individui. Il termine innovazione comprende svariati concetti e può riferirsi a un'idea, a una pratica o a una tecnologia che sia percepita come nuova (Rogers, 2003 e 2004). Il modello di Diffusion of Innovation suggerito da Rogers descrive come il processo di decisione relativo all'adozione di una innovazione possa essere influenzato dai canali di comunicazione come il passaparola o i media. La teoria si fonda su diverse ipotesi:

- le decisioni sono un processo, in cui è possibile identificare i passaggi che da una variazione nella conoscenza conducono a una variazione nella decisione;
- il processo di scelta è anticipato da condizioni iniziali, come la percezione di un bisogno o la pressione di norme sociali;
- le caratteristiche dell'*adopter* e gli attributi di un'innovazione influenzano il modo in cui la conoscenza si traduce in orientamenti verso tali attributi;
- i feedback che dagli ultimi step del processo decisionale influenzano la fase iniziale, possono essere sia di tipo psicologico che di tipo comunicativo.

Estensioni di tale teoria si focalizzano sugli strumenti di comunicazione e su come questi possano influenzare i comportamenti ambientali in maniera diversa a seconda dello specifico oggetto della scelta: ad esempio, Olsen (1981) rileva che i mass media sono capaci di influenzare l'opinione pubblica sul tema energetico generale ma non sui comportamenti di risparmio energetico domestico. Il modello "Stages of Change" sottolinea invece l'importanza del rafforzamento, graduale ed iterativo, della prontezza all'azione degli individui (DiClemente e Prochaska, 1982). Ad ogni step corrisponde una diversa necessità

d'informazione: mentre ad esempio nelle prime fasi di adozione potrebbe essere necessario creare una maggiore consapevolezza tra i potenziali early adopters, nelle fasi successive potrebbe essere più proficuo valorizzare i feedback per rinforzare le scelte. In maniera simile, il "Precede-Proceed Model", nato in campo di salute pubblica (Green, 1974), sottolinea come fattori di rafforzamento quali feedbacks, sussidi o consigli, possano sostenere comportamenti che inizialmente sono stati sollecitati da fattori di predisposizione, come la consapevolezza, le norme o gli orientamenti.

La critica principale rivolta al modello della Diffusion of Innovation riguarda la sua scarsa capacità di spiegare la decisione finale quando questa è limitata da situazioni esterne, come la mancanza risorse necessarie o da impedimenti all'accesso alla tecnologia, per cui la rappresentazione lineare del processo conoscenza-consapevolezza-intenzione-comportamento non si rivela adeguata a spiegare le scelte relative all'adozione.

Secondo la teoria della dissonanza cognitiva (Festinger, 1957), l'incoerenza tra il proprio comportamento, orientamento e conoscenza può rappresentare un fastidio per gli individui, portandoli a scegliere l'opzione che riduce tale dissonanza. Ad esempio, individui che osteggiano pubblicamente gli sprechi energetici possono poi agire in modo da essere coerenti con gli orientamenti manifestati.

Nell'affrontare le decisioni di adozione in ambito energetico ed ambientale, non può essere trascurata la componente economica, la quale può portare individui che valutano positivamente una tecnologia, a non adottarla semplicemente per ragioni di convenienza, ad esempio perché il costo dell'investimento è troppo elevato o i risparmi in bolletta non sono sufficienti, come rilevato da Scarpa e Willis (2010) in relazione a strumenti di risparmio energetico. Similmente, Faiers, Cook e Neame (2007) riconoscono come elementi chiave nelle scelte di adozione di una tecnologia i costi di installazione e i tempi di ritorno dell'investimento. Tuttavia l'elemento economico non sembra essere l'unica determinante, dal momento che, come rilevano Fredricks et al. (2015), gli individui spesso non adottano una tecnologia anche quando questa è economicamente vantaggiosa, suggerendo che il processo decisionale sia influenzato anche da altri fattori.

La teoria sui comportamenti pro-ambientali prevede uno schema decisionale specifico per quanto riguarda l'adozione di energie rinnovabili e il risparmio energetico. In quest'ambito

Stern e Gardner (1981) individuano due segmenti distinti: uno relativo ai comportamenti di riduzione, che includono il contenimento di attività nocive per l'ambiente e l'adozione di comportamenti a favore dell'ambiente (come spegnere sempre la luce quando si esce da una stanza), e uno relativo a comportamenti efficienti, ad esempio mediante l'adozione di nuove tecnologie di risparmio energetico. Tale distinzione sembra associata anche ad antecedenti differenti: nello studio di Urban e Scasny (2012) l'interesse per l'ambiente influenza sia le azioni di riduzione che quelle di efficienza, ma emerge una relazione tra il tipo di azione e le caratteristiche socio-demografiche con, ad esempio, gli individui più ricchi che investono di più in efficienza ma allo stesso tempo "riducono" meno. Secondo altri studi (Poortinga, Steg, Vlek, e Wiersma, 2003; Steg, Dreijerink, e Abrahamse, 2006) le politiche che promuovono l'efficienza sembrano avere maggior successo rispetto a quelle orientate alla riduzione.

L'accettazione delle azioni di riduzione (si veda Steg, Dreijerink e Abrahamse, 2005, in tema di riduzione del diossido di carbonio e Abrahamse e Steg, 2009, in tema di risparmio energetico domestico) sembra essere influenzata dalle norme morali, coerentemente con quanto prescritto dalla Value-Belief-Norm Theory. In tale ottica, ciò che spinge gli individui ad adottare un comportamento pro-ambientale è il sentirsi obbligati ad agire correttamente in quanto si sentono responsabili (ascription of consequences) delle conseguenze del proprio comportamento sull'ambiente (awareness of consequences). Tale consapevolezza è supportata da attitudini pro-ambientali generali (Dunlap e Van Liere, 1978) che sono a loro volta influenzate da valori specifici (ad esempio biosferici, altruistici od egoistici). Steg et al. (2005) riportano evidenza empirica della relazione positiva tra i valori di self-transcendence (biosferici e altruistici) ed i comportamenti pro-ambientali e della relazione negativa tra questi ultimi e i valori di self-enhancement (legati all'egoismo).

Anche l'influenza delle norme sociali sembra avere un ruolo rilevante nell'adozione dei comportamenti a tutela dell'ambiente. In questo caso si distingue tra norme ingiuntive, che riguardano la percezione che l'individuo ha su cosa la società riconosce come giusto o doveroso in un determinato contesto) e le norme descrittive, che riguardano invece la percezione di ciò che gli altri farebbero in una determinata situazione (Cialdini et al., 1991; Schultz et al., 2008). Le norme sociali mostrano un'influenza rilevante sui comportamenti in tema di risparmio energetico (Ferguson et al., 2011; Schultz et al., 2007), riciclo (Carrus et al., 2009; Fornara et al., 2011), raccolta dei rifiuti (Kallgren et al., 2000) e nell'adozione di impianti fotovoltaici, per i quali Jager (2006) sottolinea il ruolo dei social network e dei pareri di chi ha già installato tale tecnologia, mentre Bolligher e Gilligham (2012) trovano una forte

evidenza di peer effect, enfatizzando il ruolo delle interazioni sociali nel fornire un'informazione migliore e stimolare l'imitazione.

Vari autori sottolineano come anche la fonte d'informazione possa influenzare i comportamenti di scelta degli individui. In particolare la credibilità di alcuni attori sociali può interferire nella formazione degli orientamenti in materia ambientale: Leiserowitz et al. (2009) riportano che la famiglia e gli amici costituiscono, dopo gli scienziati, la seconda fonte più attendibile sul cambiamento climatico. Anche i media rivestono un ruolo influente, anche se la loro attendibilità appare legata alla qualità, in termini di coerenza e completezza, dell'informazione che comunicano (Zoellner et al., 2008, Schultz e Kaiser, 2012).



## 1.2 Il metodo di analisi

Gli strumenti di analisi economica volti a ricostruire le preferenze degli individui al fine di estrarre un contenuto informativo sono diversi: tra questi, la valutazione contingente (Mitchell e Carson, 1989) mira a stimare le preferenze dei consumatori attraverso un'indagine il cui oggetto è un bene scambiato in un mercato ipotetico ben definito. Agli intervistati viene richiesto di esprimere la loro massima disponibilità a pagare (o ad accettare) a fronte di un incremento (o di una riduzione) della quantità di tale bene, che è definito secondo un approccio olistico unidimensionale. In questo modo non è però possibile considerare variazioni di diverse caratteristiche del bene ed è per questo motivo che la ricerca in questo campo si è rivolta maggiormente verso format diversi come il Choice Modelling.

Si tratta di una famiglia di metodi basati sulle survey che hanno l'obiettivo di modellare le preferenze verso i beni, considerandoli nella loro forma disaggregata. Agli intervistati vengono infatti prospettate varie alternative in cui i beni sono rappresentati in funzione dei livelli delle caratteristiche che li definiscono e l'esercizio di scelta può richiedere di attribuire un ordine di preferenza (contingent ranking), di assegnare un voto (contingent rating) oppure di scegliere una delle alternative (choice experiment).

Per tale forma di analisi "conjoint", ovvero multi-attributi, Hanley e Mourato (1999) individuano le seguenti caratteristiche:

- (i) Disaggregazione del bene da valutare in più attributi e livelli;
- (ii) L'intervistato può scegliere tra scenari alternativi che si differenziano per i livelli degli attributi;
- (iii) L'intervistato è chiamato a scelte ripetute su situazioni di scelta differenti e composte da almeno due alternative.

Proprio tali esperimenti di scelta rappresentano oggi la metodologia più diffusa quando l'obiettivo è la rivelazione di preferenze e la misurazione di prezzi ombra riferiti a beni multi-attributo (Hanley e Mourato, 1999; Pearce e Mourato, 1998; Garrod e Willis, 1999), risultando preferibili ai metodi di contingent ranking grazie a una minore complessità cognitiva per il rispondente ed estimativa per il ricercatore (Mazzanti e Montini, 2001). Gli intervistati sono infatti chiamati a indicare la soluzione preferita tra due o più opzioni che si caratterizzano per diversi livelli degli attributi considerati rilevanti. Le occasioni di scelta vengono poi ripetute in

modo da generare un set di informazioni più ampio utile ai fini dell'analisi econometrica delle osservazioni di scelta.

Nell'ambito dei beni di mercato, i consumatori rivelano in maniera indiretta il valore monetario attribuito a determinate caratteristiche di un prodotto attraverso la scelta tra due beni che presentano combinazioni diverse di tali caratteristiche. In ambito pubblico invece l'individuo viene invitato a scegliere tra beni non di mercato (pubblici o misti) che presentano accezioni valoriali differenti: in questo caso l'idea è quella di misurare il valore economico attribuito alle diverse caratteristiche in termini di disponibilità a pagare, o ad accettare, per usufruire del bene.

Gli esperimenti di scelta possono essere perciò visti come strumento di marketing diretto a massimizzare le vendite dell'imprenditore privato oppure come strumento di economia applicata che indirizza l'attività dell'ente pubblico nell'offerta di determinati beni e servizi pubblici. Tali funzioni possono finire per convergere quando l'obiettivo pubblico della policy viene perseguito mediante strumenti "quasi" privati, come nel caso degli incentivi alla realizzazione di interventi diretti al risparmio energetico.

### **Gli esperimenti di scelta**

Le origini dell'approccio di choice experiment, sottolineano Hanley e al. (1998), sono diverse e fanno riferimento principalmente alla teoria del valore di Lancaster (1966), alla teoria dell'utilità casuale (Random Utility Theory (RUM); McFadden, 1973, Thurnstone, 1927) e ai disegni sperimentali..

Già negli anni Settanta il metodo dei choice experiment è stato utilizzato sia in ambito pubblico che privato, con applicazioni nel campo dell'economia dei trasporti e delle analisi di mercato (Hensher e Johnson, 1981; Louviere e Hensher, 1982). A partire dagli anni Novanta e soprattutto negli anni Duemila sono diversi gli studi realizzati nel campo dell'economia ambientale e rurale (Blamey e al., 1999; 1998; Morrison e al., 1999; 1998; Adamowicz e al., 1998; Hanley e al., 2001, 1998; Adamowicz, 1995; Adamowicz e al., 1994) che hanno ricostruito il valore economico di beni naturali misti e dei loro attributi in termini di disponibilità a pagare.

### **L'analisi econometrica.**

Il metodo di analisi utilizzato per estrarre un contenuto informativo dai questionari di choice experiment è tipicamente un modello di scelta discreta, in quanto il decisore è chiamato a

scegliere tra più alternative. Tali strumenti permettono di studiare come le caratteristiche degli individui e delle alternative di scelta influenzano le scelte e, sulla base di tali risultati, stimare i prezzi impliciti degli attributi.

Assumiamo che ogni individuo di un campione ( $i = 1, \dots, I$ ) affronti una scelta tra  $J$  alternative in  $T$  situazioni di scelta. L'individuo considera tutte le alternative  $j$  in ogni  $t$  e sceglie quella che gli assicura l'utilità maggiore.

L'utilità relativa associata ad ogni alternativa  $j$  come valutata da ciascun individuo  $i$  nella situazione di scelta  $t$  è rappresentata in un modello di scelta discreta dalla seguente equazione:

$$U_{jti} = \beta'_i x_{jti} + \varepsilon_{jti}$$

dove  $x_{jti}$  è un vettore di variabili esplicative osservate e include sia gli attributi delle alternative che le caratteristiche socioeconomiche, mentre  $\beta'_i$  ed  $\varepsilon_{jti}$  sono componenti non osservabili. Considerando  $y$  l'indice della scelta osservata, si avrà

$$Prob(Y = j) = Prob[U(\text{scelta } j) > U(\text{scelta } q) \forall q \neq j]$$

L'oggetto della stima sono quindi i parametri definiti nella funzione di utilità.

I modelli di scelta binaria rappresentano la forma più semplice, in quanto l'individuo nella situazione di scelta ha a disposizione due possibili alternative. Sia  $y$  la variabile dipendente, con  $y=0$  in caso di risposta negativa e  $y=1$  in caso di risposta affermativa. Assumiamo inoltre che esista un set  $x$  di covariate misurabili, in grado di spiegare il verificarsi di un outcome o dell'altro grazie ad un vettore  $\beta$  di parametri da stimare. Perciò, secondo un approccio di Random Utility, gli individui hanno un'utilità

$$U_0 = \beta'_0 x + \varepsilon_0, \text{ in caso di scelta } 0$$

$$U_1 = \beta'_1 x + \varepsilon_1, \text{ in caso di scelta } 1$$

dove  $\varepsilon_0$  e  $\varepsilon_1$  sono componenti casuali (specifiche per individuo) dell'utilità individuale che non sono catturate dalle covariate,  $x$ . La scelta dell'alternativa 1 indica che l'individuo associa a tale alternativa un'utilità maggiore, per cui  $U_1 > U_0$ , o anche

$$\varepsilon_0 - \varepsilon_1 < \beta'_0 x - \beta'_1 x.$$

Sia  $\alpha = \varepsilon_0 - \varepsilon_1$  e si denoti con  $\beta' x$  la differenza del lato destro della disequazione. Il modello di scelta binaria si applica alla probabilità che  $\varepsilon \leq \beta' x$ . Viene quindi specificata una regressione latente come  $y^* = \beta' x + \varepsilon$ .

La probabilità di osservare la scelta 1 sarà perciò

$$Prob [y=1] = F(\beta' x),$$

dove F è una funzione che soddisfa gli assiomi della probabilità

$$0 \leq F(\beta' x) \leq 1$$

$$F'(\beta' x) \geq 0$$

$$\lim_{z \downarrow -\infty} F(z) = 0, \lim_{z \uparrow +\infty} F(z) = 1$$

Da cui deriva

$$F(\beta' x) = 0 \times Prob[y = 0|x] + 1 \times Prob[y = 1|x]$$

che è la funzione di media condizionata per la variabile binaria osservata y. Il modello econometrico che descrive la determinazione di y dipende dalle assunzioni relative alla componente random della funzione di utilità, che può essere modellata come non lineare, con un modello Probit o Logit, per i quali è richiesto l'utilizzo della Maximum Likelihood Estimation (MLE).

Sia  $L(\beta)$  la likelihood o joint density delle osservazioni  $y_1, \dots, y_n$ , che dipendono da un parametro sconosciuto

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^n f(y_i, \beta)$$

Allora lo stimatore di massima verosimiglianza  $\hat{\beta}$  è il  $\beta$  che massimizza  $L(\beta)$

$$\hat{\beta} = \underset{\beta}{argmax} \log L(\beta) = \underset{\beta}{argmax} \sum_{i=1}^n \log f(y_i, \beta)$$

Come detto, i modelli di scelta binaria costituiscono la base per ulteriori estensioni, quali i modelli Fixed Effects, Random Effects, Latent Class e Multinomial. Proprio quest'ultimo rappresenta un passo intermedio per la nostra analisi per cui si rende necessario un approfondimento.

## Il Multinomial Logit

Si tratta di un modello, conosciuto anche come conditional logit (McFadden, 1973), che può essere visto come un caso speciale del modello generale di massimizzazione dell'utilità. Si consideri un individuo con preferenze rispetto a un set di alternative per cui

$$U(\text{alternativa } 1) = \beta_1' x_{i1} + \gamma_1' z_i + \varepsilon_{i1}$$

...

$$U(\text{alternativa } J) = \beta_J' x_{iJ} + \gamma_J' z_i + \varepsilon_{iJ}$$

$$Y_i \text{ osservata} = \text{scelta } j \text{ se } U_i(\text{alternativa } j) > U_i(\text{alternativa } k) \forall k \neq j$$

In questa specificazione  $x_{ij}$  rappresentano gli attributi della scelta  $j$ , mentre  $z_i$  rappresentano le caratteristiche dell'individuo  $i$ , come l'età, il genere o il reddito, ovvero caratteristiche che differiscono rispetto agli individui, ma non rispetto alle scelte. Infine, le componenti di disturbo si considerano indipendentemente e identicamente distribuite secondo una funzione logistica, per cui si avrà la CDF

$$F(\varepsilon_j) = \exp(-\exp(-\varepsilon_j))$$

e la probabilità di scelta

$$\text{Prob}(\text{scelta } j) = \text{Prob}(U_j > U_k) \forall k \neq j$$

$$= \frac{\exp(\beta_j' x_{ji})}{\sum_{m=0}^J \exp(\beta_m' x_{mi})}, j = 0, \dots, J.$$

dove  $i$  è l'indice relativo all'individuo e  $j$  e  $m$  sono relativi alla scelta.

Rispetto al semplice Logit, la versione Multinomial ha il vantaggio di permettere di analizzare scelte discrete che offrono più di due alternative; tuttavia, continua a presupporre l'omogeneità delle preferenze degli individui. Per superare anche questa restrizione ed estrarre dal nostro choice experiment il maggior contenuto informativo possibile sulle preferenze espresse dagli individui in ambito pubblico e privato, introduciamo i modelli Latent Class e Random Parameter (o Mixed) Logit.

### Latent Class Model

Il modello Latent Class si propone di modellare l'eterogeneità tra gli individui adottando un approccio semi-parametrico, che lo porta di fatto costituire una variante del Mixed Logit.

L'idea alla base del modello è che il comportamento di scelta degli individui dipenda in parte da attributi osservabili e in parte da un'eterogeneità latente legata a fattori non osservabili (Greene e

Hensher, 2003). Tali modelli individuano delle classi, che sono le modalità assunte dalle variabili latenti discrete in relazione alle variabili osservate discrete categoriali. Ogni unità statistica, in questo caso l'individuo, viene quindi assegnata a una delle classi su base probabilistica. Oggetto della stima sono dunque i parametri all'interno di ogni classe e le probabilità di ogni individuo di appartenere a ciascuna classe.

La scelta dell'individuo  $i$  tra un numero  $J$  di alternative nella situazione di scelta  $t$ , data l'appartenenza dell'individuo  $i$  alla classe  $c$  è quella con la massima utilità, dove le funzioni di utilità sono

$$U_{jit|c} = \beta'_c x_{jit} + \varepsilon_{jit}$$

dove

$U_{jit|c}$  = utilità dell'alternativa  $j$  per l'individuo  $i$  nella situazione di scelta  $t$

$x_{jit}$  = unione di tutti gli attributi che compaiono in tutte le funzione di utilità

$\varepsilon_{jit}$  = eterogeneità non osservabile per l'individuo  $i$  e l'alternativa  $j$  nella situazione di scelta  $t$

$\beta_c$  = vettore di parametri relativi a ciascuna classe.

All'interno di ogni classe, le probabilità di scelta sono generate dal Multinomial Logit Model

$$Prob[y_{it} = j | \text{class} = c] = \frac{\exp(\beta'_c x_{jit})}{\sum_{j=1}^J \exp(\beta'_c x_{jit})}$$

L'appartenenza alle classi non è osservata, ma stimata su base probabilistica ancora mediante Multinomial Logit Model

$$Prob[\text{class} = c] = Q_{ic} = \frac{\exp(\theta'_c z_i)}{\sum_{c=1}^C \exp(\theta'_c z_i)}$$

dove  $z_i$  è un set opzionale di caratteristiche personali costanti.

Il modello Latent Class permette anche di ottenere delle stime a livello individuale delle probabilità di ciascun individuo di appartenere a una determinata classe e di conseguenza dei parametri di preferenza individuali che, come si vedrà per il modello Random Parameter Logit, possono fornire lo spunto per diverse forme di posterior analysis.

All'interno del contesto Latent Class è necessario scegliere il numero di classi su cui svolgere l'analisi: come indicato in Strazzerà et al. (2013) le applicazioni empiriche generalmente usano criteri di selezione del modello basati sul Kullback-Leibler Information Criterion (KLIC), il quale prevede penalizzazioni nel calcolo della likelihood che sono funzione del numero di parametri e/o del numero di osservazioni. I criteri tipicamente adottati sono:

- AIC - Akaike Information Criterion (Akaike, 1973), che offre una stima relativa dell'informazione persa quando viene utilizzato un modello per rappresentare il processo che genera i dati;
- AIC3, che rappresenta una variante dell'Akaike Criterion, proposta da Bozdogan (1994), in cui viene attribuita una maggiore penalità;
- CAIC, indice sviluppato ancora da Bozdogan (1987), che costituisce una versione consistente dell'AIC;
- BIC, Bayesian Information Criterion, proposto da Schwarz (1978), simile all'AIC ma in cui la penalità relativa al numero di parametri stimati è maggiore.

Il criterio AIC risulta essere quello comunemente più adottato per decidere il numero di segmenti nei modelli Latent Class, anche se spesso viene proposto insieme al BIC (Kanchanarook et al. 2013; Nguyen et al. 2013; Strazzerà et al. 2012; Hidrue et al. 2011), e alcune volte con il criterio AIC3 (Thiene et al. 2012; Borg e Scarpa 2010), o CAIC (Thiene et al. 2012; Meyerhoff et al. 2010). Secondo Hynes et al. (2008), non è realistico pensare che un criterio possa essere il migliore in qualsiasi situazione, ma è opportuno considerarne diversi per scegliere il numero di segmenti di un modello Latent Class.

## **Il Random Parameter (Mixed) Logit**

Il modello Mixed Logit è probabilmente il modello di analisi delle scelte discrete attualmente più utilizzato in ambito di economia ambientale.

Pur noto da diversi anni, questo modello è diventato completamente applicabile a livello pratico solo con l'avvento della simulazione (Train, 2003). Il primo utilizzo risale all'inizio degli anni Ottanta, con i modelli di domanda delle automobili formulati congiuntamente da Boyd e Mellman (1980) e Cardell e Dunbar (1980), nei quali tuttavia l'unità di analisi non erano le scelte

degli individui ma le quote di mercato. Con Train et al. (1987) e Ben-Akiva et al. (1993) vengono invece utilizzati dati individuali relativi ai consumatori. Negli anni Novanta, grazie al progresso nella velocità dei computer e allo sviluppo dei metodi di simulazione è stato possibile migliorare la potenza di tali strumenti (Bhat,1998a; Brownstone and Train, 1999; Erdem, 1996; Revelt and Train, 1998; Bhat, 2000).

Si consideri la funzione di utilità

$$U_{jti} = \beta' x_{jti} + \varepsilon_{jti}$$

in cui il vettore  $x_{jti}$  racchiude sia gli attributi della scelta  $j$  che le caratteristiche dell'individuo.

Mentre in un contesto logit vengono imposte le condizioni che i parametri degli individui siano omogenei e che  $\varepsilon_{jti}$  sia IID, il Mixed Logit permette di introdurre la possibilità che i parametri varino rispetto agli individui e che le componenti di errore delle diverse alternative siano correlate. Per farlo, sviluppa il vettore dei parametri  $\beta$  e la componente stocastica in due parti:

$$\beta_{ki} = \beta_k + \sigma_k v_{ik}$$

e

$$\alpha_{ki} = \alpha_k + \sigma_j v_{ji}$$

dove  $\beta_k$  è la media della popolazione,  $v_{ik}$  rappresenta l'eterogeneità tra gli individui, con media 0 e deviazione standard pari a 1 e  $\sigma_k$  è la deviazione standard della distribuzione dei  $\beta_{ki}$  intorno a  $\beta_k$ .

Da qui è possibile definire la formula dell'utilità come

$$U_{jti} = \beta'_i x_{jti} + \eta_{ji} + \varepsilon_{ji}$$

dove  $\eta_{ji}$  è un termine casuale con media zero, che può essere correlato rispetto alle alternative e dipende dai parametri e dai dati osservati relativi alle alternative  $j$  ed agli individui  $i$ , mentre  $\varepsilon_{ji}$  è un termine casuale con media zero, IID e indipendente da parametri o dati.

Sia  $f(\eta_{ji}|\Omega)$  la densità di  $\eta_{ji}$ , dove  $\theta^*$  sono i parametri fissi della distribuzione. Per un dato valore di  $\eta_{ji}$  la probabilità condizionata che venga scelto  $j$  è

$$L_{ij}(\beta_i|\eta_{ji}) = \frac{\exp(\beta'_i x_{ji} + \eta_{ji})}{\sum_i \exp(\beta'_i x_{ji} + \eta_{ji})}$$

mentre la probabilità incondizionata sarà l'integrale della probabilità condizionata



$$P_{ji}(\beta_i|\theta^*) = \int_{\eta_{ji}} L_{ji}(\beta_i|\eta_{ji}) f(\eta_{ji}|\theta^*) \eta_{ji}$$

Nella pratica si tratta di un modello altamente flessibile, che può approssimare ogni possibile specificazione del Random Utility Model che ne sta alla base (McFadden e Train, 2000). La possibilità di ammettere coefficienti di utilità marginale non costanti tra gli individui consente l'individuazione di una eterogeneità non osservabile che arricchisce l'informazione estrapolabile e permette di avere maggiore evidenza del comportamento di scelta a livello individuale.

### Posterior Analysis

Tra le potenzialità dei modelli Latent Class e Random Parameter vi è quella di permettere di realizzare forme di Posterior Analysis (Train, 2003) che, come rilevano Richter e Weeks (2016), permettono di analizzare le stime condizionate per sfruttare l'informazione legata alle scelte fatte dagli individui.

In un modello RPL la media condizionata individuale di un parametro è espressa come

$$\widehat{E}_i(\beta) = \frac{\sum_{r=1}^R L(y_i|\beta_r)\beta_r}{\sum_{r=1}^R L(y_i|\beta_r)}$$

dove i  $\beta_r$  sono draws multi-dimensionali indipendenti da  $f(\beta|\theta)$  per i valori stimati di  $\theta$ .

I vantaggi di utilizzare le distribuzioni condizionate sono secondo Hess (2010) quelli di permettere di esaminare la loro associazione con variabili socio-demografiche e di condurre test sui coefficienti di correlazione. Richter e Weeks distinguono due componenti della varianza totale delle distribuzioni condizionate: una varianza delle medie condizionate a livello individuale (*between variation*) e la varianza intorno a tali medie (*within*). Se la varianza *between* è in grado di cogliere una porzione sufficiente della varianza totale di un coefficiente (intorno al 50-60% secondo Richter e Weeks, 2016), allora le medie condizionate individuali possono permettere di individuare gruppi distinti tra gli individui (Train, 2003).

Hess (2007) nello studio sul comportamento degli individui nei viaggi aerei propone un'analisi delle correlazioni tra le medie dei parametri random e una segmentazione rispetto a variabili socio-demografiche che però non produce risultati soddisfacenti.

L'analisi delle correlazioni viene proposta anche da Richter e Weeks (2016) in relazione alla disponibilità a pagare per la resilienza della rete elettrica. In aggiunta gli autori realizzano dei test di differenza nelle medie rispetto a diverse categorie di valori delle covariate (es. reddito,

occupazione) e una cluster analysis rispetto alle valutazioni, conducendo i test di differenza tra i valori medi delle caratteristiche demografiche e socioeconomiche tra cluster.

Infine anche Richter e Pollitt (2016) in relazione ai contratti per servizi elettrici «intelligenti» propongono una cluster analysis per identificare gruppi di consumatori che accetterebbero contratti con caratteristiche simili.

La Posterior Analysis può inoltre essere utile per il calcolo e l'analisi delle *willingness to pay*, come suggerito da Hess (2007). Le WTP in un modello Random Parameter possono essere calcolate, come mostrato da Hensher e Greene (2003), utilizzando le stime puntuali di media e la deviazione standard oppure tutta l'informazione contenuta nelle distribuzioni stimate. Con il primo metodo, se il parametro monetario stimato è costante, è possibile calcolare la WTP media di un attributo come rapporto tra il relativo parametro e quello monetario, e la deviazione standard come rapporto tra la relativa deviazione standard e il parametro monetario.

Quando invece l'attributo monetario non è fisso ma segue una distribuzione random, sorgono dei problemi di calcolo legati al fatto tale distribuzione può comprendere valori prossimi allo zero, da cui derivano rapporti eccessivamente elevati. In tal caso è possibile stimare le WTP utilizzando una distribuzione simulata del rapporto tra le distribuzioni condizionate oppure calcolare la WTP individuale come rapporto tra le medie condizionate degli individui. In entrambi i casi, valori minimi dell'attributo al denominatore possono generare WTP individuali distorte, che hanno effetti rilevanti sulla WTP media. Un approccio possibile in tal caso è quello di escludere gli outliers dall'analisi, rimuovendo il percentile più basso e quello più alto (Hensher e Greene, 2003). Secondo Hess (2007), tale approccio non è consigliabile in quanto risulta del tutto arbitrario: l'autore, pur consapevole del rischio di possibili distorsioni, consiglia di stimare le WTP utilizzando le medie condizionate che, rispetto alle WTP stimate attraverso la simulazione del rapporto tra distribuzioni, risultano essere più affidabili.

### **Criteri di selezione per i modelli.**

L'esistenza di una varietà di modelli adatti ad analizzare le scelte discrete fa sorgere il problema di quale tra questi debba essere scelto come miglior specificazione. Tale decisione richiede necessariamente un criterio statistico, anche se tuttavia vari autori hanno sottolineato che la decisione finale non può non tenere conto del giudizio personale e di considerazioni

teoriche (Scarpa e Thiene, 2005; Hynes et al, 2008; Ruto et al., 2008; Borg e Scarpa, 2010; Rudd e Fleishman, 2014).

Il confronto tra modelli Latent Class e Random Parameter Logit viene solitamente realizzato attraverso i criteri di selezione del modello (CAIC e AIC3 ma soprattutto AIC e BIC), anche se in studi recenti è stato proposto un approccio mediante test. Tra questi, è stato spesso utilizzato il Ben-Akiva and Swait (1986) test (Birol et al., 2006; Colombo et al., 2009; Shen, 2009; Brouwer et al., 2010; Kosenius, 2010), mentre Burton e Rigby (2009) applicano il Clark (2003) test, che rappresenta una variante del Vuong (1989) test per modelli non-nested. Lo stesso Vuong test è stato applicato in diversi studi di valutazione contingente, ma poco in ambito di choice experiments (Czajkowski et al., 2009, che lo propongono insieme ad altri criteri).

Strazzera et al. (2013) utilizzano un'analisi Monte Carlo per studiare le performance dei criteri di selezione dei modelli tipicamente usati in ambito di choice experiments. Rilevano così che tali criteri hanno performance diverse in scenari diversi: il criterio AIC, pur essendo quello più comunemente utilizzato, ottiene performance peggiori rispetto agli altri criteri in quasi tutti gli esercizi. Il BIC e soprattutto il CAIC invece offrono risultati migliori nella maggior parte degli scenari.

## **Structural Equations Model**

Gli Structural Equations Models, o SEM, costituiscono una metodologia statistica, ampiamente applicata negli studi comportamentali, che combina la relazione tra variabili osservate e latenti, con modelli di path analysis (Hox e Bechger, 2011). Questi ultimi sono composti da una o più equazioni, spesso definite strutturali, che collegano variabili risultato ai loro fattori causali, tipicamente mediante tecniche di regressione.

Le radici degli Structural Equations Models risalgono al modello di path analysis sviluppato dal genetista Sewall Wright (1921), la cui notazione grafica è diventata il metodo ordinario di rappresentazione mediante path diagrams (si veda il paragrafo 2.4): le variabili osservate, o misurate, sono definite da rettangoli o quadrati, mentre le variabili latenti sono definite da ovali o cerchi; le frecce unidirezionali collegano variabili esplicative a variabili risultato, evidenziando una relazione causale, mentre le frecce bidirezionali indicano covarianze o correlazioni, per le quali non vi è una relazione causale.

L'analisi mediante le Structural Equations presuppone la specificazione di un modello, che solitamente avviene combinando teorie e risultati empirici elaborati in ricerche pre-esistenti. Si tratta di modelli che hanno una valenza confermatrice più che di indagine esplicativa, il che ha portato i ricercatori ad utilizzarli per verificare, dal punto di vista empirico, la validità dei modelli. Al fine di stimare i parametri è necessario risolvere un insieme di equazioni. Nei SEM spesso si assume che i dati del campione si distribuiscano secondo una normale multivariata, in modo da collocare tutto il contenuto informativo nelle medie e nella matrice delle covarianze. I software statistici in ambito SEM utilizzano il più delle volte la metodologia di stima Maximum Likelihood (ML), la quale presume la distribuzione normale multivariata dei dati e richiede un campione di ampiezza ragionevole, che Hoogland e Boomsma (1997) identificano in almeno 200 osservazioni. Tuttavia esistono anche svariate procedure per l'analisi di dati non normali, per i quali le medie e la matrice delle covarianze non sono sufficienti per raccogliere tutta l'informazione: tra queste, la Satorra-Bentler chi-square correction (Chou & Bentler, 1995) e la Asymptotically Distribution Free (ADF), la quale però richiede un campione molto più ampio.

Al fine di testare la validità del modello utilizzato si può applicare un Likelihood Ratio Test (LR Test). La statistica è espressa dalla formula

$$LRT = -2 \log_e \frac{L_{stimato}(\theta)}{L_{saturato}(\theta)}$$

e confronta la massima verosimiglianza del modello stimato con quella del modello saturato, in cui il numero dei parametri stimati è dato dalla formula

$$\frac{k(k+1)}{2} + k$$

dove  $k$  indica il numero delle variabili. La statistica è distribuita secondo una distribuzione Chi-quadro con  $n$  gradi di libertà, dati dalla differenza tra i parametri del modello saturato ed i parametri del modello stimato: se viene accettata l'ipotesi nulla che la differenza tra la likelihood dei due modelli non sia statisticamente significativa, allora il modello stimato può considerarsi valido. Tuttavia va sottolineato che il test con la distribuzione chi-quadro risente dell'ampiezza del campione e dell'ampiezza delle correlazioni nel modello. Per questi motivi sono stati proposti diversi indici di goodness of fit, tutti in funzione del chi-quadro e dei gradi di libertà, che spesso penalizzano modelli più complessi rispetto a modelli più. Mentre l'Akaike's Information Criterion (AIC), ad esempio, è dato dalla differenza tra il doppio del chi-square statistics e i gradi di libertà del modello, l'Adjusted Goodness of Fit elaborato da Jöreskog and Sörbom (1989), così come il Tucker-Lewis Index TLI (Tucker & Lewis, 1973) ed il Normed Fit

Index NFI (Bentler & Bonett, 1980) applicano una correzione legata alla complessità del modello. Tali indici richiedono un valore almeno pari a 0,90 per considerare il modello accettabile.

Uno tra gli indici considerati più informativi è il Root Mean Square Prediction Error (RMSEA): è sensibile al numero dei parametri stimati e premia la parsimonia, offrendo una misura di quanto il modello approssimerebbe la matrice delle covarianze della popolazione. Secondo i ricercatori più autorevoli in materia, valori al di sotto di 0,07 indicano modelli con un buon fit (Steiger, 2007).

Il Comparative Fit Index (CFI), conosciuto anche come indice di Bentler, confronta il fit modello con modelli alternativi come quello nullo. In questo contesto il fit riguarda la differenza tra le matrici di covarianza osservate e predette, come rappresentato dal test LR. Il CFI costituisce così il rapporto tra la discrepanza del modello utilizzato e la discrepanza del modello indipendente, mostrando la misura in cui il primo risulta migliore del secondo. Sono considerati validi i modelli con indice prossimo a 1.

# CAPITOLO 2

## **Le scelte degli individui nei ruoli di consumatore e di cittadino.**

### **Un approccio con posterior analysis sulle scelte individuali in ambito di efficienza energetica**

---

#### **2.1 Introduzione**

Le scelte degli individui relative a questioni ambientali sono tipicamente analizzate in due contesti distinti, che fanno riferimento alla sfera del consumatore, quando il focus è stabilito principalmente sul consumo privato, oppure alla sfera del cittadino, quando all'individuo viene richiesto di esprimere una preferenza relativamente a politiche pubbliche alternative.

La letteratura in ambito economico e sociologico si è in particolar modo soffermata sulla contrapposizione tra i meccanismi di scelta dell'individuo-consumatore, che mira a massimizzare la propria utilità, e dell'individuo-cittadino, il cui fine ultimo è il bene comune. A ciascun ruolo corrisponderà perciò un ordine di preferenze individuali che possono rivelarsi concordanti o discordanti a seconda che l'individuo metta in primo piano le proprie convinzioni o la massima utilità.

Tra i vari campi, le scelte degli individui in ambito energetico sembrano essere particolarmente interessanti in quanto suscettibili di subire l'influenza delle altre persone e del giudizio della società in genere.

Questo studio vuole analizzare le preferenze quando agli individui viene chiesto di effettuare delle scelte relative a strumenti di risparmio energetico sia in qualità di consumatori che in qualità di cittadini. Nell'esperimento di choice modelling vengono create due situazioni: prima viene chiesto ai partecipanti di scegliere tra differenti opzioni di risparmio energetico per la loro abitazione privata; nel secondo esercizio invece, viene chiesto loro di scegliere quale, tra le stesse opzioni, dovrebbe essere supportata in un programma di politiche pubbliche.

L'esperimento di scelta prende dunque in considerazione le preferenze degli stessi partecipanti sulle stesse soluzioni tecnologiche, definite come bene prima privato e poi pubblico.

Al fine di analizzare la coerenza delle risposte degli individui nei differenti ruoli di cittadini e consumatori, l'analisi econometrica delle risposte applica un modello Random Parameter Logit, il quale permette di estrarre dei parametri individuali di preferenza verso ogni attributo dell'alternativa di scelta. Seguendo la precedente letteratura in ambito di analisi a posteriori dei coefficienti casuali di propensione (Train, 2003; Hess, 2007; Richter and Weeks, 2016), viene condotta a posteriori un'analisi delle correlazioni tra le distribuzioni condizionate individuali, al fine di identificare le preferenze individuali per una determinata tecnologia o per altri attributi ambientali ed economici. In maniera del tutto nuova rispetto agli studi precedenti, questa ricerca applica alla posterior analysis la tecnica del Structural Equations Model, mediante il quale non solo viene verificata la coerenza delle preferenze degli individui per gli attributi che si ripetono nei due contesti pubblico e privato, ma viene anche approfondito il processo decisionale relativo agli stessi, applicando le teorie di scelta trattate nel capitolo precedente all'adozione di misure di risparmio energetico. Se considerazioni puramente economiche, tipiche dell' *homo oeconomicus* non sono sufficienti a spiegare la scelta, allora è necessario prendere in considerazione ulteriori teorie per completare (o sostituire) l'approccio neoclassico convenzionale nella modellazione dei comportamenti osservati. La posterior analysis realizzata mediante Structural Equations Model introduce nell'analisi empirica gli elementi delle teorie di scelta presentate nel primo capitolo, rilevando evidenza in favore della Value-Belief-Norm Theory proposta da Stern.

Il lavoro di ricerca presentato è anticipato da una breve rassegna della letteratura relativa agli studi che in ambito economico e sociale hanno approfondito il tema delle preferenze degli individui rispetto al ruolo rivestito al momento delle loro scelte, in particolare facendo riferimento alle figure di consumatore e cittadino. Nei paragrafi successivi vengono poi presentati il caso studio su cui si basa l'analisi proposta e i risultati di questa, che danno origine alla fase di posterior analysis, con le metodologie seguite e i risultati ottenuti.

## 2.2 Analisi della letteratura

L'analisi delle preferenze di scelta degli individui è un tema che riscuote un sempre maggiore interesse in quanto le sue implicazioni possono rappresentare una fonte informativa essenziale sia dal punto di vista del soggetto pubblico che dal punto di vista del soggetto privato. Il tipo di offerta in questione è certamente diverso, in quanto diverso è l'obiettivo finale dei due soggetti, ovvero la massimizzazione del benessere comune da un lato e la massimizzazione del profitto dall'altro. Ciò che accomuna il soggetto pubblico e quello privato è la necessità di disporre di informazioni relative a quali sono le preferenze degli individui, in qualità di cittadini o di consumatori, in modo da strutturare l'offerta per intercettarne le scelte. Mentre la carenza di tale tipo di informazione comporta per l'operatore privato il rischio di non raggiungere volumi di vendite sufficienti a garantire l'economicità della propria attività, per l'operatore pubblico il rischio è quello di promuovere policy che, seppur astrattamente valide, restano inefficaci in quanto non adottate o recepite a sufficienza.

Questo studio si inserisce nel campo dell'economia comportamentale con un focus specifico in materia di ambiente ed energia, prendendo in considerazione le preferenze manifestate nel doppio ruolo in cui tipicamente affrontano il tema, ovvero quello di consumatore da un lato e di cittadino dall'altro. Questo possibile contrasto è stato affrontato in diversi lavori di ricerca che spaziano dal campo della microeconomia a quello della sociologia. In questo paragrafo ci proponiamo di ricapitolare gli studi che, con approcci di tipo teorico o di tipo empirico, contribuiscono a fornire temi di discussione sull'argomento.

### Le preferenze in ambito pubblico e privato

Gli studi sulle scelte di adozione degli strumenti di efficienza energetica da parte di famiglie e imprese costituiscono un ramo di economia comportamentale connesso alla sensibilità ambientale degli individui. In particolare, l'interesse dei ricercatori ricade tipicamente sulle variabili che guidano le scelte di adozione da parte degli individui. Come per altre tecnologie, l'elemento monetario sembra avere una rilevanza decisiva anche per quanto riguarda le tecnologie di efficienza energetica: Faiers, Cook e Neame (2007), identificano i costi dell'installazione e il *payback period* dell'investimento come fattori determinanti nella scelta di adozione. Tuttavia altri studi sottolineano che spesso gli individui si dimostrano riluttanti nei



confronti di una tecnologia di risparmio energetico anche quando questa risulta essere economicamente vantaggiosa (Fredricks et al., 2015) o quando gli individui stessi si dicono preoccupati dal cambiamento climatico e consapevoli dell'importanza di non sprecare energia (Sauter and Watson, 2007).

Diventa pertanto interessante andare oltre le teorie di scelta presentate nel primo capitolo di questo elaborato ed approfondire la letteratura che si è occupata di scelte o preferenze contrastanti.

Molti autori in vari campi dell'economia, come nella teoria delle scelte sociali e delle scelte pubbliche, hanno ipotizzato che gli individui possano avere ordini di preferenza multipli, esprimendo preferenze diverse in contesti diversi (Arrow, 1951; Harsanyi, 1955; Sen, 1977; Margolis, 1982; Hausman and McPherson, 1996). Ordini di preferenza multipli implicherebbero che le scelte effettuate in un contesto possano non essere replicate in un altro. Secondo Anderson (1993), gli individui possono avere ed esprimere preferenze differenti a seconda del contesto (mercato privato o politica) e del ruolo recitato, in qualità di consumatori o di cittadini. Nyborg (2000) argomenta che la distinzione tra consumatori e cittadini sembra suggerire che ogni cittadino possa avere due ordini di preferenza diversi e potenzialmente conflittuali rispetto allo stato sociale, ognuna associata a un ruolo. Tale contrasto era già presente nelle parole di Sagoff (1988): "In qualità di cittadino, mi preoccupo dell'interesse pubblico, più che del mio; del bene della comunità, più che del semplice benessere della mia famiglia. In qualità di consumatore, io perseguo gli obiettivi che ho come individuo". Kahneman, Ritov e Schkade (1999) sottolineano come il conflitto consumatore/cittadino possa determinare anomalie nelle preferenze e distorsioni in contesti come la valutazione ambientale e offerte di compensazioni legali, in quanto tali beni riguardano aspetti pubblici o morali che richiamano le attitudini; al contrario, la scelta relativa a beni con contenuto meramente privato è guidata principalmente da motivazioni egoistiche.

Blamey et al (1995) affrontano le problematiche che tali ruoli possono determinare in ambito di valutazione contingente, il cui obiettivo è tipicamente quello di stimare la valutazione che una società attribuisce ad un bene non di mercato aggregando le valutazioni dei singoli individui; se queste valutazioni non sono personali ma influenzate da questioni etiche, con l'aggregazione si rischia di conteggiare benefici doppi e sovrastimare la valutazione sociale.

Risvolti di questo tipo fanno ritenere importante analizzare il reale comportamento di scelta degli individui al fine di appurare se siano guidati da ordini di preferenza diversi quando prendono decisioni nei due ruoli di consumatore e cittadino.

## **Studi empirici.**

Diversi studi, in particolare nel campo dell'economia ambientale, hanno approfondito questo tema dal punto di vista empirico, con risultati contrastanti: infatti, mentre alcuni hanno rilevato preferenze significativamente diverse a seconda del ruolo rivestito o del contesto di scelta, altri hanno rilevato differenze minime o inesistenti.

Partendo da questi ultimi, Howley et al. (2010) realizzano una survey in Irlanda sull'importanza che gli individui attribuiscono a determinate caratteristiche del paesaggio, sia da una prospettiva personale che da una sociale: gli autori rilevano che gli individui esprimono una preferenza lievemente maggiore per le caratteristiche del paesaggio quando rispondono nell'ottica del bene pubblico. Tuttavia, l'analisi sulle WTP da un lato sancisce che l'ipotesi di uguaglianza tra i parametri non può essere rigettata, mentre dall'altro rileva che alcune variabili *consumer-oriented*, come il vivere in campagna o il titolo di istruzione di terzo livello, hanno un impatto significativo nel modello personale ma non in quello sociale..

Lo studio di Curtis e McConnell (2002) riguarda invece le politiche di contenimento dei cervi nel Maryland: la loro analisi conclude che gli individui che rivelano di avere una propensione all'altruismo, mostrano preferenze non distinguibili da quelle degli altri intervistati. Sottolineano così che è irrilevante che prevalga lo spirito del cittadino o del consumatore, dato che entrambi portano allo stesso risultato

Álvarez-Farizo et al. (2007) studiano le conseguenze dell'implementazione del Water Framework Directive (WFD) dell'Unione Europea : in ambito di miglioramento della qualità dell'acqua, testano la differenza nelle preferenze e nei valori tra individui che agiscono nel proprio interesse e individui che agiscono nell'interesse collettivo, rilevando scarsa evidenza a supporto dell'ipotesi di differenze significative.

Il dualismo delle preferenze in ambito pubblico e privato viene affrontato anche in ambito di sicurezza alimentare. Il lavoro di ricerca di Alphonse et al. (2014) confronta la willingness to pay derivante dal voto di una proposta di legge con quella legata ad una proposta d'acquisto, scoprendo che in un contesto citizen-oriented gli individui manifestano una WTP doppia rispetto a quella mostrata nel contesto consumer-oriented.

Lo studio di Ovaskainen e Kniivilä (2005) nell'ambito della tutela del paesaggio in Finlandia viene realizzato mediante una survey stile referendum, con due differenti tipi di domande di valutazione contingente: prima gli individui vengono incoraggiati a considerare solo gli impatti

sul proprio benessere e poi, mediante una domanda di voto, viene chiesto di introdurre anche costi e benefici per gli altri. Ciò porta gli autori a confermare la distinzione nelle preferenze di cittadino e consumatore, sottolineando come una contingent valuation possa subire l'influenza rilevante del contesto e dell'orientamento delle domande e considerando come l'altruismo possa rivelarsi un problema per l'analisi costi-benefici.

Mill et al. (2007) realizzano uno studio nell'ambito delle caratteristiche della foresta irlandese di Portumna, osservando che gli individui esprimono preferenze che possono variare significativamente a seconda della prospettiva adottata, attribuendo generalmente maggiore importanza agli attributi della natura quando scelgono in qualità di cittadini. Tale differenza risulta maggiore per quelle caratteristiche a cui gli individui, a livello personale, attribuiscono un minor punteggio in termini di importanza, come la presenza di rettili o di rami secchi. Gli autori riconoscono quello che van Rensburg et al. (2002) hanno definito "snake effect", per cui l'apprezzamento del potenziale valore sociale di un attributo della foresta può coesistere con l'indifferenza o avversione personale.

Berglund e Matti (2006) vogliono testare mediante una survey l'ipotesi che in ambito ambientale gli individui siano guidati da motivi e valori, come il dovere morale, che superano la teoria della razionalità del consumatore. Classificano gli individui in cluster sulla base del loro orientamento verso il self-enhancement o il self-transcendent, che corrispondono rispettivamente al profilo egoistico del consumatore e a quello altruistico del cittadino, e rilevano che questi esprimono preferenze diverse. Tali risultati sembrano confermare la tesi degli autori, i quali sottolineano come le policy debbano prevedere incentivi capaci di cogliere le motivazioni intrinseche (consapevolezza ambientale) o estrinseche (norme o vantaggi fiscali) che possono influenzare le scelte degli individui.

## 2.3 Il caso studio

L'analisi proposta in questo lavoro prende il via da un choice experiment nel quale gli individui sono chiamati a scegliere tra diverse tecnologie di risparmio energetico sia in ambito privato che in ambito pubblico.

L'esperimento di scelta è stato realizzato nel 2012 in Sardegna. La survey ha coinvolto 432 individui, intervistati nei comuni di Cagliari (154.000 abitanti) e di Quartu Sant'Elena (circa 71.000 abitanti), tra Luglio e Settembre del 2012. Il questionario sottoposto si articola in una parte introduttiva e nella parte di choice experiment vero e proprio.

La prima parte del questionario, come normalmente accade in ogni survey, è dedicata alla formulazione di domande rivolte ad acquisire informazioni relative all'intervistato: in questo *case study* si vogliono rilevare, oltre alle tipiche variabili socio-demografiche come età, genere, titolo di studio e stato occupazionale, anche informazioni più specifiche dal punto di vista psicologico e comportamentale in materia di energia e ambiente.

Sul fronte delle informazioni socio-demografiche, le domande riguardano:

- genere
- età
- titolo di studio (nessuno, licenza elementare, licenza media, qualifica professionale, licenza superiore, laurea o post laurea);
- stato occupazionale;
- città di residenza;
- spesa per le imposte locali;
- tipo di abitazione;
- numero dei componenti del nucleo familiare;
- quartiere di residenza.

Sul fronte energetico-ambientale, oltre ad alcune domande oggettive relative all'interesse per le bollette, alla spesa per le utenze, al tipo di impianto di riscaldamento e condizionamento utilizzato, vengono sottoposte domande che sfruttano la scala di Likert per misurare l'atteggiamento dell'individuo verso determinate situazioni e che possono essere così raggruppate:

- i. Intenzione di adottare sistemi di “energia verde”. Tre domande riguardano la probabilità di effettuare investimenti per migliorare l’efficienza della propria abitazione (“*E’ probabile che io intervenga sull’isolamento termico delle pareti o sugli infissi nel prossimo futuro*”; “*È probabile che io faccia installare un impianto fotovoltaico nella mia casa nel prossimo futuro*”; “*È probabile che io faccia installare un impianto solare termico associato ad una caldaia a gas nella mia casa nel prossimo futuro*”).
- ii. Valori universali. Otto domande fanno riferimento ai valori di “self-enhancement” e “self-transcendence” descritti da Schwartz (1992). I rispondenti esprimono la propria opinione su quanto considerino importanti un insieme di valori (*protezione dell’ambiente, integrazione con la natura, uguaglianza, giustizia sociale, autorità, potere sociale, successo ed ambizione*) come principi guida della propria vita. Le prime due voci, relative al concetto di natura, rappresentano i “biospheric values” (Stern, Dietz, Abel, & Guagnano, 1998).
- iii. Convinzioni pro-ambientali generali. Tre voci, scelte dalla scala new human interdependence paradigm (NHIP) di Corral-Verdugo et al. (2008), riguardano il livello di accordo con frasi sugli orientamenti ambientali generali (“Il vero progresso umano può essere raggiunto solo mantenendo l’equilibrio ecologico”; “Salvaguardare la natura oggi significa assicurare il futuro all’umanità”; “L’umanità può progredire solo salvaguardando le risorse naturali”).
- iv. Orientamento verso l’utilizzo di energie verdi. Tre domande (adattate da Fornara et al., 2011) riguardano l’importanza attribuita a un investimento in ciascuna delle tre tecnologie di efficienza energetica considerate (“L’investimento in un maggiore isolamento termico degli edifici è per me importante”; “L’investimento in un impianto fotovoltaico domestico è per me importante”; “L’investimento in un impianto solare termico associato a una caldaia a gas è per me importante”).
- v. Consapevolezza delle conseguenze dell’utilizzo di energie rinnovabili. Due domande riguardano le conseguenze positive sulla salute umana e sull’ambiente legate all’utilizzo di energie rinnovabili “L’utilizzo di fonti di energia rinnovabili migliorerebbe la nostra salute”; “L’utilizzo di fonti di energia rinnovabili migliorerebbe lo stato dell’ambiente”.
- vi. Consapevolezza delle conseguenze dell’utilizzo di energie non rinnovabili. Due domande riguardano la percezione del rischio legato all’utilizzo di fonti di energia non rinnovabili, sia per la salute che per l’ambiente.

- vii. Attribuzione di responsabilità per l'utilizzo di energie rinnovabili. Tale voce viene misurata dalla domanda "La scelta di investire nell'efficientamento energetico della mia abitazione dipende da me".
- viii. Norme morali. Tre domande, derivanti da Abrahamse & Steg (2009), riguardano la forza degli obblighi o vincoli morali nell'investire in energie rinnovabili ("Mi sento moralmente obbligato ad investire sul miglioramento energetico, indipendentemente da quello che fanno gli altri"; "Mi sento in colpa se non investo nel miglioramento energetico nella mia casa"; "Mi sento bene con me stesso se investo sul miglioramento energetico nella mia casa").
- ix. Norme sociali descrittive. Due domande indagano se amici, parenti o vicini hanno realizzato (o realizzerrebbero) interventi di efficienza energetica nelle loro abitazioni ("*Molti dei miei parenti o miei adotterebbero o hanno già adottato soluzioni per migliorare l'efficienza energetica delle loro abitazioni*"; "*Molti dei miei vicini adotterebbero o hanno già adottato soluzioni per migliorare l'efficienza energetica delle loro abitazioni*").
- x. Norme sociali ingiuntive. Due domande riguardano l'approvazione degli interventi di efficienza energetica da parte di vicini e altre persone rilevanti ("*la maggior parte delle persone per me importanti approverebbe la mia scelta di realizzare interventi di miglioramento energetico nella mia casa*"; "*la maggior parte dei miei vicini approverebbe la mia scelta di realizzare interventi di miglioramento energetico nella mia casa*").
- xi. Fiducia nelle fonti di informazione. Sei voci fanno riferimento al livello di affidabilità di varie fonti di informazione sull'efficienza energetica nelle abitazioni ("*Quanta fiducia nutre nelle seguenti categorie come fonte di informazione sul miglioramento energetico della sua abitazione?*"). Le categorie sono: istituzioni; aziende; tecnici installatori; Internet, riviste specializzate, televisione e media; vicini di casa che hanno effettuato interventi di miglioramento energetico; amici e parenti che hanno effettuato interventi di miglioramento energetico.
- xii. Stress. Agli intervistati viene chiesta l'intensità dello stress cittadino derivante da cinque fattori quali l'inquinamento acustico e rumore, il traffico stradale e automobilistico, l'inquinamento dell'aria, la sporcizia e i rifiuti per strada, la mancanza di manutenzione degli edifici e delle strade.

Per ognuno di questi gruppi, gli intervistati hanno risposto utilizzando una scala di Likert con valori da 1 a 5, in cui a valori più elevati corrispondono un maggiore accordo con la frase, una maggiore importanza attribuita o una maggior fiducia.

La seconda parte del questionario è invece costituita dal *choice experiment* vero e proprio, in cui vengono descritti, in più situazioni di scelta, due diversi scenari e gli individui sono chiamati a indicare quello di volta in volta preferito.

La particolarità di questo *case study* sta nel fatto che il bene oggetto di valutazione, ovvero la tecnologia di efficienza energetica, viene presentato in due contesti diversi: prima sotto forma di bene pubblico, ovvero come elemento di una public policy che include anche interventi in altri settori, con diverse intensità, e poi in qualità di bene privato, come investimento per la propria abitazione a cui sono associati diversi livelli di attributi.

Nel contesto di scelta pubblico, in ogni esercizio di scelta vengono descritti due scenari, costituiti da combinazioni di politiche pubbliche nei settori:

- Risparmio energetico - L'intervento di riqualificazione energetica scelto dall'Amministrazione è impianto fotovoltaico, solare termico con caldaia a gas oppure isolamento termico;
- Raccolta dei rifiuti - Il metodo di raccolta differenziata dei rifiuti scelto dall'Amministrazione è porta a porta, cassonetti su strada o cassonetti interrati;
- Trasporto pubblico - L'attesa per i mezzi di trasporto pubblico non supera i 5, 10 o 15 minuti;
- Riduzione delle emissioni - Le emissioni nocive nella città si riducono del 20 o 40 %;
- Riduzione delle tasse - Rispetto al 2012 le tasse saranno ridotte di 0, 100, 200 o 300.

Proprio l'aspetto relativo all'elemento monetario utilizzato rappresenta una particolarità: solitamente infatti si richiede agli intervistati quale sacrificio economico sarebbero disposti a sostenere per poter disporre di un determinato bene, in modo da poter determinare il trade off, e quindi la disponibilità a pagare, per un'unità marginale di un attributo del bene. Nell'ambito pubblico sopra descritto, sarebbe stato naturale chiedere agli intervistati quale aumento delle imposte avrebbero accettato pur di ottenere un determinato mix di politiche pubbliche cittadine. La survey è stata però realizzata in un momento storico delicato, in cui il governo "tecnico" presieduto da Mario Monti aveva appena richiesto un sacrificio economico importante alle

famiglie sotto forma di aumento delle imposte e un ulteriore aumento, seppur figurato nell'ottica del choice experiment, avrebbe potuto rappresentare un ostacolo psicologico nella realizzazione del choice experiment. Per aggirare questo inconveniente si è deciso di "approfittare" della promessa fatta dal governo, di far seguire al sacrificio fiscale una riduzione delle imposte locali. E' per questo motivo che agli individui viene di fatto richiesto quanto dovrebbero essere ridotte le tasse, che di contro permette di definire a quale misura della riduzione prevista, sarebbero disposti a rinunciare per usufruire di un mix di public policies.

Ogni intervistato esprime la propria preferenza in sei occasioni di scelta in ambito pubblico, dopodiché le stesse tecnologie di risparmio energetico vengono presentate, in altre sei situazioni di scelta, come possibile oggetto di finanziamento per un intervento di miglioramento dell'efficienza energetica per la propria abitazione, configurando dunque un bene privato.

In ogni situazione di scelta, vengono associati a ciascuna tecnologia diversi livelli dei seguenti attributi:

- ROI (Return On Investments) – Si comincia a beneficiare dei risparmi in bolletta dopo 5, 7 o 10 anni;
- Burocrazia - Le pratiche burocratiche per ottenere il finanziamento si concludono in un tempo incerto tra 3 e 21 mesi dalla richiesta oppure si concludono con certezza dopo 12 mesi dalla richiesta;
- Riduzione delle emissioni - Le emissioni nocive generate dai consumi di energia dell'abitazione si riducono fino al 40% o fino all'80%;
- Risparmio in bolletta - Il risparmio nella bolletta energetica sarà del 20%, 40%, 60% o 80%.

In questo modo gli individui esprimono le proprie preferenze assumendo prima il punto di vista del cittadino, che sceglie la soluzione che ritiene migliore per la società in cui agisce, e poi il punto di vista del consumatore privato, che sceglie l'opzione di risparmio energetico migliore per se stesso. Le informazioni così raccolte permettono di definire il dataset utilizzato nell'analisi econometrica con il fine di approfondire il tema delle preferenze degli individui in relazione al ruolo ricoperto.



## 2.4 L'analisi econometrica

Il modello econometrico utilizzato nell'analisi è il Random Parameter Logit o Mixed Logit descritto nel primo capitolo di questo elaborato.

Come già anticipato, questo modello presenta il vantaggio di permettere di allentare la presunzione di coefficienti di utilità marginale costanti tra gli individui: nell'ambito del case study appena descritto, significa non escludere l'ipotesi che gli individui abbiano preferenze diverse, per segno e/o misura, verso le tecnologie presentate e gli attributi ad esse associati. In termini pratici, l'analisi con RPLM restituisce:

- le preferenze medie stimate per ciascun attributo, accompagnate dalle rispettive standard deviations;
- vettori di parametri di preferenza individuale verso ciascun attributo, con le relative standard deviations individuali.

Mentre le prime permettono di identificare quali tecnologie o attributi sono preferiti in media dalla popolazione, i parametri individuali arricchiscono l'informazione estrapolabile e rappresentano il punto di partenza di uno step successivo che, mediante varie forme di posterior analysis, mira ad approfondire su base individuale le preferenze ed i comportamenti di scelta.

L'analisi con RPLM è stata svolta prima all'interno dello scenario "privato", in cui gli individui scelgono come consumatori, e poi all'interno dello scenario pubblico, in cui gli individui scelgono in qualità di cittadini. I risultati dei due modelli sono presentati nella Tabella 2.1 e nella Tabella 2.2.

Nell'ambito delle scelte private, le stime mostrano che gli individui, quando scelgono in qualità di consumatori, non hanno una preferenza significativa per nessuna delle tecnologie proposte (l'isolamento termico costituisce il baseline), mentre preferiscono maggiori riduzioni delle emissioni e delle imposte locali. Coerentemente con la teoria economica generale, gli individui preferiscono scenari a cui sono associati maggiori risparmi in bolletta e si dimostrano avversi a lunghi periodi di ritorno dell'investimento e all'incertezza della burocrazia.

**Tabella 2.1** - Stime del RPLM nell'ambito del Consumatore.

| <b>CONSUMATORE</b>                                      |                            |                         |                 |               |       |
|---|----------------------------|-------------------------|-----------------|---------------|-------|
|   |                            | <b>Coefficient</b>      | <b>St. Err.</b> | <b>P. val</b> |       |
| <b>Random<br/>Parameter<br/>normal<br/>distribution</b> | Fotovoltaico               | 0.058                   | 0.135           | 0.668         |       |
|   | St. Dev.                   | 0.952***                | 0.141           | 0.000         |       |
|   | Solare Termico             | -0.161                  | 0.118           | 0.172         |       |
|   | St. Dev.                   | 1.011***                | 0.14            | 0.000         |       |
|   | ROI                        | -0.164***               | 0.04            | 0.000         |       |
|   | St. Dev.                   | 0.18***                 | 0.14            | 0.000         |       |
|   | Burocrazia                 | -0.455***               | 0.112           | 0.000         |       |
|   | St. Dev.                   | 0.835***                | 0.11            | 0.000         |       |
|   | Emissioni<br>(riduzione)   | 0.726***                | 0.197           | 0.000         |       |
|   | St. Dev.                   | 0.780***                | 0.109           | 0.000         |       |
|   | <b>Fixed<br/>Parameter</b> | Bolletta<br>(riduzione) | 0.511***        | 0.131         | 0.000 |

Livello di significatività: \*\*\* all'1%; \*\* al 5%; \* al 10%

Nel contesto pubblico, gli individui confermano, anche in qualità di cittadini, la preferenza verso la riduzione delle emissioni e verso i benefici economici (in termini di riduzione delle imposte locali); allo stesso modo emerge ancora una sostanziale indifferenza nella scelta tra impianto fotovoltaico e interventi di isolamento termico, mentre quest'ultimo risulta stavolta significativamente preferito rispetto al solare termico, per il quale viene stimato un coefficiente negativo. Gli altri coefficienti mostrano una preferenza verso tempi di attesa del trasporto pubblico più ridotti e verso la raccolta dei rifiuti realizzata mediante l'uso di cassonetti interrati rispetto alla raccolta porta a porta e ai cassonetti in strada.

**Tabella 2.2** - Stime del RPLM nell'ambito del Cittadino.

| CITTADINO   |                                |             |          |        |
|---|--------------------------------|-------------|----------|--------|
|   |                                | Coefficient | St. Err. | P. val |
| <b>Random<br/>Parameter<br/>normal<br/>distribution</b> | Fotovoltaico                   | 0.127       | 0.109    | 0.244  |
|   | St. Dev.                       | 0.987***    | 0.175    | 0.000  |
|   | Solare Termico                 | -0.214**    | 0.1      | 0.032  |
|   | St. Dev.                       | 0.730***    | 0.187    | 0.000  |
|   | Porta a porta                  | -0.771***   | 0.14     | 0.000  |
|   | St. Dev.                       | 1.535***    | 0.174    | 0.000  |
|   | Strada                         | -0.515***   | 0.114    | 0.000  |
|   | St. Dev.                       | 0.998***    | 0.172    | 0.000  |
|   | Emissioni<br>(riduzione)       | 0.577***    | 0.079    | 0.000  |
|   | St. Dev.                       | 0.767***    | 0.127    | 0.000  |
|   | Imposte<br>(riduzione)         | 0.298***    | 0.043    | 0.000  |
|   | St. Dev.                       | 0.386***    | 0.061    | 0.000  |
| <b>Fixed<br/>Parameter</b>                              | Trasporti<br>(tempi di attesa) | -0.170***   | 0.048    | 0.000  |

Livello di significatività: \*\*\* all'1%; \*\* al 5%; \* al 10%

Il modello Multinomial Logit presuppone preferenze omogenee e i coefficienti presentati si devono intendere come stime medie dei coefficienti di utilità nel campione. Tuttavia, specialmente quando gli attributi differiscono qualitativamente, come nel caso delle soluzioni di risparmio energetico, è ragionevole aspettarsi che le preferenze siano eterogenee, con alcuni individui che preferiscono una specifica tecnologia, come ad esempio il fotovoltaico, e altri che apprezzano maggiormente un'altra, come l'isolamento termico. È quindi possibile che il valore non significativamente diverso da zero del coefficiente relativo al fotovoltaico sia il risultato medio tra preferenze molto differenti e che gli individui abbiano di fatto polarizzato le preferenze verso fotovoltaico e solare termico invece di essere genuinamente indifferenti tra le due opzioni. La stima con il modello RPL permette di approfondire l'eterogeneità delle preferenze. Sono stati testati diversi modelli utilizzando assunzioni alternative sulle distribuzioni (come la normale e la log-normale) dei coefficienti e sono stati utilizzati criteri di selezione dei modelli (AIC, AIC3, BIC e CAIC) per scegliere la distribuzione con il miglior *fit*. In questo

modo è stata scelta la distribuzione normale per tutti i coefficienti, ad eccezione del risparmio in bolletta (nel contesto del Consumatore) e del trasporto (nel contesto del Cittadino), per i quali l'ipotesi di coefficiente costante non è stata rigettata. Il modello RPL è stato stimato mediante il software NLOGIT5, utilizzando 500 “Shuffled draws” (non sono state rilevate differenze significative nelle stime utilizzando fino a 2000 *draws*). I risultati del RPL sono riportati nelle colonne 4 e 5 della Tabella 2.3. Ad eccezione dei coefficienti fissi menzionati precedentemente, tutti gli altri coefficienti sono distribuiti con standard deviations significativamente ampie.

**Tabella 2.3** – Stime dei parametri di preferenza nei modelli MNL e RPL.

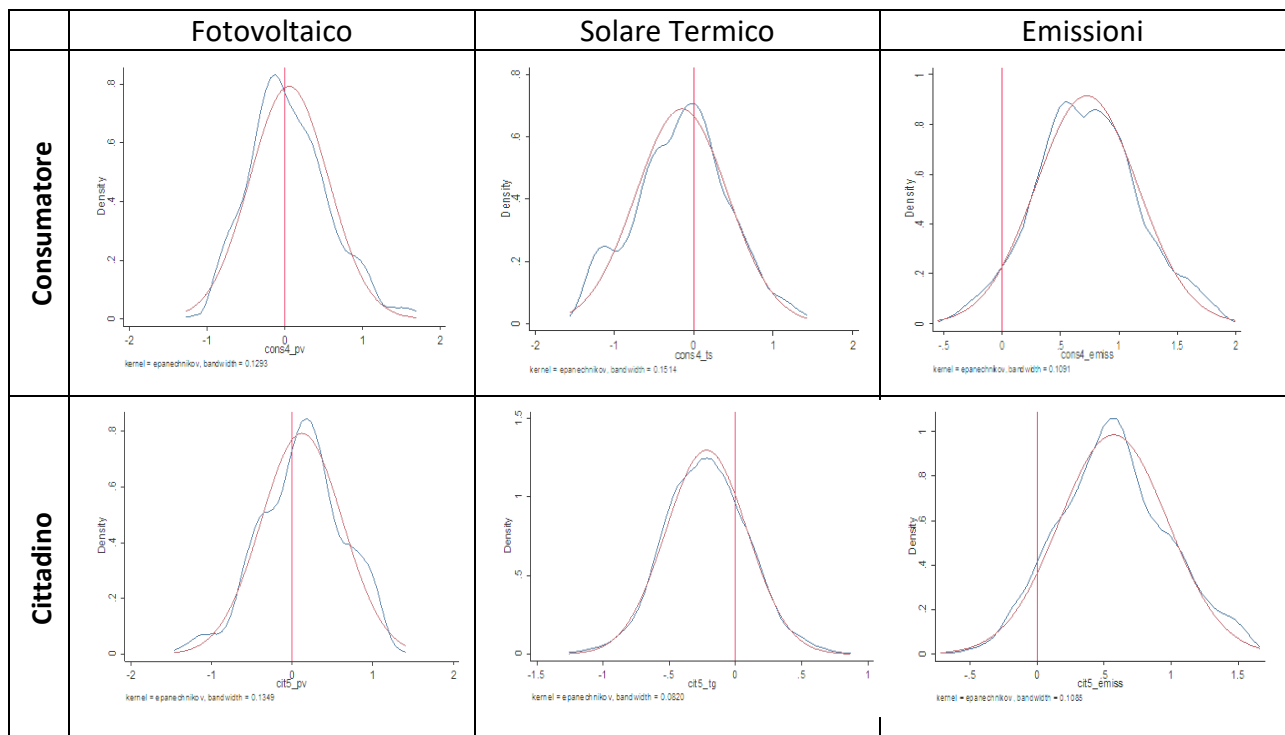
| Variabili                                 | MNL                          |                      | RPL                                  |                        |                                      |                        |
|---|------------------------------|----------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|
|   | Consumatore                  | Cittadino            | Consumatore                          |                        | Cittadino                            |                        |
|   | Coefficienti<br>(St. Errors) |                      | Coefficienti<br>medi<br>(St. Errors) | Standard<br>Deviations | Coefficienti<br>medi<br>(St. Errors) | Standard<br>Deviations |
| Fotovoltaico                              | 0.089<br>(0.086)             | 0.003<br>(0.06)      | 0.058<br>(0.135)                     | 0.952***<br>(0.141)    | 0.127<br>(0.109)                     | 0.987***<br>(0.175)    |
| Solare Termico                            | -0.045<br>(0.074)            | -0.179***<br>(0.062) | -0.161<br>(0.118)                    | 1.011***<br>(0.14)     | -0.214**<br>(0.1)                    | 0.730***<br>(0.187)    |
| Emissioni (riduzione)                     | 0.578***<br>(0.132)          | 0.346***<br>(0.042)  | 0.726***<br>(0.197)                  | 0.780***<br>(0.109)    | 0.577***<br>(0.079)                  | 0.767***<br>(0.127)    |
| ROI                                       | -0.130***<br>(0.271)         |                      | -0.164***<br>(0.04)                  | 0.18***<br>(0.14)      |                                      |                        |
| Burocrazia                                | -0.337***<br>(0.687)         |                      | -0.455***<br>(0.112)                 | 0.835***<br>(0.11)     |                                      |                        |
| Bolletta (riduzione)                      | 0.389***<br>(0.09)           |                      | 0.511***<br>(0.131)                  |                        |                                      |                        |
| Raccolta Rifiuti Porta a Porta            |                              | -0.475***<br>(0.063) |                                      |                        | -0.771***<br>(0.14)                  | 1.535***<br>(0.174)    |
| Raccolta Rifiuti con Cassonetti in Strada |                              | -0.340***<br>(0.065) |                                      |                        | -0.515***<br>(0.114)                 | 0.998***<br>(0.172)    |
| Tasse (riduzione)                         |                              | 0.193***<br>(0.022)  |                                      |                        | 0.298***<br>(0.043)                  | 0.386***<br>(0.061)    |
| Trasporto pubblico (attesa)               |                              | -0.129**<br>(0.031)  |                                      |                        | -0.170***<br>(0.048)                 |                        |
| N. obs                                    | 2502                         | 2502                 | 2502                                 |                        | 2502                                 |                        |
| N. individui                              |                              |                      | 426                                  |                        | 426                                  |                        |
| Log Likelihood                            | -1733.714                    | -1734.023            | -1646.59319                          |                        | -1734.2542                           |                        |
| Adj. Pseudo R2                            | 0.0103                       | 0.0449               | 0.0464                               |                        | 0.0901                               |                        |

Livello di significatività: \*\*\* all'1%; \*\* al 5%; \* al 10%  
RPL con distribuzioni Normali, 500 shuffled draws

## Posterior Analysis sui parametri di preferenza individuali

L'analisi delle distribuzioni condizionate è resa più semplice dall'approfondimento sulle *kernel densities* (Figura 2.1) stimate sulle medie delle distribuzioni condizionate delle preferenze individuali. Focalizzandosi in particolare sugli attributi di maggiore interesse ai fini di questo studio, ovvero i coefficienti per il Fotovoltaico, il Solare Termico e le Emissioni, comuni a entrambi gli scenari del Consumatore e del Cittadino, è chiaro che vi sia un “capovolgimento delle preferenze” all'interno del campione (ad esempio alcuni individui preferiscono il Fotovoltaico all'Isolamento, mentre per altri è vero il contrario, e lo stesso vale per il Solare Termico); inoltre per quanto riguarda le Emissioni una coda della distribuzione delle medie condizionate ricade nel dominio negativo.

**Figura 2.1** – Distribuzioni delle medie condizionate individuali



I risultati in Tabella 2.4 mostrano che esiste una correlazione significativa positiva tra i parametri di preferenza individuali per le tecnologie (Fotovoltaico e Solare Termico) e per la riduzione delle emissioni nei due contesti. Sembra dunque esserci coerenza tra le scelte degli individui nei due ruoli di Consumatore e Cittadino.

Altre correlazioni significative interessanti sembrano suggerire che le preferenze per la tecnologia del Solare Termico (abbinata all'impianto a gas) siano associate a una maggiore preferenza per un periodo di ritorno dell'investimento più breve, nel contesto privato, e per una

maggior riduzione delle tasse, nel contesto pubblico. In questo modo viene ribadita l'importanza del beneficio finanziario per alcuni individui, come postulato dalla teoria decisionale dell'*homo oeconomicus*. Emerge inoltre la correlazione significativa, di segno negativo, tra i parametri di preferenza relativi al Fotovoltaico e al ROI da una parte e alla riduzione delle Emissioni e del ROI dall'altra: questi risultati suggeriscono che tali categorie di individui sono meno interessati al beneficio monetario, il quale può non rappresentare l'unico principio guida nella scelta degli individui.

**Tabella 2.4** – Correlazioni tra le distribuzioni delle medie condizionate (P-values in parentesi)

|                    |                | Fotovoltaico            | Solare Termico          | ROI               | Burocrazia        | Emissioni               |
|--------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|
| <b>Consumatore</b> | Fotovoltaico   | 1                       |                         |                   |                   |                         |
|                    | Solare Termico | -0.293<br>(0.000)       | 1                       |                   |                   |                         |
|                    | ROI            | -0.001<br>(0.984)       | -0.105<br>(0.030)       | 1                 |                   |                         |
|                    | Burocrazia     | 0.053<br>(0.271)        | -0.010<br>(0.835)       | -0.020<br>(0.683) | 1                 |                         |
|                    | Emissioni      | -0.034<br>(0.490)       | -0.075<br>(0.123)       | 0.064<br>(0.191)  | -0.008<br>(0.878) | 1                       |
| <b>Citizen</b>     | Fotovoltaico   | <b>0.142</b><br>(0.003) | -0.060<br>(0.219)       | -0.156<br>(0.001) | -0.008<br>(0.867) | -0.046<br>(0.340)       |
|                    | Solare Termico | -0.054<br>(0.267)       | <b>0.208</b><br>(0.000) | 0.023<br>(0.640)  | 0.004<br>(0.928)  | -0.054<br>(0.268)       |
|                    | Emissioni      | 0.025<br>(0.612)        | 0.086<br>(0.075)        | 0.050<br>(0.303)  | -0.007<br>(0.885) | <b>0.164</b><br>(0.001) |
|                    | Tasse          | -0.062<br>(0.205)       | 0.131<br>(0.007)        | 0.050<br>(0.305)  | -0.064<br>(0.185) | -0.103<br>(0.034)       |

p-values in parentesi

Sulla base di quanto proposto da Richter e Weeks (2016), la Tabella 2.5 propone le medie dei parametri medi individuali e le rispettive deviazioni standard (condizionate), il valore minimo e quello massimo del parametro tra gli individui, e i valori incondizionati del parametro medio stimato  $\hat{\mu}$  e della sua deviazione standard  $\hat{\sigma}$ . La variazione condizionata non risulta essere sufficiente per comprendere a pieno l'eterogeneità dei dati, in quanto cattura l'eterogeneità tra i rispondenti ma non quella relativa ai singoli individui. Il rapporto  $\frac{SD}{\hat{\sigma}}$  rappresenta la quota della varianza incondizionata totale che è spiegata dalla variazione delle medie condizionate. Secondo Richter e Weeks (2016), un quota del 50-60% sarebbe sufficiente per utilizzare l'informazione disponibile al fine di individuare delle differenze tra gli intervistati, ad esempio attraverso una *cluster analysis*.

**Tabella 2.5** – Summary statistics sulle distribuzioni condizionate individuali

|                       | Media  | SD    | Min    | Max   | $\hat{\mu}$ | $\hat{\sigma}$ | SD/ $\hat{\sigma}$ |
|-----------------------|--------|-------|--------|-------|-------------|----------------|--------------------|
| <b>Consumatore</b>    |        |       |        |       |             |                |                    |
| Fotovoltaico          | 0.059  | 0.504 | -1.134 | 1.561 | 0.058       | 0.952          | 0.529              |
| Solare Termico        | -0.151 | 0.579 | -1.411 | 1.280 | -0.161      | 1.011          | 0.572              |
| ROI                   | -0.165 | 0.087 | -0.401 | 0.044 | -0.164      | 0.180          | 0.485              |
| Burocrazia            | -0.453 | 0.475 | -1.576 | 0.727 | -0.455      | 0.835          | 0.569              |
| Emissioni (riduzione) | 0.724  | 0.436 | -0.440 | 1.887 | -0.726      | 0.780          | 0.558              |
| <b>Citizen</b>        |        |       |        |       |             |                |                    |
| Fotovoltaico          | 0.123  | 0.503 | -1.324 | 1.270 | 0.127       | 0.987          | 0.510              |
| Solare Termico        | -0.219 | 0.307 | -1.174 | 0.783 | -0.214      | 0.730          | 0.421              |
| Emissioni (riduzione) | 0.571  | 0.404 | -0.608 | 1.551 | 0.577       | 0.670          | 0.604              |
| Tasse (riduzione)     | 0.300  | 0.209 | -0.279 | 0.806 | 0.298       | 0.386          | 0.542              |

Al fine di testare la validità delle diverse ipotesi comportamentali illustrate precedentemente ed in maniera del tutto nuova rispetto alle strade seguite in letteratura, in questo lavoro viene adottata una strategia di *posterior analysis* basata sull'approccio di *path analysis*, mediante l'utilizzo degli Structural Equations Models (SEM). Nello specifico, vengono modellate le relazioni tra costrutti psicologici latenti (Valori, Norme, Convinzioni e Orientamenti) e la variabile di interesse (ad esempio l'outcome del processo decisionale), misurato dai parametri di preferenza stimati per il Fotovoltaico, il Solare Termico e la riduzione delle Emissioni nei contesti relativi al Consumatore e al Cittadino.

Per ogni attributo sono stati selezionati i parametri individuali significativamente diversi da zero, ovvero quelli che permettevano di identificare una preferenza decisamente positiva o negativa per l'attributo tecnologico e positiva per l'attributo relativo alla riduzione delle emissioni. I parametri medi e le *standard deviations* delle distribuzioni condizionate individuali sono stati utilizzati per costruire un intervallo di confidenza al 95%: se questo ricade interamente nel dominio positivo o in quello negativo, il parametro è considerato significativamente diverso da zero; al contrario, quando l'intervallo include lo zero, la preferenza viene considerata come non significativa e pertanto l'osservazione viene esclusa dalla *posterior analysis*.

La Figura 2.2 riporta i risultati, sotto forma di *path diagram*, dell'applicazione della metodologia SEM al processo decisionale relativo al Fotovoltaico. Emerge innanzitutto che è possibile creare un costrutto comportamentale basato sui parametri di preferenza del Consumatore e del Cittadino: entrambi i fattori confluiscono nella variabile latente PV Behavior. La figura mostra

che il processo decisionale viene attivato dai Valori, nello specifico dal costrutto Biospheric Value. Questo infatti attiva la consapevolezza delle conseguenze, data dalla variabile latente Health, che a sua volta attiva le Norme Morali. Entrambi i costrutti influenzano l'Orientamento (*Attitude*) nei confronti del Fotovoltaico, il quale indirizza le preferenze tale tecnologia e il comportamento di scelta degli individui.

Il processo decisionale sembra dunque guidato da Valori, Convinzioni, Norme ed Orientamenti, come predetto dalla Value Belief Norm Theory. Norme più specifiche, come le Norme Ingiuntive e Descrittive tipiche della Planned Behavior Theory, non sono significative in questo modello.

Altri elementi che influenzano la scelta sono costituiti da due variabili esogene: vivere in condominio (che può essere considerato come un limite tecnico, dovuto alla mancanza di spazio o alla necessità di autorizzazioni – si veda Strazzerà e Statzu, 2017) ed essere provvisti di un impianto domestico di aria condizionata sia per il freddo che per il caldo. Il segno negativo in questo caso sembra non congruo, dal momento che sembra maggiormente plausibile che il Fotovoltaico sia apprezzato in particolare da coloro che utilizzano più energia elettrica. Tuttavia, va ricordato che il baseline è rappresentato dall'Isolamento Termico e che l'aria condizionata risulta più efficiente quando l'edificio è ben isolato: per questo motivo la preferenza per l'Isolamento Termico sembra essere una scelta razionale per queste categorie di individui.

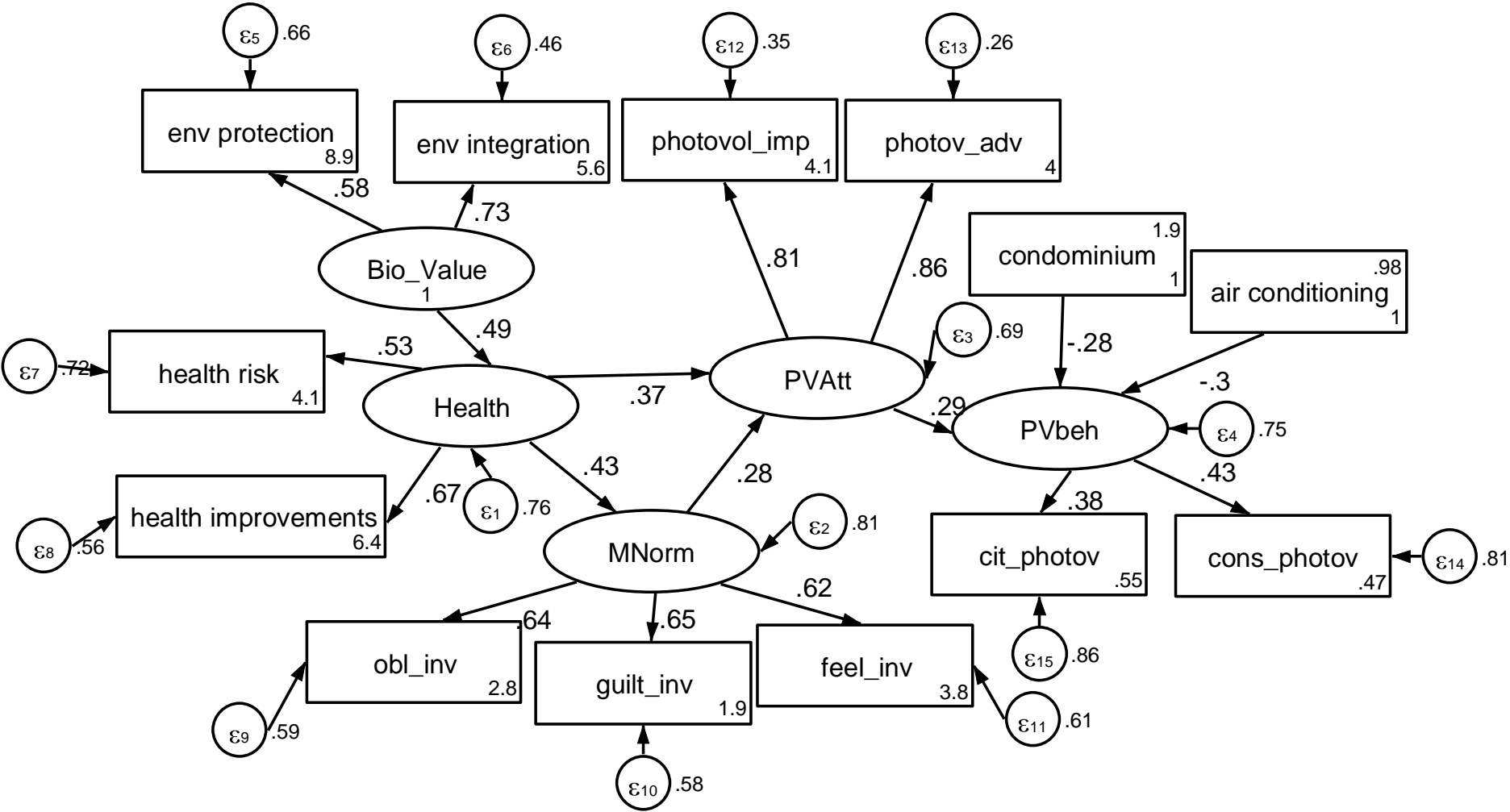
Come rappresentato in Figura 2.3, viene rilevato uno schema simile anche nel modello relativo alle Emissioni. In questo caso la struttura è meno complicata, in quanto il questionario non includeva scale di misurazione specifiche per le emissioni e pertanto non è stato possibile costruire le variabili latenti relative alle Norme e agli Orientamenti. La *path analysis* conferma che il “Biospheric Value” è un antecedente delle convinzioni in materia di Salute, le quali influenzano la preferenza per (e la scelta di) scenari caratterizzati da maggiori riduzioni delle emissioni. Altre variabili esogene riguardano l'istruzione, la ricchezza e l'età: per quest'ultima, il segno negativo implica che le persone più anziane sono meno interessate a tale attributo.

Infine viene proposto il modello decisionale relativo alla tecnologia del Solare Termico (associato all'impianto a gas). La catena “Biospheric Value”, convinzioni sulla Salute, Norme Morali e Orientamenti vista nel processo relativo al Fotovoltaico è parzialmente confermata. Tuttavia emerge una importante differenza, dovuta al legame diretto tra il Valore Biosferico e il

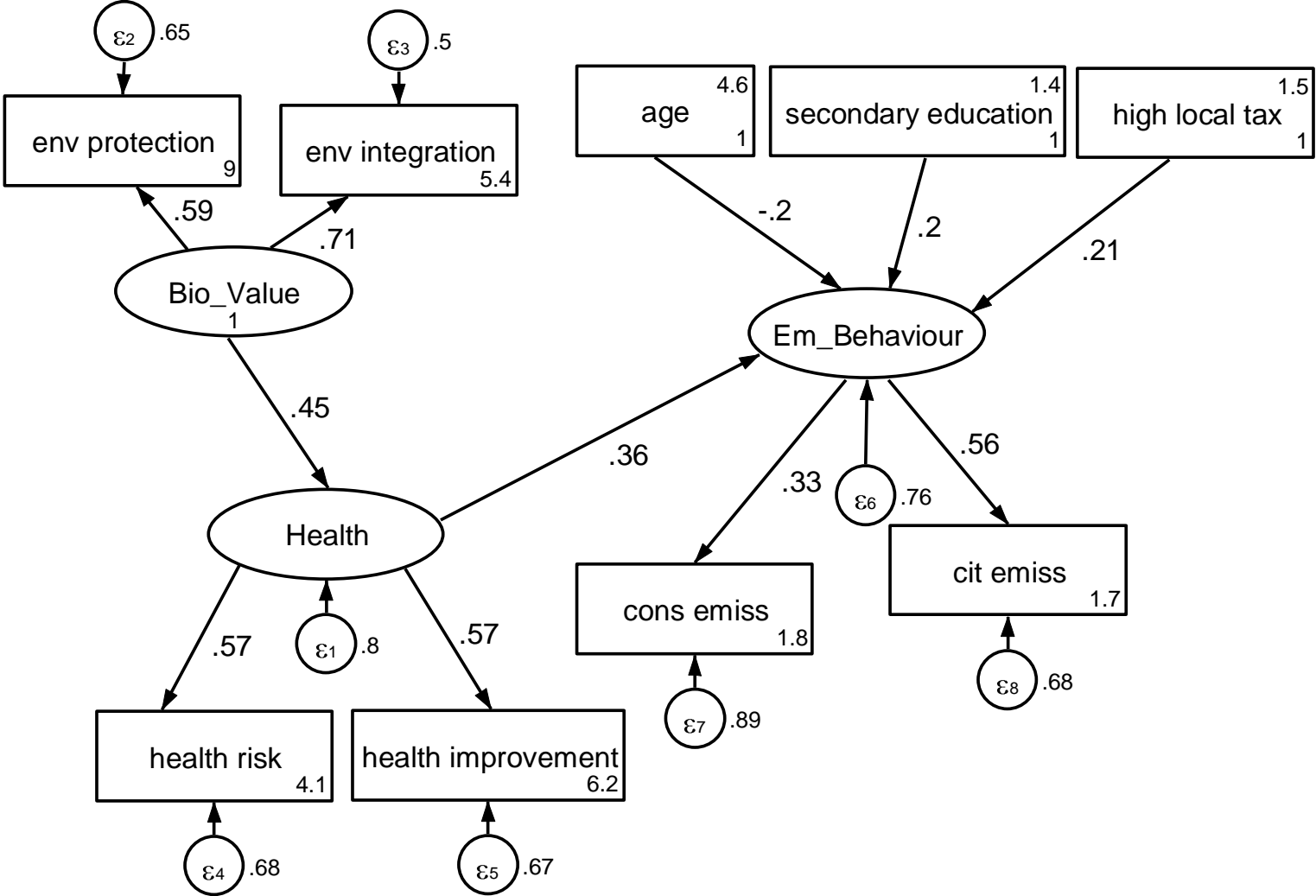


comportamento di scelta relativo al Solare Termico, che sembra suggerire che gli individui con Valore Biosferico basso (correlazione negativa) scelgano tale opzione attraverso un processo decisionale diverso, che non tiene conto di valori, convinzioni e orientamenti. L'unica variabile esogena rilevante in questo modello è il possesso di un impianto di riscaldamento con condizionatore, per il quale viene rilevato un coefficiente negativo, suggerendo così che i possessori di tale sistema siano meno interessati ad adottare tecnologie alternative. I risultati relativi alla relazione tra comportamento di scelta e valore biosferico all'interno del SEM sembrano in linea con le statistiche di correlazione presentate precedentemente: gli individui che preferiscono il Solare Termico sono probabilmente guidati da considerazioni economiche più che etiche, e la Value-Belief-Norm Theory in questo caso spiega il processo decisionale solo in maniera parziale.

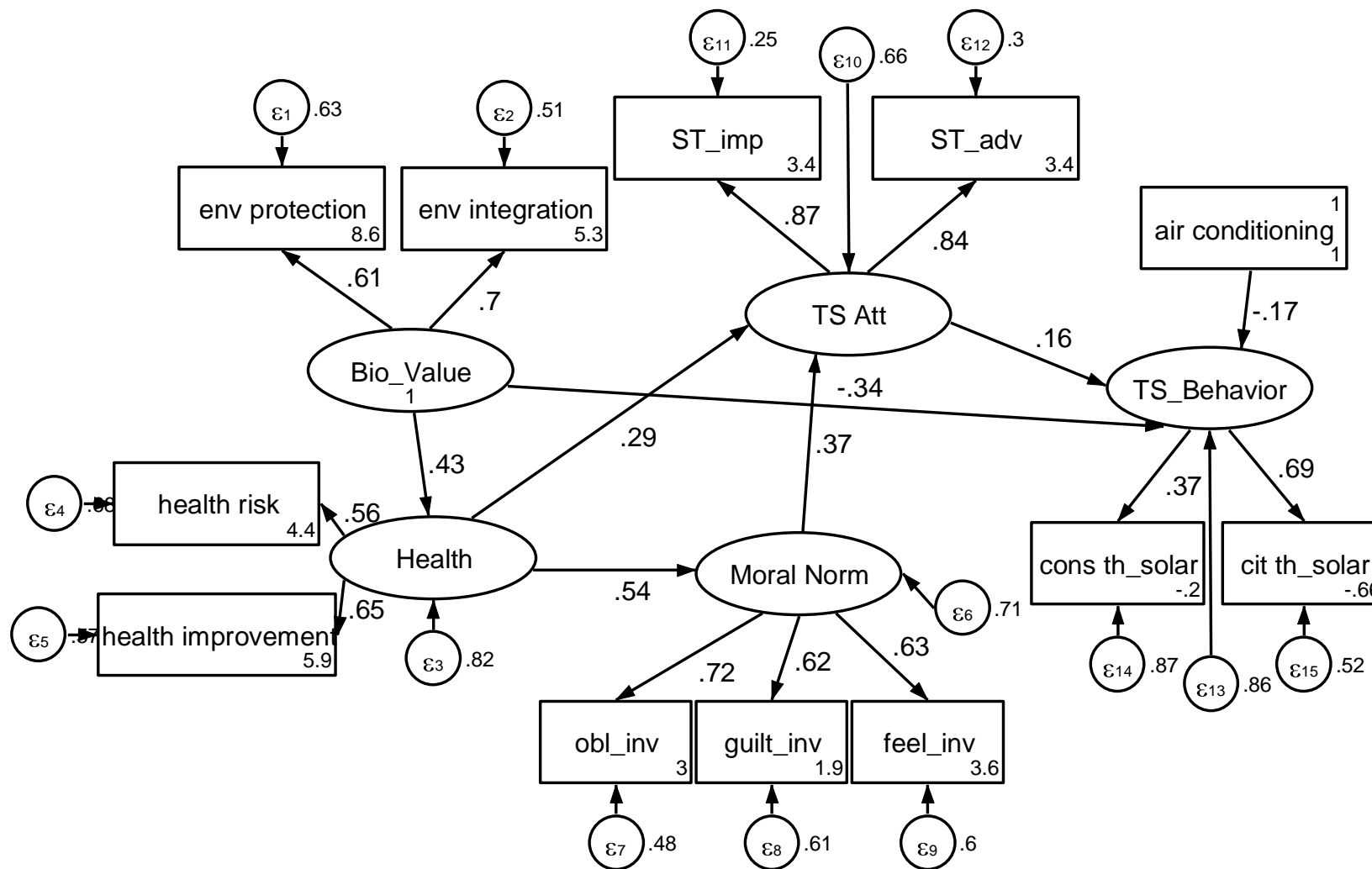
**Figura 2.2** – Processo decisionale relativo al Fotovoltaico: Posterior Analysis mediante SEM



**Figura 2.3** – Processo decisionale relativo alla riduzione delle Emissioni: Posterior Analysis mediante SEM



**Figura 2.4** – Processo decisionale relativo al Solare Termico: Posterior Analysis mediante SEM



**Tabella 2.6** – Structural Equations Models: Goodness of fit

| <b>Fotovoltaico</b>             |        |                  |       |
|---------------------------------|--------|------------------|-------|
| <b>Goodness of Fit measures</b> |        | <b>R-squared</b> |       |
| <b>LR test</b>                  |        | <b>Latent</b>    |       |
| chi2(59) =                      | 71.716 | Health           | 0.281 |
| Prob > chi2 =                   | 0.124  | Mnorm            | 0.653 |
| <b>RMSEA</b>                    | 0.025  | PVAtt            | 0.609 |
| <b>CFI</b>                      | 0.98   | PV_Behavior      | 0.053 |
|                                 |        | <b>Overall</b>   | 0.696 |

| <b>Emissioni</b>                |       |                  |       |
|---------------------------------|-------|------------------|-------|
| <b>Goodness of Fit measures</b> |       | <b>R-squared</b> |       |
| <b>LR test</b>                  |       | <b>Latent</b>    |       |
| chi2(19) =                      | 18.10 | Health           | 0.205 |
| Prob > chi2 =                   | 0.516 | EM_Behavior      | 0.243 |
| <b>RMSEA</b>                    | 0.000 |                  |       |
| <b>CFI</b>                      | 1.000 |                  |       |
|                                 |       | <b>Overall</b>   | 0.696 |

| <b>Solare Termico</b>           |        |                  |       |
|---------------------------------|--------|------------------|-------|
| <b>Goodness of Fit measures</b> |        | <b>R-squared</b> |       |
| <b>LR test</b>                  |        | <b>Latent</b>    |       |
| chi2(47) =                      | 47.519 | Health           | 0.182 |
| Prob > chi2 =                   | 0.451  | Mnorm            | 0.291 |
| <b>RMSEA</b>                    | 0.006  | TS Att           | 0.337 |
| <b>CFI</b>                      | 0.999  | PV_Behavior      | 0.137 |
|                                 |        | <b>Overall</b>   | 0.664 |

## 2.5 Conclusioni

Questo lavoro di ricerca ha mostrato le potenzialità dell'approccio mediante posterior analysis delle distribuzioni delle preferenze condizionate ottenute dalla stima mediante modelli Mixed Logit. La semplice analisi delle correlazioni tra i parametri medi di preferenza condizionate mostra coerenza tra le preferenze individuali nell'ambito del Consumatore e in quello del Cittadino. Inoltre, è stata utile per suggerire possibili interpretazioni del processo decisionale relativo a differenti opzioni.

Viene poi proposto un innovativo approccio di posterior analysis mediante Structural Equations Models, dove costrutti psicologici sono modellati congiuntamente a costrutti comportamentali che derivano dagli esercizi di choice modelling. Il contesto delle Structural Equations è stato utilizzato per analizzare le relazioni tra i costrutti latenti, per approfondire il processo decisionale che soggiace la scelta di (e la preferenza per) una specifica opzione. I risultati dei SEM confermano la coerenza tra le preferenze individuali nei due domini del Consumatore e del Cittadino. Inoltre dimostrano che il processo decisionale è attivato da considerazioni etiche, in accordo con la teoria Value-Belief-Norm, soprattutto per quanto riguarda gli attributi relativi al Fotovoltaico e alla riduzione delle Emissioni, mentre le preferenze per la tecnologia del Solare Termico sembrano dipendere maggiormente da considerazioni di tipo economico.

# CAPITOLO 3

## **Metodologie di analisi delle preferenze: approfondimenti di indagine post-estimation a livello individuale**

---

### **3.1 Introduzione**

Il precedente capitolo di questo elaborato ha affrontato il tema delle preferenze degli individui in ambito ambientale, in particolare per quanto riguarda gli strumenti di efficienza energetica, concentrandosi sul processo decisionale che sta alla base delle scelte degli individui in relazione al ruolo ricoperto.

Quest'ultimo capitolo affronta lo stesso tema in un'ottica puramente pubblica, ma il focus della ricerca diventa un'indagine metodologica sugli strumenti econometrici di stima e Posterior Analysis più adeguati ad identificare la (eventuale) variabilità delle preferenze degli individui-cittadini. I modelli econometrici che verranno utilizzati per la stima sono il Random Parameter Logit Model (RPLM) e il Latent Class Model (LCM), i quali modellano l'eterogeneità delle preferenze in maniera diversa. Mentre il RPLM presuppone che tale eterogeneità segua una funzione continua, per cui i parametri seguono una distribuzione pre-specificata, il LCM definisce tale eterogeneità attraverso delle classi, costituendo di fatto una versione discreta del RPLM.

In letteratura diversi lavori hanno messo a confronto questi due modelli: in questo lavoro, la comparazione riguarda non solo le misure di fit ma anche l'individuazione di preferenze significativamente diverse condizionatamente a determinate caratteristiche socio-demografiche. L'analisi proposta mette a confronto versioni semplici dei modelli LC e RPL con una versione del modello Random Parameter con eterogeneità nelle medie: l'obiettivo è quello di verificare

se il dettaglio informativo derivante da un modello complesso possa essere raggiunto anche attraverso l'applicazione di metodi di Posterior Analysis ai risultati di modelli più snelli. Le implicazioni di tale analisi possono essere rilevanti in casi in cui la stima di modelli complessi è difficile a causa della scarsa numerosità campionaria: appare così vantaggioso vagliare la possibilità di aggirare l'ostacolo sfruttando modelli relativamente semplici su cui realizzare la Posterior Analysis.

L'obiettivo di questo capitolo è quello di mettere a confronto diverse metodologie econometriche utili ad approfondire l'eterogeneità delle preferenze verso le policies tra gli individui che hanno partecipato al choice experiment. Nello specifico, vengono presentati i risultati delle analisi mediante Multinomial Logit Model, Latent Class Model, Random Parameter Logit Model senza covariate e RPLM con heterogeneity in means, modelli in gran parte già esaminati nel primo capitolo di questa tesi.

Il modello Multinomial Logit costituisce una versione più complessa del tipico modello Logit e permette di analizzare scelte discrete che offrono più di due alternative. Il suo limite, legato all'assunzione di omogeneità delle preferenze, viene superato grazie alla specificazione Random Parameter: in questo capitolo vengono proposte e messe a confronto due diverse specificazioni di tale modello econometrico. I risvolti di un'analisi che tiene conto delle caratteristiche degli individui sono diversi a seconda dell'oggetto delle preferenze: in ambito privato può permettere una profilazione puntuale dei consumatori, sulla base della quale strutturare l'offerta e la comunicazione commerciale; in ambito pubblico può supportare i policy maker nella realizzazione di interventi capaci di soddisfare i bisogni di un determinato gruppo di cittadini, di bilanciare le preferenze degli individui che compongono la collettività o ancora di massimizzare l'adozione.

L'analisi econometrica con RPLM restituisce due tipi di output:

- le preferenze medie stimate per ciascun attributo, accompagnate dalle rispettive standard deviations;
- vettori di parametri di preferenza individuale verso ciascun attributo, con le relative standard deviations individuali.

Tale modello offre così lo spunto per effettuare varie forme di posterior analysis sui coefficienti individuali, per la quale la letteratura esistente suggerisce di avvalersi di statistiche descrittive, analisi di correlazione e cluster analysis, mentre nel capitolo precedente è stato proposto un



approccio nuovo mediante Structural Equations Models. Il valore aggiunto di tale fase è dato dalla possibilità di ricercare un'associazione tra le preferenze individuali e le caratteristiche della persona. Il Random Parameter Logit Model ammette un tipo di indagine simile anche attraverso l'introduzione delle caratteristiche individuali nella fase di stima del modello mediante la specificazione che include l'eterogeneità nelle medie.

Tale possibilità è ammessa anche dal Latent Class Model che, pur presentando alcune caratteristiche simili al RPLM, se ne differenzia in quanto mentre quest'ultimo modella l'eterogeneità tra gli individui come una funzione continua dei parametri, il LCM deriva l'eterogeneità attraverso classi differenti, ognuna con i propri parametri.

### **Il confronto in letteratura.**

Gli studi nei quali viene proposto un confronto tra modelli Random Parameter Logit e Latent Class giungono a conclusioni tra loro contrastanti, suggerendo che la performance migliore dell'uno o dell'altro dipenda dal caso studio e dai dati analizzati.

Greene ed Hensher (2003) nel loro studio sulle WTP e le probabilità di scelta rilevano evidenza, seppur poca, in favore del LCM, così come Colombo et al. (2009) nella loro ricerca sulle fonti dell'eterogeneità, in cui mettono a confronto il RPLM, il LCM ed il Covariance-Heterogeneity model. Mentre Provencher e Bishop (2004) non trovano differenze a favore di uno o dell'altro, Hynes et al. (2008), di fronte a risultati simili, scelgono il LCM come più informativo.

In diversi studi i due modelli vengono proposti semplicemente come forme alternative di modellazione dell'eterogeneità, senza necessariamente individuare quale delle due specificazioni ottenga risultati migliori, ma mettendo in evidenza i risultati in comune e quelli contrastanti (Gelo e Koch, 2012; Borg e Scarpa, 2010; Shen and Saijo, 2009).

## 3.2 Il caso studio

Il dataset utilizzato per l'analisi metodologica proposta in questo capitolo fa riferimento a due choice experiments realizzati in Sardegna nel 2012.

Il primo è quello già proposto nel capitolo precedente di questo elaborato. Si tratta di una survey che ha coinvolto 432 individui, intervistati nei comuni di Cagliari (154.000 abitanti) e di Quartu Sant'Elena (circa 71.000 abitanti), tra Luglio e Settembre del 2012. Il choice experiment proposto richiedeva agli individui di scegliere tra diversi strumenti di efficienza energetica presentati inizialmente come parte di un mix di politiche pubbliche locali e poi come investimenti privati per la propria abitazione. Tuttavia, ai fini della presente ricerca viene preso in considerazione solo il ramo relativo agli esperimenti di scelta compiuti dagli individui all'interno del contesto pubblico, in cui il loro comportamento è riconducibile al ruolo di cittadini.

Il secondo dataset proviene invece da una survey molto simile realizzata nei comuni sardi di Ovodda (1.623 abitanti), Assemini (26.700 abitanti), Santa Giusta (4.810 abitanti) e Iglesias (27.664 abitanti). In questo caso i questionari, seppur con alcune piccole differenze, hanno replicato gli esperimenti di scelta già visti per i comuni di Cagliari e Quartu Sant'Elena, ma solo per quanto riguarda la sfera pubblica. Va qui sottolineato che non è stato adottato un vero piano di campionamento ma si è seguito un criterio di convenienza, per cui l'analisi non è presentata con scopi di inferenza sulla popolazione regionale ma ha semplice carattere esplorativo.

Sulla base dei due questionari è stato possibile creare un unico dataset con le informazioni comuni acquisite con le due survey. Sul fronte delle caratteristiche socio-demografiche, le informazioni acquisite riguardano:

- genere
- età
- titolo di studio;
- stato occupazionale;
- città di residenza;
- tipo di abitazione.

Sul fronte energetico-ambientale, vengono raccolte informazioni relative a chi paga le bollette in famiglia, alla spesa per le utenze, al tipo di impianto di riscaldamento e condizionamento utilizzato.

La Tabella 3.1 riporta alcune statistiche descrittive relative alle variabili considerate nell'analisi. Nella Tabella 3.2 sono presentate le correlazioni tra tali variabili: emerge qui una correlazione elevata tra la residenza a Cagliari e il vivere in un condominio, di cui si dovrà tener conto nelle fasi successive dell'analisi al fine di non trarre conclusioni potenzialmente fuorvianti.

Il choice experiment sottoposto richiede agli intervistati di scegliere tra due scenari definiti da combinazioni diverse di public policy che dovrebbero essere adottate a livello locale. I settori coinvolti riguardano:

- le politiche energetiche, con tre tipi di interventi di efficienza energetica (impianto fotovoltaico, solare termico e isolamento termico) che dovrebbero essere promossi dall'amministrazione pubblica;
- raccolta dei rifiuti, realizzabile mediante porta a porta, cassonetti in strada o cassonetti interrati;
- riduzione delle emissioni, con percentuali del 20 o 40 %;
- variazioni nelle tasse locali: per i comuni di Cagliari, Quartu Sant'Elena, Assemini, Santa Giusta e Iglesias è stata riproposta la riduzione delle imposte per importi di 0, 100, 200 o 300 euro, sulla base delle considerazioni esposte nel capitolo precedente, mentre ai cittadini di Ovodda, dove non vi era stato alcun precedente incremento delle imposte locali, è stato prospettato un aumento per i medesimi importi.
- trasporto pubblico, con politiche che garantiscono più o meno servizi. In particolare, mentre a Cagliari e Quartu Sant'Elena venivano prospettati differenti tempi massimi di attesa per i mezzi pubblici (5, 10 o 15 minuti), negli altri comuni le soluzioni proposte riguardavano la disponibilità di servizi di trasporto pubblico come autonoleggio sia con che senza conducente, solo autonoleggio con conducente o nessun servizio.

Gli intervistati sono chiamati a scegliere tra due scenari per sei volte.

**Tabella 3.1 – Statistiche descrittive**

|   | <b>Freq.</b>           | <b>Percent.</b> | <b>Cumul.</b>   |            |            |
|---|------------------------|-----------------|-----------------|------------|------------|
| <b>Genere</b>                           |                        |                 |                 |            |            |
|   | Femmine                | 386             | 59.94           | 59.94      |            |
|   | Maschi                 | 258             | 40.06           | 100        |            |
| <b>Titolo di Studio</b>                 |                        |                 |                 |            |            |
|   | Nessuno                | 1               | 0.16            | 0.16       |            |
|   | Licenza Elementare     | 48              | 7.45            | 7.61       |            |
|   | Licenza Media          | 206             | 31.99           | 39.6       |            |
|   | Licenza Superiore      | 253             | 39.29           | 78.88      |            |
|   | Laurea                 | 119             | 18.48           | 97.36      |            |
|   | Post Laurea            | 17              | 2.64            | 100        |            |
| <b>Stato Occupazionale</b>              |                        |                 |                 |            |            |
|   | Occupata/o             | 328             | 50.93           | 50.93      |            |
|   | Disoccupata/o          | 52              | 8.07            | 59.01      |            |
|   | Precaria/o             | 35              | 5.43            | 64.44      |            |
|   | Pensionata/o           | 126             | 19.57           | 84.01      |            |
|   | Casalinga/o            | 96              | 14.91           | 98.91      |            |
|   | Studentessa/e          | 7               | 1.09            | 100        |            |
| <b>Comune</b>                           |                        |                 |                 |            |            |
|   | Cagliari               | 307             | 47.67           | 47.67      |            |
|   | Quartu Sant'Elena      | 121             | 18.79           | 66.46      |            |
|   | Ovodda                 | 108             | 16.77           | 83.23      |            |
|   | Assemini               | 36              | 5.59            | 88.82      |            |
|   | Santa Giusta           | 36              | 5.59            | 94.41      |            |
|   | Iglesias               | 36              | 5.59            | 100        |            |
| <b>Tipo abitazione</b>                  |                        |                 |                 |            |            |
|   | Singola                | 229             | 35.56           | 35.56      |            |
|   | Condominio             | 398             | 61.8            | 97.36      |            |
|   | Villetta a schiera     | 17              | 2.64            | 100        |            |
| <b>Riscaldamento con condizionatore</b> |                        |                 |                 |            |            |
|   | No                     | 328             | 50.93           | 50.93      |            |
|   | Si                     | 316             | 49.07           | 100        |            |
|   | <b>N. Osservazioni</b> | <b>Media</b>    | <b>St. Dev.</b> | <b>Min</b> | <b>Max</b> |
| <b>Età</b>                              | 644                    | 50.78           | 13.14           | 21         | 86         |

**Tabella 3.2** – Correlazioni tra variabili socio-demografiche

|                       | <b>Cagliari</b> | <b>Quartu</b> | <b>Ovodda</b> | <b>Assemini</b> | <b>S. Giusta</b> | <b>Iglesias</b> | <b>Condominio</b> | <b>Laurea</b> | <b>Maschi</b> | <b>Giovani</b> | <b>Occupati</b> | <b>Condizionatore</b> |
|-----------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------------|
| <b>Cagliari</b>       | 1               |               |               |                 |                  |                 |                   |               |               |                |                 |                       |
| <b>Quartu</b>         | -0.4591         | 1             |               |                 |                  |                 |                   |               |               |                |                 |                       |
| <b>Ovodda</b>         | -0.4284         | -0.2159       | 1             |                 |                  |                 |                   |               |               |                |                 |                       |
| <b>Assemini</b>       | -0.2322         | -0.117        | -0.1092       | 1               |                  |                 |                   |               |               |                |                 |                       |
| <b>S. Giusta</b>      | -0.2322         | -0.117        | -0.1092       | -0.0592         | 1                |                 |                   |               |               |                |                 |                       |
| <b>Iglesias</b>       | -0.2322         | -0.117        | -0.1092       | -0.0592         | -0.0592          | 1               |                   |               |               |                |                 |                       |
| <b>Condominio</b>     | 0.456           | 0.0182        | -0.2972       | -0.1565         | -0.2817          | -0.1008         | 1                 |               |               |                |                 |                       |
| <b>Laurea</b>         | 0.1232          | -0.0151       | -0.0795       | -0.01           | -0.0928          | -0.01           | 0.0936            | 1             |               |                |                 |                       |
| <b>Maschi</b>         | 0.0064          | -0.0201       | -0.0023       | 0.008           | -0.0196          | 0.0356          | 0.0036            | -0.0271       | 1             |                |                 |                       |
| <b>Giovani</b>        | -0.211          | -0.1465       | 0.3622        | -0.0387         | 0.1376           | 0.0201          | -0.1667           | 0.0684        | -0.0152       | 1              |                 |                       |
| <b>Occupati</b>       | 0.004           | -0.0288       | 0.0166        | 0.1036          | -0.0857          | -0.0045         | -0.0685           | 0.0741        | 0.1686        | 0.105          | 1               |                       |
| <b>Condizionatore</b> | 0.0271          | -0.0109       | -0.2494       | 0.1668          | 0.0316           | 0.1668          | -0.021            | 0.0249        | 0.0216        | -0.105         | 0.1246          | 1                     |

### 3.3 I risultati dei modelli.

In questo paragrafo vengono proposti i risultati dell'applicazione dei modelli presentati al caso studio in oggetto, confrontando l'output dei modelli, gli indici di goodness of fit e l'individuazione di differenze significative relative ai parametri di preferenza stimati e alle willingness to pay rispetto al comune di provenienza e ad alcune caratteristiche socio-demografiche.

I risultati delle stime dei modelli Multinomial Logit (MNL), Latent Class (LC), Random Parameter Logit semplice (RPLM) e con eterogeneità nelle medie (RPLM-HM) sono presentati nella Tabella 3.3. L'isolamento termico e la raccolta dei rifiuti mediante cassonetti interrati costituiscono il baseline dei rispettivi attributi, pertanto i parametri di preferenza stimati si riferiscono al confronto con tali opzioni.

Per quanto riguarda la tecnologie di risparmio energetico, gli intervistati non mostrano una preferenza significativamente diversa, rispetto all'isolamento termico, verso il fotovoltaico, per il quale gli unici parametri di preferenza significativi vengono stimati all'interno delle classi del modello Latent Class, in due casi con il segno positivo e in uno con segno negativo. L'impianto solare termico, abbinato alla caldaia a gas, risulta invece significativamente meno preferito rispetto all'isolamento termico nei modelli Multinomial Logit e Random Parameter semplice, mentre il modello LC individua un'avversione significativa nella classe 1 e una preferenza significativa nella classe 2.

In tema di raccolta dei rifiuti, il metodo porta a porta risulta significativamente non preferito rispetto ai cassonetti interrati in tutti i modelli stimati, con l'unica eccezione di una classe su tre nel modello LC. Lo stesso discorso vale anche per l'utilizzo dei cassonetti in strada, per i quali emerge un'avversione significativa anche nella classe 2 del modello LC. Tali stime permettono di individuare i cassonetti interrati come strumento generalmente preferito da parte degli intervistati: emerge tuttavia, nel modello Latent Class, la presenza rilevante di cittadini che apprezzerebbero maggiormente la raccolta porta a porta.

In tema di trasporto pubblico, tutti i modelli evidenziano una preferenza significativamente minore verso politiche che garantiscono meno servizi (in termini di tempi di attesa dei mezzi o di

servizi di noleggio auto). Tale orientamento è confermato anche dal modello Latent Class, le cui classi individuano solo preferenze di segno negativo o non significative.

I modelli sono concordi anche nel rilevare una preferenza verso opzioni che riducono le emissioni nocive nell'aria e un'avversione, facilmente preventivabile, verso maggiori aumenti delle imposte locali: sembrano dunque emergere da una parte una generale attenzione da parte dei cittadini verso la qualità dell'ambiente in cui vivono, e dall'altra la preoccupazione per il costo, in termini monetari, legato alle policy proposte.

Le statistiche Log-likelihood e Pseudo R-quadro suggeriscono che il semplice Multinomial Logit, in cui vale l'ipotesi di omogeneità delle preferenze, sia meno capace di spiegare le scelte degli individui del campione. In aggiunta, le stime del Random Parameter Logit evidenziano la significatività delle distribuzioni delle standard deviations di tutti gli attributi, suggerendo così di accettare l'ipotesi di eterogeneità delle preferenze. Coerentemente con ciò, i modelli LC e RPL, che ammettono distribuzioni dei parametri in forma discreta o continua, sembrano più adatti a spiegare le preferenze dei cittadini intervistati. Le statistiche menzionate non sono però sufficienti ad individuare in maniera chiara quale, tra quelli proposti, sia il modello preferibile, in quanto risultano influenzate dal numero dei parametri da stimare all'interno del modello.

### **Misure a supporto della scelta tra modelli**

Come già anticipato nel capitolo iniziale, la scelta tra modelli diversi richiede il supporto di criteri statistici che permettono al ricercatore di individuare quale, tra le specificazioni adottate, sia in grado di approssimare meglio la realtà.

Il valore della log-likelihood e il numero di gradi di libertà e di osservazioni sono stati utilizzati per costruire gli indicatori AIC, AIC3, CAIC e BIC. Nella Tabella 3.4 viene proposto un riepilogo degli indici relativi ai quattro modelli specificati in questo capitolo. Per tutti gli indicatori considerati vale il principio per cui è da preferirsi il modello con il minor indice (in valore assoluto).

**Tabella 3.3** – Risultati dei modelli stimati

|                      | Multinomial Logit  | Latent Class   |   |   | Random Parameter Logit   |                       | RPLM - Heterogeneity in means  |
|----------------------|--|--|---|---|--|-----------------------|--|
|                      | COEFF.   | LATENT CLASS 1<br>(PROB. 0.503)<br>COEFF.  | LATENT CLASS 2<br>(PROB. 0.297)<br>COEFF. | LATENT CLASS 3<br>(PROB. 0.2)<br>COEFF. | COEFF.   | DISTNS. OF RPS ST.DEV | COEFF.   |
| Fotovoltaico         | -.0124<br>(0.797)  | -.659***<br>(0.000)  | .748***<br>(0.003)                        | 1.442**<br>(0.039)                      | .061<br>(0.532)  | 1.158***<br>(0.000)   | 0.292<br>(0.338)   |
| Solare Termico       | -.170***<br>(0.001)  | -.475***<br>(0.000)  | .395*<br>(0.054)                          | -.165<br>(0.448)                        | -.275***<br>(0.002)  | .826***<br>(0.000)    | -.291<br>(0.316)   |
| Porta a Porta        | -.308***<br>(0.000)  | -.137<br>(0.452)   | .441**<br>(0.044)                         | -3.002***<br>(0.000)                    | -.509***<br>(0.000)  | 1.632***<br>(0.000)   | -1.141***<br>(0.001)   |
| Cassonetti in strada | -.414***<br>(0.000)  | -.06<br>(0.638)  | -.931***<br>(0.000)                       | -.99***<br>(0.005)                      | -.729***<br>(0.000)  | 1.216***<br>(0.000)   | -1.117***<br>(0.001)   |
| Trasporto            | -.124***<br>(0.000)  | -.207***<br>(0.000)  | -.064<br>(0.452)                          | -.027<br>(0.85)                         | -.181***<br>(0.000)  | .401***<br>(0.000)    | -.149<br>(0.292)   |
| Emissioni            | .327***<br>(0.000)   | .321***<br>(0.000)   | .582***<br>(0.000)                        | .486**<br>(0.034)                       | .595***<br>(0.000)   | .922***<br>(0.000)    | .783***<br>(0.000)   |
| Tasse                | -.217***<br>(0.000)  | -.371***<br>(0.000)  | .018<br>(0.804)                           | -.422***<br>(0.000)                     | -.387***<br>(0.000)  | .477***<br>(0.000)    | -.258**<br>(0.027)   |
|                      | N. obs. = 3806<br>Log-likelihood = -2508.97<br>R-sqrd = 0.0489<br>Adj. R-sqrd = 0.0471 | N. obs. = 3806<br>Log-likelihood = -2416.26<br>McFadden Pseudo<br>R-squared = 0.0841 |   |   | N. obs. = 3806<br>Log-likelihood = -2377.95<br>McFadden Pseudo<br>R-squared = 0.0953 |                       | N. obs. = 3806<br>Log-likelihood = -2274.30<br>McFadden Pseudo<br>R-squared = 0.1168 |

P-Values in parentesi

Note: \*\*\*, \*\*, \* ==> Significance at 1%, 5%, 10% level



**Tabella 3.4** - Criteri di selezione dei modelli

|                          | <b>MNL</b> | <b>LC</b> | <b>RPLM</b>     | <b>RPLM-HM</b> |
|--------------------------|------------|-----------|-----------------|----------------|
| <b>Log-Likelihood</b>    | -2508.97   | -2416.26  | -2377.95        | -2274.30       |
| <b>Degree of Freedom</b> | 7          | 23        | 14              | 91             |
| <b>N. observation</b>    | 3806       | 3806      | 3806            | 3806           |
| <b>AIC</b>               | -5031.94   | -4878.52  | -4783.91        | <b>-4730.6</b> |
| <b>AIC3</b>              | -5038.94   | -4901.52  | <b>-4797.91</b> | -4821.6        |
| <b>CAIC</b>              | -5082.65   | -5045.14  | <b>-4885.33</b> | -5389.83       |
| <b>BIC</b>               | -5075.65   | -5022.14  | <b>-4871.33</b> | -5298.83       |

Gli indici calcolati mostrano abbastanza chiaramente che il modello maggiormente capace di descrivere le preferenze degli individui in questo caso studio è il Random Parameter Logit Model. L'unica incertezza riguarda quale, delle due specificazioni proposte, sia la più efficace: il criterio AIC fa propendere per il RPLM con eterogeneità nelle medie, mentre gli indici AIC3, CAIC e BIC suggeriscono il modello RPLM semplice.

Tali risultati avvalorano l'idea che gli individui manifestino preferenze diverse per gli attributi in oggetto e che, considerato il supporto della letteratura verso l'utilizzo di più criteri, la specificazione RPLM risulta essere evidentemente l'opzione migliore per l'analisi dei dati di questo caso studio. Il confronto con il RPLM con eterogeneità nelle medie indica inoltre che un modello relativamente snello è capace di descrivere i dati con un grado di *fit* molto simile a quello di un modello più complesso, che rappresenta di fatto un controllo per le versioni semplici.

Sulla base di tali conclusioni, pare dunque interessante approfondire il confronto tra i modelli anche all'individuazione di differenze significative tra le preferenze degli individui.

### 3.4 La Posterior Analysis nei diversi modelli

I modelli Latent Class e Random Parameter Logit ammettono l'ipotesi di eterogeneità nelle preferenze in maniere differenti, ma entrambi restituiscono dei vettori di parametri di preferenze e WTP individuali che possono essere oggetto di varie forme di posterior analysis, come già evidenziato nel capitolo precedente.

#### **Il confronto delle *willingness to pay***

In questo paragrafo viene proposto un confronto tra le disponibilità a pagare (*willingness to pay*, WTP) individuali stimate dai modelli Latent Class e Random Parameter Logit semplice.

Viene escluso dal confronto l'attributo legato al Trasporto pubblico in quanto, vista la differenza tra le alternative proposte a Cagliari e Quartu da un lato e Ovodda, Assemmini, Santa Giusta e Iglesias dall'altro (che in precedenza per semplicità sono state ricondotte alla quantità/qualità di servizi offerti), non sarebbe stato corretto stimare la disponibilità a pagare per un'unità aggiuntiva dell'attributo.

Per quanto riguarda il modello Latent Class, nella Tabella 3.5 vengono inizialmente proposte due alternative di calcolo della WTP. La prima deriva dalle disponibilità a pagare individuali restituite dal modello: ogni individuo è stato ricondotto alla classe in cui era maggiore la sua probabilità di appartenenza e si è poi proceduto a calcolare la WTP media all'interno di ogni classe. Con il secondo metodo invece la WTP è stata calcolata come semplice rapporto tra i  $\beta$  stimati all'interno di ogni classe e il parametro monetario legato alle tasse locali. In entrambi i casi la WTP relativa alla classe 2 non è stata stimata, in quanto tale classe manifestava una preferenza non significativa verso l'attributo monetario. Parallelamente, non vengono riportate le WTP relative a parametri stimati non significativi, per i quali il rapporto è necessariamente pari a zero. Le disponibilità a pagare calcolate per ciascuna classe con i due metodi risultano sempre coerenti, con il rapporto tra i  $\beta$  che sembra tendere a restituire valori maggiori, sia in un verso che nell'altro. Inoltre, sulla base delle WTP individuali, si rilevano le disponibilità a pagare più prossime allo zero per determinati attributi proprio in quelle classi in cui il parametro stimato dal modello risultava non significativo, mostrando dunque una certa coerenza generale tra i due metodi utilizzati.

**Tabella 3.5** – WTP nel modello Latent Class

| da WTP individuali    |       |  | da parametri stimati  |       |  |
|-----------------------|-------|--|-----------------------|-------|--|
| <b>Fotovoltaico</b>   |       |  | <b>Fotovoltaico</b>   |       |  |
| Class 1               | 1.03  |  | Class 1               | 1.78  |  |
| Class 3               | -2.47 |  | Class 3               | -3.41 |  |
| <b>Solare Termico</b> |       |  | <b>Solare Termico</b> |       |  |
| Class 1               | 1.03  |  | Class 1               | 1.28  |  |
| Class 3               | 0.49  |  | Class 3               | ---   |  |
| <b>Porta a porta</b>  |       |  | <b>Porta a porta</b>  |       |  |
| Class 1               | 0.64  |  | Class 1               | ---   |  |
| Class 3               | 5.58  |  | Class 3               | 7.11  |  |
| <b>Strada</b>         |       |  | <b>Strada</b>         |       |  |
| Class 1               | 0.80  |  | Class 1               | ---   |  |
| Class 3               | 2.09  |  | Class 3               | 2.34  |  |
| <b>Emissioni</b>      |       |  | <b>Emissioni</b>      |       |  |
| Class 1               | -1.19 |  | Class 1               | -0.87 |  |
| Class 3               | -1.23 |  | Class 3               | ---   |  |

Le stime della WTP relativa al RPL (semplice) che vengono proposte nella Tabella 3.6 derivano dalle distribuzioni individuali. L'analisi prende spunto dalle considerazioni di Hess (2007) che aveva sottolineato come l'utilizzo di disponibilità a pagare individuali comporti il rischio di rilevare WTP eccessive. I metodi presentati prendono in considerazione solo gli individui che manifestano una preferenza significativamente diversa da zero e calcolano la WTP e la WTA media:

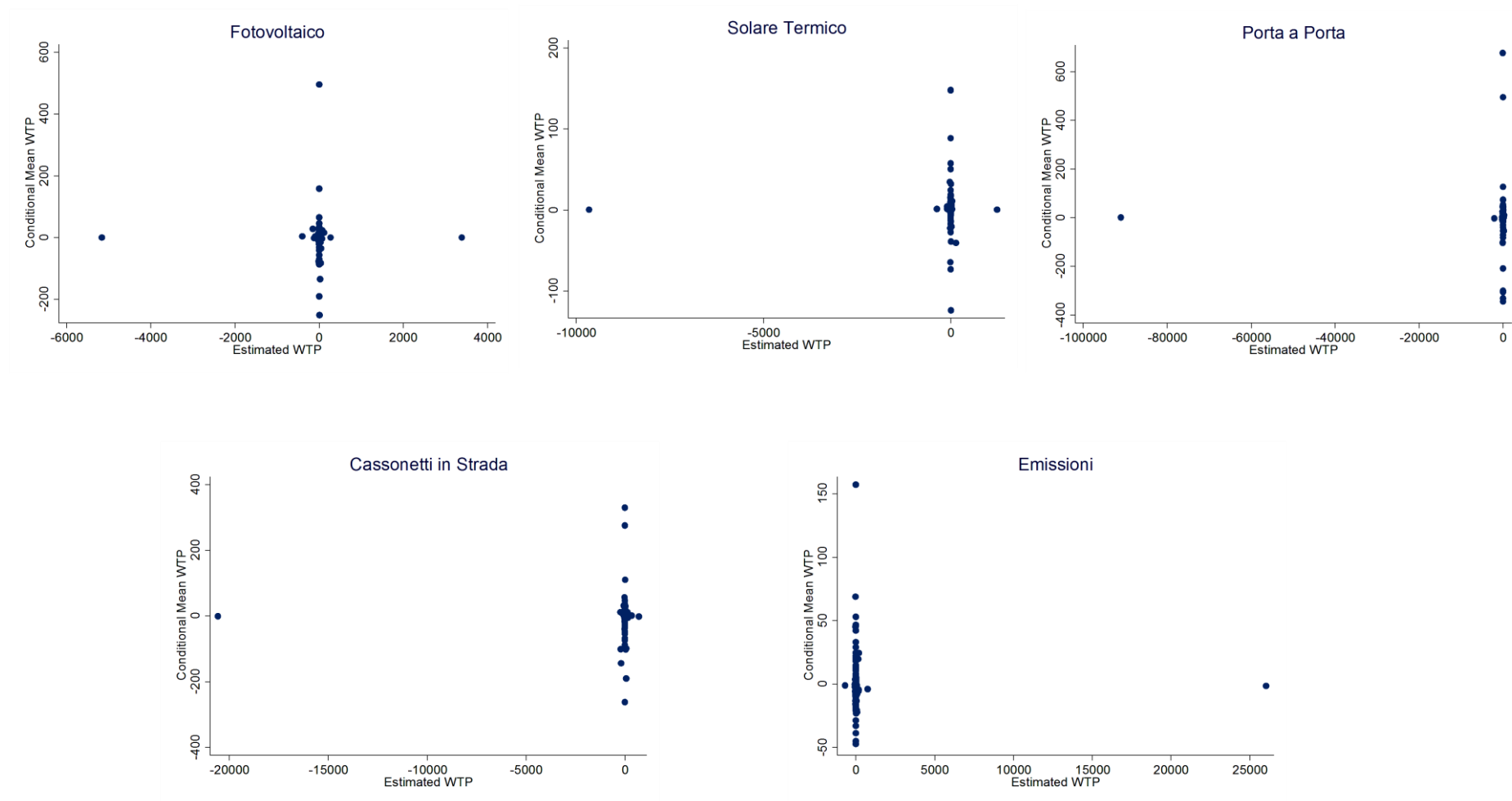
- sulla base delle stime del modello, prendendo in considerazione prima tutti i valori (“*uncensored*”) e poi escludendo quelli che risultavano del tutto sproporzionati (“*censored*”);
- sulla base delle conditional means, ovvero calcolando nella fase di post-estimation il rapporto i parametri di preferenza individuali di ogni attributo e il parametro di preferenza individuale per l'attributo monetario; anche in questo caso vengono proposte medie *uncensored* e *censored*.

La Tabella 3.6 mostra, come era prevedibile, la tendenza del calcolo “*uncensored*” a sovrastimare WTP e WTA per tutti gli attributi considerati, offrendo valori nettamente “gonfiati” rispetto a quelli ottenuti con gli altri due metodi. L’approccio “*censored*”, per il quale come detto sono stati esclusi i valori di WTP stimata individuale che risultavano evidentemente eccessivi, sembra offrire stime più realistiche che vengono confermate anche dal calcolo basato sui rapporti tra le conditional means. Anche quest’ultimo metodo tende effettivamente a restituire WTP che presentano degli outliers, ma questi sono notevolmente più contenuti rispetto a quelli rilevati utilizzando le distribuzioni stimate, come confermato dalle scatter plot in Figura 3.1. I nostri risultati confermano quelli di Hess (2007) circa la maggiore affidabilità delle stime di WTP ottenute attraverso la Posterior Analysis sulle conditional means.

**Tabella 3.6 – WTP nel modello RPL**

|                       |                   |            | WTA     | WTP    | Generale | min    | max   |
|-----------------------|-------------------|------------|---------|--------|----------|--------|-------|
| <b>Fotovoltaico</b>   | WTP draws         | Uncensored | -24.02  | 16.58  | -3.89    | -5169  | 3394  |
|                       |                   | Censored   | -5.09   | 4.85   | -0.15    |        |       |
|                       | Conditional means | Uncensored | -5.10   | 5.38   | -0.50    | -250   | 496   |
|                       |                   | Censored   | -2.51   | 2.53   | -0.29    |        |       |
| <b>Solare Termico</b> | WTP draws         | Uncensored | -46.09  | 6.60   | -14.44   | -9656  | 1231  |
|                       |                   | Censored   | -4.33   | 3.20   | 0.20     |        |       |
|                       | Conditional means | Uncensored | -4.61   | 3.02   | 1.12     | -124   | 148   |
|                       |                   | Censored   | -2.66   | 1.84   | 0.77     |        |       |
| <b>Porta a porta</b>  | WTP draws         | Uncensored | -393.46 | 7.92   | -155.33  | -91035 | 213   |
|                       |                   | Censored   | -7.99   | 7.92   | 1.50     |        |       |
|                       | Conditional means | Uncensored | -11.50  | 8.77   | 1.24     | -344   | 676   |
|                       |                   | Censored   | -4.46   | 5.31   | 1.89     |        |       |
| <b>Strada</b>         | WTP draws         | Uncensored | -106.30 | 8.46   | -30.53   | -20566 | 695   |
|                       |                   | Censored   | -9.34   | 5.95   | 0.76     |        |       |
|                       | Conditional means | Uncensored | -15.20  | 5.47   | 1.11     | -262   | 330   |
|                       |                   | Censored   | -7.34   | 4.19   | 1.98     |        |       |
| <b>Emissioni</b>      | WTP draws         | Uncensored | -5.41   | 137.57 | 43.02    | -674   | 26033 |
|                       |                   | Censored   | -3.78   | 10.74  | 1.11     |        |       |
|                       | Conditional means | Uncensored | -3.23   | 7.63   | -1.26    | -47    | 157   |
|                       |                   | Censored   | -2.99   | 4.41   | -1.82    |        |       |

**Figura 3.1** – Scatter plot delle WTP calcolate con Conditional Means e stimate nel modello



## L'individuazione di differenze significative nelle preferenze nei tre modelli.

In questo paragrafo viene proposta un'analisi sui coefficienti che, mediante statistiche descrittive, mira ad individuare l'eventuale esistenza di differenze nelle preferenze in relazione a un set di variabili socio-demografiche. Mentre nel modello Latent Class e nel modello Random Parameter semplice tali differenze vanno ricercate nelle distribuzioni dei coefficienti individuali, la specificazione RPLM con eterogeneità nelle medie include tali possibili differenze già nella definizione del modello, stimando degli *shift* dei parametri in relazione al valore assunto dalle variabili considerate. In questo studio sono state ricercate differenze significative in relazione al comune di residenza e alle caratteristiche socio-demografiche e dell'abitazione riportate nella Tabella 3.7.

**Tabella 3.7** – Categorie di covariate

|                                  |                      |   |
|----------------------------------|----------------------|---|
| <b>Comune</b>                    |                      |   |
|                                  | Quartu Sant'Elena    | baseline = Cagliari   |
|                                  | Ovodda               | baseline = Cagliari   |
|                                  | Assemini             | baseline = Cagliari   |
|                                  | Santa Giusta         | baseline = Cagliari   |
|                                  | Iglesias             | baseline = Cagliari   |
| <b>Tipo di Abitazione</b>        |                      |   |
|                                  | Condominio           | baseline = villetta a schiera<br>o abitazione singola                             |
| <b>Livello di Istruzione</b>     |                      |   |
|                                  | Laurea e Post Laurea | baseline = fino a diploma scuola superiore  |
| <b>Genere</b>                    |                      |   |
|                                  | Maschio              | baseline = femmine  |
| <b>Età</b>                       |                      |   |
|                                  | Giovane              | baseline = maggiori di 35 anni  |
| <b>Condizione lavorativa</b>     |                      |   |
|                                  | Occupato             | baseline = disoccupate/i, precari/e, pensionate/i,<br>casalinghe/i, studenti/esse |
| <b>Impianto di riscaldamento</b> |                      |   |
|                                  | Condizionatore       | baseline = abitazione sprovvista di condizionatore                                |

I modelli stimati permettono di calcolare i valori medi assunti da ogni parametro in relazione al valore delle covariate (dicotomiche) e di verificare la significatività della differenza tra i due valori. La Tabella 3.8 riporta, per facilità di esposizione, il riepilogo delle sole differenze significative rilevate in ciascun modello. Per Latent Class e Random Parameter Logit semplice le differenze provengono da test sulle distribuzioni individuali dei parametri, per i quali le differenze calcolate e le relative significatività sono riportate in modo completo per ciascun

modello nelle tabelle in appendice. Per il modello RPL con eterogeneità nelle medie le differenze riportate costituiscono l'output principale del modello ed integrano necessariamente i risultati proposti in Tabella 3.3.

Il confronto in Tabella 3.8 mostra come alcune differenze siano comuni a tutti i modelli specificate, altre solo a due, mentre alcune emergono solo in un modello ma non negli altri o, addirittura, appaiono in più modelli ma con segno opposto.

**Tabella 3.8** – Differenze significative nei tre modelli

|                |         | Fotovoltaico | Solare Termico | Porta a Porta | Cassonetti in strada | Trasporto | Emissioni | Tasse    |
|----------------|---------|--------------|----------------|---------------|----------------------|-----------|-----------|----------|
| Quartu         | LCM     | -.129*       |                | .335***       |                      |           |           | .03**    |
|                | RPLM    |              |                | .488***       |                      |           |           |          |
|                | RPLM-HM |              |                | 1.197***      |                      |           |           |          |
| Ovodda         | LCM     | -.256***     |                | .506***       | .098***              | -.021***  |           | .033**   |
|                | RPLM    | -.151**      |                | .678***       | -.234***             |           | -.15***   | -.379**  |
|                | RPLM-HM | -.83**       | -.575*         | 1.12***       |                      |           | -.555**   | -.34***  |
| Assemini       | LCM     |              | .103**         | .52***        |                      | -.02**    |           | .074***  |
|                | RPLM    |              |                | .573***       | -.366***             | .05**     | .20**     |          |
|                | RPLM-HM |              |                |               |                      |           | .692**    |          |
| S. Giusta      | LCM     | -.243**      |                | .472***       | .094*                |           |           |          |
|                | RPLM    |              |                | .849***       |                      |           |           | -.157*** |
|                | RPLM-HM |              | .892*          | 1.867***      |                      |           |           | -.438**  |
| Iglesias       | LCM     |              |                |               |                      |           |           | .044*    |
|                | RPLM    | .203*        |                | .376**        |                      | -.055**   |           |          |
|                | RPLM-HM | 1.366***     | 1.028**        | .941*         |                      | -.554**   |           |          |
| Condominio     | LCM     |              | -.062**        | -.324***      |                      |           | -.012*    | -.045*** |
|                | RPLM    |              |                | -.437***      | .22***               | -.034***  |           |          |
|                | RPLM-HM |              |                |               | .443*                | -.262**   |           | -.16*    |
| Laurea         | LCM     |              |                |               |                      |           |           |          |
|                | RPLM    |              |                |               |                      |           | .117**    | .072***  |
|                | RPLM-HM |              |                |               |                      |           | .298*     | .191**   |
| Maschi         | LCM     |              |                |               |                      |           |           |          |
|                | RPLM    |              |                |               |                      | .025**    |           |          |
|                | RPLM-HM |              |                |               | .355*                | .262*     | -.25*     |          |
| Giovani        | LCM     | -.147**      |                | .274**        | .058*                | -.012*    |           |          |
|                | RPLM    | -.125*       |                | .219*         |                      | .038**    |           |          |
|                | RPLM-HM | -.536*       | -.515*         |               |                      | .263*     |           |          |
| Occupati       | LCM     |              |                | .134*         |                      |           |           |          |
|                | RPLM    |              |                |               |                      |           |           |          |
|                | RPLM-HM | .456**       | .472**         |               | .377*                |           |           |          |
| Condizionatore | LCM     |              |                |               |                      |           |           |          |
|                | RPLM    |              |                |               |                      |           |           |          |
|                | RPLM-HM | -.672***     | -.679***       |               | -.357*               |           |           |          |

Note: \*\*\*, \*\*, \* ==> Significance at 1%, 5%, 10% level

Per quanto riguarda le tecnologie di risparmio energetico, rispetto al baseline costituito ancora una volta dall'isolamento termico, da un punto di vista geografico emerge in maniera abbastanza chiara una preferenza verso il fotovoltaico che è maggiore tra i cittadini di Iglesias (confermata dalle due specificazioni RPLM) e minore tra quelli di Ovodda; la minor preferenza rilevata dal modello Latent Class tra i cittadini di Quartu e Santa Giusta non sembra convincente, considerato che non viene confermata dal modello preferito che è il RPLM. Per quanto attiene alle variabili socio-demografiche invece, mostrano di apprezzare meno tale impianto gli under 35 e coloro che possiedono un condizionatore (per questi la differenza emerge solo nel RPLM-HM ma non nel modello semplice).

In relazione al solare termico invece il RPLM semplice non coglie le differenze significative individuate dal RPLM-HM, secondo il quale emerge una preferenza che, rispetto ai cittadini di Cagliari, è maggiore tra gli abitanti di Santa Giusta e Iglesias e minore tra quelli di Ovodda. Allo stesso modo viene rilevata una maggiore propensione in favore di tale tecnologia tra gli occupati e una minore accettazione tra i giovani e tra coloro che possiedono un condizionatore.

In tema di raccolta dei rifiuti, la tabella offre diversi spunti interessanti. Rispetto agli abitanti di Cagliari, vi è un maggior favore verso il metodo porta a porta (rispetto all'utilizzo dei cassonetti interrati, che costituisce il baseline) tra i cittadini di tutti gli altri comuni. Tale propensione è confermata in quasi tutti i modelli (ad eccezione del RPLM-HM ad Assemini e del LC ad Iglesias), avvalorando così una conclusione che risulta realistica e facilmente comprensibile, considerata la maggior adattabilità e realizzabilità di tale metodo in contesti urbani più ridotti. Va tuttavia sottolineato che, a differenza di Cagliari, la raccolta porta a porta era già stata sperimentata dagli altri comuni, tra cui Quartu Sant'Elena, che per dimensioni è più assimilabile ad una città che ad un paese. Il fatto che il porta a porta incontri l'apprezzamento dei quartesi sembra indicare che tale metodo possa essere adottato anche in contesti urbani più grandi, incontrando il gradimento da parte degli abitanti e che l'esperienza può giocare un ruolo rilevante nell'attitudine ai comportamenti sostenibili. La minor propensione da parte dei cittadini di Cagliari può così essere interpretata come una forma di quell'ancoraggio allo status quo visto in Tversky e Kahneman (1974) e Baron (2004). Anche i giovani sembrano apprezzare la raccolta porta a porta, come a sottolineare una maggiore comprensione del problema ecologico da parte delle nuove generazioni; al contrario coloro che vivono in condominio si mostrano maggiormente contrari a tale metodo, probabilmente anche in considerazione del fatto che



potrebbe risultare particolarmente scomodo e difficilmente realizzabile in quel contesto abitativo. Non a caso i condomini si dimostrano maggiormente propensi a scegliere i cassonetti in strada, come confermato dalle due specificazioni RPLM e RLM-HM, che risultano preferiti anche rispetto ai cassonetti interrati. Tuttavia è necessario ricordare che era stata precedentemente rilevata una correlazione elevata tra le variabili Cagliari e Condominio: pertanto risulta azzardato in questo caso attribuire con certezza le differenze rilevate al tipo di abitazione. L'opzione dei cassonetti in strada sembra incontrare la preferenza da parte dei maschi e degli occupati mentre l'associazione negativa con la variabile condizionatore potrebbe essere spiegata in parte con la correlazione esistente tra questa variabile e la variabile Ovodda. In relazione al comune, risulta meno gradita agli abitanti di Assemini mentre la maggior preferenza rilevata dal LC tra chi vive a Santa Giusta non è confermata dal più affidabile RPLM. Nel caso di Ovodda, i due modelli Latent Class e Random Parameter semplice individuano differenze significative ma con segni opposti: una preferenza maggiore nel LC che viene contraddetta da quella rilevata dal RPLM. Al fine di dirimere ogni dubbio, l'analisi con Multinomial Logit è stata riproposta separatamente nei due comuni di Ovodda e Cagliari ed ha evidenziato preferenze con segno negativo in entrambi i comuni, ma con una intensità maggiore ad Ovodda, come già correttamente rilevato dal modello RPLM.

Le differenze relative alle politiche di trasporto pubblico mostrano che le offerte con più servizi vengono valutate maggiormente da parte delle donne e di chi vive in condominio (si ricordi, anche in questo caso, la correlazione con Cagliari) e meno dai giovani. Rispetto ai cagliaritari, gli abitanti di Assemini sembrano più propensi ad accettare un minor servizio di trasporto pubblico, mentre quelli di Iglesias si dimostrano relativamente più esigenti. La minor avversione rilevata dal modello LC tra gli abitanti di Ovodda non è invece confermata dal modello RPL, scelto come riferimento.

Sulla base dei parametri stimati dai modelli RPL, la qualità dell'aria sembra essere un tema particolarmente sentito nel comune di Assemini, ma non in quello di Ovodda. Per quanto riguarda le caratteristiche personali, i laureati si mostrano maggiormente propensi a scegliere soluzioni che riducono le emissioni nocive, al contrario dei maschi (per i quali la differenza risulta significativa nel solo RPLM-HM). La minore attenzione verso la riduzione delle emissioni tra chi vive in condominio è rilevata solo dal modello Latent Class e non sembra quindi attendibile.

Infine, per quanto riguarda l'elemento monetario legato alla variazione delle imposte locali, gli abitanti di Ovodda mostrano una maggiore disutilità legata all'aumento delle tasse, differenziandosi significativamente dai cittadini di Cagliari e degli altri comuni, per i quali non emergono differenze rispetto al baseline, ad eccezione di Santa Giusta. Ricordando che ai cittadini di Ovodda era stato prospettato un aumento delle imposte, mentre negli altri comuni veniva ipotizzata una minore riduzione delle tasse (considerato che vi era già stato un incremento della pressione fiscale locale), il risultato sembra coerente con la prospect theory e con l'idea che considerando, come endowment il non aver subito il precedente incremento delle tasse, la loss disutility si riveli maggiore della gain utility (derivante dalla riduzione delle tasse). Tale gap si traduce in una disparità tra disponibilità a pagare e disponibilità ad accettare una compensazione (Kahneman et al., 1991). Tale risultato è tuttavia in parte messo in dubbio dai coefficienti stimati per gli abitanti di Santa Giusta, per i quali emerge una preferenza simile agli ovoddesi. L'aumento delle imposte risulta inoltre più "accettabile" tra coloro che possiedono una laurea o un titolo post-lauream e meno gradito tra chi vive in condominio.

### 3.5 Conclusioni

In questo capitolo sono state applicate diverse metodologie econometriche al fine di modellare le preferenze degli individui verso diverse combinazioni di politiche pubbliche che coinvolgono l'efficienza energetica, la raccolta dei rifiuti, i trasporti pubblici e la riduzione delle emissioni e delle tasse. Il modello più semplice, dato dal Multinomial Logit, ha permesso di identificare le preferenze verso i diversi sistemi o attributi, sotto l'ipotesi di omogeneità delle preferenze. Grazie ai modelli Latent Class e Random Parameter Logit semplice è stato possibile ammettere l'ipotesi di eterogeneità delle preferenze tra gli individui e modellarle secondo specificazioni diverse, approfondendo nella fase di Posterior Analysis l'eterogeneità condizionatamente al comune di residenza e ad alcune variabili socio-demografiche. Il modello RPLM-HM costituisce invece una versione più sofisticata, in cui l'eterogeneità nelle medie è introdotta direttamente nella stima del modello. I risultati mostrano che la versione semplice del RPLM è in grado di descrivere i dati ottenendo un fit simile a quello raggiunto utilizzando un modello più complesso. Analizzare l'eterogeneità delle preferenze al momento della stima del modello potrebbe rivelarsi complicato in situazioni in cui il numero di gradi di libertà è più ridotto, per ragioni di piccole numerosità campionarie o per un numero elevato di fattori di controllo (regressori) da considerare; la Posterior Analysis offre invece la possibilità di realizzare l'analisi in una fase successiva alla stima di un modello relativamente snello, mediante statistiche descrittive o cluster analysis.

# Bibliografia

---

Abrahamse W. & Steg L. (2009), How do socio-demographic and psychological factors relate to households' direct and indirect energy use and savings? A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of Economic Psychology*, 30, 711e720.

Adamowicz W. (1995), Alternative Valuation Techniques: a Comparison and a Movement towards a Synthesis. In Willis, G., Corkindale, J., (eds.), *Environmental Valuation: New Perspectives*, CAB International

Adamowicz W., Louviere J., Swait J. (1998), Introduction to Attribute Based Stated Choice Methods. Final report to NOAA, mimeo

Adamowicz W., Louviere J., Williams M. (1994), Combining Revealed and Stated Preference Methods for Valuing Environmental Amenities. *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 26, n. 3, pp. 271-292

Ajzen I. (1988), *Attitudes, personality, and behavior*. Chicago: Dorsey Press.

Ajzen I. (1991), Theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*. 50, 179-211.

Ajzen I. & Madden T. J. (1986), Prediction of goal directed behavior: Attitudes, intentions, and perceived behavioral control. *Journal of Experimental Social Psychology*, 22, 453-474.

Akaike H. (1987), Factor analysis and AIC. *Psychometrika* 52:317-332

Akerlof, G.A. & Kranton R.E. (2000), Economics and Identity. *Quarterly Journal of Economics*. August, 105: 3, pp. 715-53.

Alphonse R., Alfnes F., Sharma A. (2014), Consumer vs. citizen willingness to pay for restaurant food safety. *Food Policy* 49, 160-166

Álvarez-Farizo B., Hanley N., Barberán R., Lázaro A. (2007), Choice modelling at the “market stall”: individuals versus collective interest in environmental valuation. *Ecological Economics* 60 (4), 743-751

Anderson E. (1993), *Value in Ethics and Economics*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Arrow K.J. (1951), *Social choice and individual values*. Cowles Commission Monograph no.12, Wiley, New York

Baron J. (2004), *Thinking and Deciding*. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press

- Becker G.S. (1976), *The Economic Approach to Human Behaviour*. Chicago: University of Chicago Press.
- Becker G.S. (1981), *A Treatise on the Family*. NBER Books, National Bureau of Economic Research, Inc, number beck81-1.
- Begg D., Fischer S., Dornbusch R. (2003). *Economics* 7th edition. Maidenhead: McGraw-Hill
- Ben-Akiva M., Swait J. (1986), The Akaike likelihood index. *Transportation Science* 20:133-136.
- Ben-Akiva M., Bolduc D., Bradley M. (1993), Estimation of travel model choice models with randomly distributed values of time. *Transportation Research Record* 1413, 88–97.
- Bentler P.M. & Bonett D.G. (1980), Significance tests and goodness-of-fit in the analysis of covariance structure. *Psychological Bulletin*, 88, 588-606.
- Berglund C. & Matti S. (2006), Citizen and Consumer: the Dual Role of Individuals in Environmental Policy. *Environmental Politics*. 15 (4), pp.550-571
- Bhat C. (1998), Accommodating variations in responsiveness to level-of-service variables in travel mode choice models. *Transportation Research A* 32, 455–507.
- Bhat C. (2000), Incorporating observed and unobserved heterogeneity in urban work mode choice modelling. *Transportation Science* 34, 228–238.
- Birol E., Karousakis K., Koundouri P. (2006), Using a choice experiment to account for preference heterogeneity in wetland attributes: The case of Cheimaditida wetland in Greece. *Ecological Economics* 60:145-156
- Black J.S., Stern P.C., Elworth J.T. (1985), Personal and contextual influences on household energy adaptations. *J. Appl. Psychol.* 70:3–21
- Blamey R., Common M., Quiggin J. (1995). Respondents to contingent valuation surveys: consumers or citizens? *Australian Journal of Agricultural Economics* 39, 263–288.
- Blamey R.K., Bennett J.W., Louviere J.J., Morrison M.D, Rolfe J.C. (1998), *Attribute Selection in Environmental Choice Modelling Studies: the Effects of Casually prior Attributes*, Research report n. 7, University of New South Wales
- Blamey, R.K., Bennett, J.W., Louviere, J.J., Morrison, M.D., (1999), *Validation of a Choice Model Involving Green Product Choice*, Research report n. 10, University of New South Wales
- Bolligher B. & Gillingham K. (2012), Peer effects in the diffusion of solar photovoltaic panels, *Mark. Sci.* 31 900e912.
- Borg N.B. & Scarpa R. (2010), Valuing quality changes in Caribbean coastal waters for heterogeneous beach visitors. *Ecological Economics* 69:1124-1139

- Boyd J. & Mellman J. (1980), The effect of fuel economy standards on the u.s. automotive market: a hedonic demand analysis, *Transportation Research A* 14, 367–378.
- Bozdogan H. (1987), Model selection and Akaike's information criterion (AIC): The general theory and its analytical extensions. *Psychometrika* 52:345-370
- Bozdogan H. (1994), Proceedings of the first US/Japan conference on the frontiers of Statistical modeling: An informational approach. Kluwer Academic Publishers Dordrecht.
- Brewer G., Stern P.C. (2005), *Decision-making for the Environment: Social and Behavioral Science Research Priorities*. Washington, DC: Natl. Acad.
- Brouwer R., Martin-Ortega J., Berbel J. (2010), Spatial preference heterogeneity: A choice experiment. *Land Economics* 86(3):552-568
- Brownstone D. & Train K. (1999), Forecasting new product penetration with flexible substitution patterns. *Journal of Econometrics* 89, 109–129.
- Burton M. & Rigby D. (2009), Hurdle and Latent Class approaches to serial non-participation in choice models. *Environmental and Resource Economics* 42:211-226
- Camerer C., Loewenstein G. (2004), Behavioral economics: past, present, future. Chapter in Camerer C., Loewenstein G., Rabin M. (2004), *Advances in behavioural economics*. New York: Princeton University Press, pp. 3–51.
- Cardell, S. & F. Dunbar (1980), Measuring the societal impacts of automobile downsizing. *Transportation Research A* 14, 423–434.
- Carrus G., Bonnes M., Fornara F., Passafaro P., Tronu G. (2009), Planned behaviour and «local» norms: an analysis of the space-based aspects of normative ecological behavior. *Cognitive Processing*, 10, 198e200.
- Chou C.P. & Bentler P.M. (1995), Estimates and tests in structural equation modelling. In: Hoyle, R.H. (ed.). *Structural equation modelling: concepts, issues and applications*. Newbury Park, CA: Sage.
- Cialdini R.B., Kallgren C.A., Reno R.R. (1991), A focus theory of normative conduct: a theoretical refinement and reevaluation of the role of norms in human behaviour. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances experimental social psychology* (pp. 201e234). New York: Academic Press.
- Clark K.A. (2003), Nonparametric model discrimination in international relations. *Journal of Conflict Resolution* 47(1):72-93
- Colombo S., Hanley N., Louviere J.J. (2009), Modelling preference heterogeneity in stated choice data: an analysis for public goods generated by agriculture. *Agricultural Economics* 40:307-322

- Corral-Verdugo V., Carrus G., Bonnes M., Moser G., Sinha J. (2008), Environmental beliefs and endorsement of sustainable development principles in water conservation: towards a new human interdependence paradigm scale. *Environment and Behavior*, 40, 703e725.
- Curtis J.A. & McConnell K.E., 2002, The citizen versus consumer hypothesis: evidence from a contingent valuation survey. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 46, 69–83
- Czajkowski M., Buszko-Briggs M., Hanley N. (2009), Valuing changes in forest biodiversity. *Ecological Economics* 68:2910-2917
- DiClemente C.C., Prochaska J.O. (1982), Self change and therapy change of smoking behavior: a comparison of processes of change in cessation and maintenance. *Addict. Behav.* 7:133–42
- Dunlap R.E. & Van Liere K.D. (1978), The new environmental paradigm. *Journal of Environmental Education*, 9, 10e19.
- Dunlap R.E. & Van Liere K.D. (1984), Commitment to the dominant social paradigm and concern for environmental quality. *Social Science Quarterly* 65, 1013-1028
- Dunlap R.E., Van Liere K.D., Mertig A., Catton W.R. Jr., Howell R.E. (1992), Measuring endorsement of an ecological worldview: A revised NEP scale. Paper presented at the 1992 Meeting Rural Sociological Society, State College, PA.
- Erdem T. (1996), A dynamic analysis of market structure based on panel data. *Marketing Science* 15, 359–378.
- Faiers A., Cook M., Neame C. (2007), Towards a contemporary approach for understanding consumer behaviour in the context of domestic energy use. *Energy Policy*, 35(8), 4381-4390.
- Ferguson M. A., Branscombe N. R., Reynolds K. J. (2011), The effect of intergroup comparison on willingness to perform sustainable behavior. *Journal of Environmental Psychology*, 31, 275e281
- Festinger L. (1957), *A Theory of Cognitive Dissonance*. California: Stanford University Press.
- Fila S.A. & Smith C. (2006), Applying the Theory of Planned Behavior to healthy eating behaviors in urban Native American youth. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2006; 3: 11.
- Fishbein M. (1973), The prediction of behaviour from attitudinal variables. In Mortensen, C and K Sereno (eds) *Advances in Communications Research*. New York: Harper and Row, 3-31.
- Fornara F., Carrus G., Passafaro P., Bonnes M. (2011). Distinguishing the sources of normative influence on pro-environmental behaviours: the role of local norms in household waste recycling. *Group Processes & Intergroup Relations*, 14, 623e635.
- Fornara F., Pattitoni P., Mura M., Strazzera E. (2016). Predicting intention to improve household energy efficiency: The role of value-belief-norm theory, normative and informational influence, and specific attitude. *Journal of Environmental Psychology*, 45, 1-10.

- Frank R. (1988), *Passions within reason: The strategic role of the emotions*. New York: Norton.
- Fransson N. & Biel A. (1997), *Morality and norm violation*. Göteborg Psychological Reports, 27(3), 1e10.
- Frederiks E. R., Stenner K., Hobman E. V. (2015), Household energy use: Applying behavioural economics to understand consumer decision-making and behaviour. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 1385-1394.
- Garrod G.D. & Willis, K. (1999), *Economic Valuation of the Environment*, Edward Elgar
- Gelo D. & Koch S. (2012), Does one size fit all? Heterogeneity in the valuation of community forestry programs. *Ecological Economics* 74:85-94
- Gigerenzer G. & Todd P. (1999), *Simple Heuristics that Make Us Smart*. Oxford: Oxford Univ. Press
- Glassman T., Braun R.E., Dodd V., Miller J.M., Miller E.M. (2010), Using the theory of planned behavior to explain the drinking motivations of social, high-risk, and extreme drinkers on game day. *J Community Health*. 2010 Apr;35(2):172-81.
- Green L.W. (1974), Toward cost–benefit evaluations of health education: some concepts, methods, and examples. *Health Education Monographs* 2 (Suppl. 2): 34–64.
- Greene W.H. & Hensher D.A. (2003), A latent class model for discrete choice analysis: Contrasts with mixed logit, *Transportation Research Part B: Methodological* 37, 681–698.
- Hanley N., Koop G., Alvarez-Farizo B., Wright R., Nevin C. (2001), Go Climb a Mountain: an Application of Recreation Demand Modelling to Rock Climbing in Scotland, *Journal of Agricultural Economics*, vol. 52, n.1, pp. 36-52
- Hanley N., MacMillan D., Wright R., Bullock C., Simpson I., Parsisson D., Crabtree B. (1998), Contingent Valuation vs Choice Experiments: Estimating the Benefits of Environmentally Sensitive Areas in Scotland, *Journal of Agricultural Economics*, vol. 49, n. 1
- Hanley N. & Mourato S. (1999), Choice Modelling Approaches: a Superior Alternative for Environmental Valuation?, presented at the EAERE conference 1999, Oslo
- Harsanyi J. (1955), Cardinal Welfare, Individualistic Ethics, and Interpersonal Comparisons of Utility. *Journal of Political Economy*, 63(4), 309-321
- Hausman D.M. & McPherson M.S., (1996), *Economic Analysis and Moral Philosophy*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Heath Y. & Gifford R. (2002), Extending the Theory of Planned Behavior: Predicting the Use of Public Transportation1. *Journal of Applied Social Psychology*, 32: 2154–2189
- Hensher D.A. & Johnson L.W. (1981), *Applied Discrete-Choice Modelling*. Croom Helm (London) and Wiley (New York).



- Hensher D.A., Greene W.H. (2003), The mixed logit model: the state of practice. *Transportation* 30, 133–176.
- Hess S. (2007), Posterior analysis of random taste coefficients in air travel choice behaviour modelling. *Journal of Air Transport Management* 13(4), pp. 203-212.
- Hidrue M. K., Parsons G. R., Kempton W., Gardner M. P. (2011), Willingness to pay for electric vehicles and their attributes. *Resource and Energy Economics* 33:686-705
- Hoogland J. & Boomsma A. (1997), Roboustness studies in covariance structure modelling: An overview and a meta-analysis. *Sociological Methods & Research*, 26, 329-367
- Howley P., Hynes S., O Donoghue C. (2010), The citizen versus consumer distinction: an exploration of individuals' preferences in contingent valuation studies. *Ecological Economics*, 69, 1524-1531
- Hox J. J. & Bechger T. M. (1998), An introduction to structural equation modeling. *Family Science Review*, 11, 354-373.
- Hyde M.K., Knowles S.R., White K.M. (2013), Donating blood and organs: using an extended theory of planned behavior perspective to identify similarities and differences in individual motivations to donate. *Health Educ Res*; 28 (6): 1092-1104.
- Hynes S., Hanley N., Scarpa R. (2008), Effects on welfare measures of alternative means of accounting for preference heterogeneity in recreational demand models. *American Journal of Agricultural Economics* 90:1011-1027
- Jager W. (2006), Stimulating the diffusion of photovoltaic systems: a behavioural perspective. *Energy Policy*, 34, 1935e1943
- Jöreskog K. G. & Sörbom, D. (1989), LISREL7, a Guide to the Program and Applications. SPSS Publications.
- Kahneman D., Ritov I. and Schkade D., (1999), Economic Preferences or Attitude Expressions?: An Analysis of Dollar Responses to Public Issues. *Journal of Risk and Uncertainty* Vol. 19, No. 1/3, Special Triple Issue on: Preference Elicitation, pp. 203-235.
- Kahneman D. & Tversky A. (1979), Prospect theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47, 263–291.
- Kallgren C. A., Reno R. R., Cialdini R. B. (2000), A focus theory of normative conduct: when norms do and do not affect behaviour. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 26, 1002e1012.
- Kanchanaroek Y., Termansen M., Quinn C. (2013), Property rights regimes in complex fishery management systems: A choice experiment application. *Ecological Economics* 93:363-373
- Keeney R.L. (1992), *Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decision-making*. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press. 416 pp.

- Kosenius A. (2010), Heterogeneous preferences for water quality attributes: The case of eutrophication in the Gulf of Finland, the Baltic Sea. *Ecological Economics* 69:528-538
- Lancaster K. J. (1966). A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*. 74 (2): 132–157.
- Leiserowitz A., Maibach E., Roser-Renouf C. (2009), *Climate change in the American mind: Americans' climate change beliefs, attitudes, policy preferences, and actions*. New Haven, CT: Yale University and George Mason University.
- Loewenstein G. & Prelec D. (1992), Anomalies in Intertemporal Choice: Evidence and an Interpretation, *Quarterly Journal of Economics*, 107, 2, pp. 573–597.
- Louviere J. & Hensher D., (1982), *On the Design and Analysis of Simulated Choice or Allocation Experiments in Travel Choice Modelling*, *Transportation research record*
- Margolis H. (1982), *Selfishness, Altruism and Rationality*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Mas-Colell A., Whinston M., Green J.R. (1995), *Microeconomic Theory*. New York: Oxford University Press.
- McFadden D. (1973), Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behaviour. In P. Zarembka, ed., *Frontiers in Econometrics*. New York: Academic Press.
- McFadden D. & Train K. (2000), Mixed mnl models of discrete response. *Journal of Applied Econometrics* 15, 447–470.
- Mei-Fang C. (2015), Extending the theory of planned behavior model to explain people's energy savings and carbon reduction behavioral intentions to mitigate climate change in Taiwan—moral obligation matters. *Journal of Cleaner Production* Volume 112, Part 2, 20 January 2016, Pages 1746–1753
- Meyerhoff J., Ohl C., Hartje V. (2010), Landscape externalities from onshore wind power. *Energy Policy* 38:82-92
- Mill G.A., Van Rensburg T., Hynes S., Dooley C. (2007), Preferences for multiple use forest management in Ireland: citizen and consumer perspectives. *Ecological Economics* 60, 642–653.
- Mitchell R.C. & Carson R.T. (1989), *Using surveys to value public goods: the contingent valuation method*. Washington, DC: Resource for the Future.
- Morrison M., Blamey R., Bennett J., Louviere J. (1999), *A Review of Conjoint Techniques for Estimating Environmental Values*, University of New south Wales
- Morrison M., Blamey R., Bennett J., Louviere J. (1998), *Choice Modelling and tests of Benefit Transfer*, Research report n. 8, University of New South Wales

- Nguyen T.C, Robinson J., Kaneko S., Komatsu S. (2013), Estimating the value of economic benefits associated with adaptation to climate change in a developing country: A case study of improvements in tropical cyclone warning services. *Ecological Economics* 86:117-128
- Nyborg K. (2000), Homo Economicus and Homo Politicus: Interpretation and Aggregation of Environmental Values. *Journal of Economic Behavior & Organization* 42(3):305-322
- Olsen M.E. (1981), Consumers' attitudes toward energy conservation. *J. Soc. Issues* 37:108–31
- Ovaskainen V. & Kniivila M. (2005). Consumer versus citizen preferences in contingent valuation: evidence on the role of question framing. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 49, 379–394
- Pearce D.W. & Mourato S. (1998), *The Economics of Cultural Heritage*, World Bank Report, CSERGE, University College London
- Poortinga W., Steg L., Vlek C. (2004), Values, environmental concern, and environmental behavior: a study into household energy use. *Environment and Behavior*, 36, 70e93.
- Poortinga W., Steg L., Vlek C., Wiersma G. (2003), Household preferences for energy saving measures. A conjoint analysis. *Journal of Economic Psychology*, 24, 49e64.
- Revelt D. & Train K. (1998), Mixed logit with repeated choices. *Review of Economics and Statistics* 80, 647–657.
- Richter L.L. & Pollitt M.G. (2016), Which smart electricity service contracts will consumers accept? The demand for compensation in a platform market. *Cambridge Working Paper Economics*: 1632
- Richter L.L. & Weeks M. (2016), Flexible Mixed Logit with Posterior Analysis: Eliciting Willingness to Pay for Grid Resilience. *EPRG Working Paper 1615*, Cambridge Working Paper in Economics 1631
- Rogers E.M. (2003), *Diffusion of Innovations*. New York: Free
- Rogers E.M. (2004), A prospective and retrospective look at the diffusion model. *J. Health Commun.* 9:13–19
- Rudd MA and Fleishman E (2014). Policymakers' and scientists' ranks of the top 40 priorities for science to inform resource-management policy in the United States. *BioScience* 64: 219-228 (Editor's Choice OA).
- Ruto E., Garrod G., Scarpa R. (2008), Valuing animal genetic resources: a choice modelling application to indigenous cattle in Kenya. *Agricultural Economics* 38:89-98
- Sagebiel J. (2011), Comparing the Latent Class Model with the Random Parameters Logit: A Choice Experiment Analysis of Highly Heterogeneous Electricity Consumers in Hyderabad, India. Paper presented at the International Choice Modelling Conference 2011, July 04–06, 2011 in Leeds, UK.

- Sagoff M. (1988), *The Economy of the Earth: Philosophy, Law and the Environment*. Cambridge University Press.
- San-Pui L. (2006), Predicting Intentions to Conserve Water From the Theory of Planned Behavior, Perceived Moral Obligation, and Perceived Water Right. Article in *Journal of Applied Social Psychology* 29(5):1058 - 1071 · July
- Sauter R & Watson J. (2007), Strategies for the deployment of micro-generation: implications for social acceptance *Energy Policy*, 35: 2770–2777
- Scarpa R. & Thiene M. (2005), Destination choice models for rock climbing in the Northeastern Alps: A latent-class approach based on intensity of preferences. *Land Economics* 81(3):426-444
- Schultz P. W. & Kaiser F. G. (2012), Promoting pro-environmental behavior. In S. D. Clayton (Ed.), *The Oxford handbook of environmental and conservation psychology* (pp. 556e580). New York: Oxford University Press.
- Schultz P. W., Nolan J. M., Cialdini R. B., Goldstein N. J., Griskevicius V. (2007), The constructive, destructive, and reconstructive power of social norms. *Psychological Science*, 18, 429e434.
- Schwartz G. (1978), Estimating the dimension of a model. *The Annals of Statistics* 6:461-464
- Schwartz S. H. (1973), Normative explanations of helping behavior: A critique, proposal, and empirical test. *Journal of Experimental Social Psychology* 9, 349-364.
- Schwartz S. H. (1977), Normative Influences on Altruism. In L. Berkowitz (ed.), *Advances in Experimental Social Psychology*, Volume 10, 221-279. New York: Academic Press.
- Sen A. K. (1977), Rational fools: A critique of the behavioral foundations of economic theory. *Philosophy and Public Affairs* 6, pp. 317-344.
- Shen J. (2009), Latent class model or mixed Logit model? A comparison by transport mode choice data. *Applied Economics* 41:2915-2924
- Shen J. & Saijo T. (2009), Does an energy efficiency label alter consumers' purchasing decisions? A latent class approach based on a stated choice experiment in Shanghai. *Journal of Environmental Management* 90, 3561-3573.
- Shogren J. F., Parkhurst G. M., Banerjee P. (2010), Two Cheers and a Qualm for Behavioral Environmental Economics. *Environmental and Resource Economics* 46:235–247
- Simon H.A. (1956), Rational choice and the structure of environments. *Psychol. Rev.* 63:129–38
- Steg L., Dreijerink L., Abrahamse W. (2005), Factors influencing the acceptability of energy policies: a test of VBN theory. *Journal of Environmental Psychology*, 25, 415e425.
- Steiger J.H. (2007), Understanding the limitations of global fit assessment in structural equation modelling. *Personality and Individual Differences*, 42 (5), 893-98.

- Stern P.C, Dietz T., Abel T, Guagnano G.A., Kalof L. (1999), A value-belief-norm theory of support for social movements: the case of environmental concern. *Hum. Ecol. Rev.* 6:81–97
- Stern P. C. & Gardner, G. T. (1981), Psychological research and energy policy. *American Psychologist*, 36, 329e342.
- Stern P.C. (2000), Towards a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of Social Issues*, 56, 407-424.
- Strazzera E., Contu D., Ferrini S. (2013), Check it out! A Monte Carlo analysis of the performance of selection criteria and tests for models fitted to choice experiments data. Paper presentato alla International Choice Modelling Conference-Sydney 2013, 3-5 Luglio.
- Strazzera E., Mura M., Contu D. (2012), Combining choice experiments with psychometric scale to assess the social acceptability of wind energy projects: A latent class approach. *Energy Policy* 48:334-347
- Strazzera E. & Statzu, V. (2017), Fostering photovoltaic technologies in Mediterranean cities: Consumers' demand and social acceptance. *Renewable Energy*, 102: 361-371.
- Thaler R. H. (2016), Behavioral Economics: Past, Present, and Future. *American Economic Review*, 106(7): 1577-1600.
- Thiene M., Meyerhoff J., De Salvo M. (2012), Scale and taste heterogeneity for forest biodiversity: Models of serial nonparticipation and their effects. *Journal of Forest Economics* 18:355-369
- Thøgersen J. (2006), Norms for environmentally responsible behavior: an extended taxonomy. *Journal of Environmental Psychology*, 26, 247e261.
- Thurstone L.L. (1927), A law of comparative judgement. *Psychological Review*, 34, 273-286.
- Tonglet M., Phillips P.S., Read A.D. (2004), Using the Theory of Planned Behaviour to Investigate the Determinants of Recycling Behaviour: A Case Study from Brixworth, UK. Article in *Resources Conservation and Recycling* 41(3):191-214
- Train K. (2003), *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- Train K., McFadden D., Goett A. (1987), Consumer attitudes and voluntary rate schedules for public utilities. *Review of Economics and Statistics* LXIX, 383–391.
- Tucker C. & Lewis C. (1973), A reliability coefficient for maximum likelihood factor analysis. *Psychometrika*, 38, 1-10.
- Tversky A. & Kahneman D. (1974), Judgment under uncertainty: heuristics and biases. *Science* 185:1124–31

- Tversky A. & Kahneman D. (1992), Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty*, 5, 297–323.
- Urban J. & Scasny M. (2012), Exploring domestic energy-saving: the role of environmental concern and background variables. *Energy Policy*, 47, 69e80.
- van Rensburg T.M., Mill G.A., Common M., Lovett, J. (2002), Preferences and multiple use forest management. *Ecological Economics* 43, 231–244.
- Wright R. (1994), *The moral animal: evolutionary psychology and everyday life*. New York :Pantheon Books.
- Wright S. (1921), Correlation and causation. *Journal of Agricultural Research*, 20, 557-585.
- Vuong Q. H. (1989), Likelihood ratio tests for model selection and non-nested hypothesis. *Econometrica* 57(2):307-333
- Zoellner J., Schweizer-Ries P., Wemheuer C. (2008), Public acceptance of renewable energies: results from case studies in Germany. *Energy Policy*, 36, 4136e4141.



|                    |        |          |          |       |       |          |          |
|--------------------|--------|----------|----------|-------|-------|----------|----------|
| Measurement        |        |          |          |       |       |          |          |
| valprotambient <-  | ValBio | .5813584 | .0778415 | 7.47  | 0.000 | .4287918 | .7339249 |
|                    | _cons  | 8.871928 | .3434808 | 25.83 | 0.000 | 8.198718 | 9.545138 |
| -----              |        |          |          |       |       |          |          |
| valintegrnatura <- | ValBio | .7340941 | .089821  | 8.17  | 0.000 | .5580483 | .91014   |
|                    | _cons  | 5.580193 | .2200461 | 25.36 | 0.000 | 5.148911 | 6.011476 |
| -----              |        |          |          |       |       |          |          |
| health_R <-        | Health | .5248228 | .0614935 | 8.53  | 0.000 | .4042977 | .6453479 |
|                    | _cons  | 4.120742 | .166572  | 24.74 | 0.000 | 3.794267 | 4.447217 |
| -----              |        |          |          |       |       |          |          |
| health_I <-        | Health | .6687807 | .0667579 | 10.02 | 0.000 | .5379376 | .7996239 |
|                    | _cons  | 6.420985 | .2513869 | 25.54 | 0.000 | 5.928275 | 6.913694 |
| -----              |        |          |          |       |       |          |          |
| obl_inv <-         | MNorm  | .6397499 | .0504539 | 12.68 | 0.000 | .5408621 | .7386377 |
|                    | _cons  | 2.834154 | .1211052 | 23.40 | 0.000 | 2.596792 | 3.071516 |
| -----              |        |          |          |       |       |          |          |
| guilt_inv <-       | MNorm  | .6478341 | .049796  | 13.01 | 0.000 | .5502357 | .7454324 |
|                    | _cons  | 1.854245 | .0891616 | 20.80 | 0.000 | 1.679492 | 2.028999 |
| -----              |        |          |          |       |       |          |          |
| feel_inv <-        | MNorm  | .6225178 | .0517856 | 12.02 | 0.000 | .5210199 | .7240157 |
|                    | _cons  | 3.817771 | .155667  | 24.53 | 0.000 | 3.512669 | 4.122873 |
| -----              |        |          |          |       |       |          |          |
| pv_imp <-          | PVAtt  | .8057896 | .0453032 | 17.79 | 0.000 | .7169969 | .8945824 |
|                    | _cons  | 4.12577  | .1667579 | 24.74 | 0.000 | 3.79893  | 4.45261  |
| -----              |        |          |          |       |       |          |          |
| pv_adv <-          | PVAtt  | .857097  | .0460101 | 18.63 | 0.000 | .7669188 | .9472753 |
|                    | _cons  | 4.02533  | .163129  | 24.68 | 0.000 | 3.705604 | 4.345057 |
| -----              |        |          |          |       |       |          |          |
| cons4_pv <-        | PVbeh  | .4336305 | .0999498 | 4.34  | 0.000 | .2377324 | .6295286 |
|                    | _cons  | .4691026 | .1184279 | 3.96  | 0.000 | .2369882 | .7012171 |



|            |                             |           |          |       |       |           |
|------------|-----------------------------|-----------|----------|-------|-------|-----------|
| -----      |                             |           |          |       |       |           |
| cit5_pv <- |                             |           |          |       |       |           |
|            | PVbeh                       | .377629   | .0908269 | 4.16  | 0.000 | .1996115  |
|            | _cons                       | .5542333  | .1094432 | 5.06  | 0.000 | .3397285  |
| -----      |                             |           |          |       |       |           |
|            | var(e.valprotambient)       | .6620225  | .0905076 |       |       | .5064093  |
|            | var(e.valintegrnatura)      | .4611058  | .1318741 |       |       | .2632455  |
|            | var(e.health_R)             | .724561   | .0645464 |       |       | .608481   |
|            | var(e.health_I)             | .5527323  | .0892929 |       |       | .4027215  |
|            | var(e.obl_inv)              | .5907201  | .0645557 |       |       | .4768259  |
|            | var(e.guilt_inv)            | .580311   | .0645191 |       |       | .4666852  |
|            | var(e.feel_inv)             | .6124716  | .0644749 |       |       | .4982875  |
|            | var(e.pv_imp)               | .3507031  | .0730098 |       |       | .2332037  |
|            | var(e.pv_adv)               | .2653847  | .0788703 |       |       | .1482194  |
|            | var(e.cons4_pv)             | .8119646  | .0866826 |       |       | .6586667  |
|            | var(e.cit5_pv)              | .8573963  | .0685978 |       |       | .7329587  |
|            | var(e.Health)               | .7676162  | .0806878 |       |       | .6246982  |
|            | var(e.MNorm)                | .8134357  | .0734467 |       |       | .6815011  |
|            | var(e.PVAtt)                | .6914915  | .0632927 |       |       | .5779306  |
|            | var(e.PVbeh)                | .7482889  | .1118198 |       |       | .5583041  |
|            | var(ValBio)                 | 1         | .        |       |       | .         |
| -----      |                             |           |          |       |       |           |
|            | cov(condominio,ValBio)      | -.0940674 | .0665047 | -1.41 | 0.157 | -.2244141 |
|            | cov(impriscondizion,ValBio) | -.0805121 | .0671878 | -1.20 | 0.231 | -.2121979 |
| -----      |                             |           |          |       |       |           |

LR test of model vs. saturated:  $\chi^2(57) = 68.25$ , Prob >  $\chi^2 = 0.1461$

Goodness of fit – Equation Level

| depvars      | fitted   | Variance predicted | residual | R-squared | mc       | mc2      |
|--------------|----------|--------------------|----------|-----------|----------|----------|
| observed     |          |                    |          |           |          |          |
| valprotamb~t | .2843602 | .0961074           | .1882528 | .3379775  | .5813584 | .3379775 |
| valintegrn~a | .6120247 | .3298165           | .2822081 | .5388942  | .7340941 | .5388942 |
| health_R     | 1.00954  | .2780666           | .7314733 | .275439   | .5248228 | .275439  |
| health_I     | .5170217 | .2312471           | .2857746 | .4472677  | .6687807 | .4472677 |
| obl_inv      | 1.594644 | .6526558           | .9419884 | .4092799  | .6397499 | .4092799 |
| guilt_inv    | 1.890804 | .7935494           | 1.097254 | .419689   | .6478341 | .419689  |
| feel_inv     | 1.070628 | .4148989           | .6557295 | .3875284  | .6225178 | .3875284 |
| pv_imp       | .9385876 | .609422            | .3291655 | .6492969  | .8057896 | .6492969 |
| pv_adv       | 1.012149 | .7435399           | .2686087 | .7346153  | .857097  | .7346153 |
| cons4_pv     | .284087  | .0534184           | .2306686 | .1880354  | .4336305 | .1880354 |
| cit5_pv      | .2793933 | .0398425           | .2395508 | .1426037  | .377629  | .1426037 |
| latent       |          |                    |          |           |          |          |
| Health       | .2780666 | .0646182           | .2134484 | .2323838  | .4820621 | .2323838 |
| MNorm        | .6526558 | .1217623           | .5308935 | .1865643  | .4319309 | .1865643 |
| PVAtt        | .609422  | .1880119           | .4214101 | .3085085  | .5554354 | .3085085 |
| PVbeh        | .0534184 | .013446            | .0399724 | .2517111  | .5017082 | .2517111 |
| overall      |          |                    |          | .7237819  |          |          |

mc = correlation between depvar and its prediction

mc2 = mc^2 is the Bentler-Raykov squared multiple correlation coefficient

## Goodness of fit - General

| Fit statistic        | Value    | Description                              |
|----------------------|----------|--|
| -----+-----          |          |  |
| Likelihood ratio     |          |  |
| chi2_ms(57)          | 68.254   | model vs. saturated                      |
| p > chi2             | 0.146    |  |
| chi2_bs(77)          | 713.880  | baseline vs. saturated                   |
| p > chi2             | 0.000    |  |
| -----+-----          |          |  |
| Population error     |          |  |
| RMSEA                | 0.024    | Root mean squared error of approximation |
| 90% CI, lower bound  | 0.000    |  |
| upper bound          | 0.043    |  |
| pclose               | 0.991    | Probability RMSEA <= 0.05                |
| -----+-----          |          |  |
| Information criteria |          |  |
| AIC                  | 9674.825 | Akaike's information criterion           |
| BIC                  | 9835.887 | Bayesian information criterion           |
| -----+-----          |          |  |
| Baseline comparison  |          |  |
| CFI                  | 0.982    | Comparative fit index                    |
| TLI                  | 0.976    | Tucker-Lewis index                       |
| -----+-----          |          |  |
| Size of residuals    |          |  |
| SRMR                 | 0.039    | Standardized root mean squared residual  |
| CD                   | 0.724    | Coefficient of determination             |



|                        |  |          |          |       |       |          |          |
|------------------------|--|----------|----------|-------|-------|----------|----------|
| ValBio                 |  | .5896226 | .0708286 | 8.32  | 0.000 | .4508011 | .7284441 |
| _cons                  |  | 8.965911 | .3212093 | 27.91 | 0.000 | 8.336352 | 9.59547  |
| -----+-----            |  |          |          |       |       |          |          |
| valintegrnatura <-     |  |          |          |       |       |          |          |
| ValBio                 |  | .7105936 | .0807392 | 8.80  | 0.000 | .5523477 | .8688395 |
| _cons                  |  | 5.401556 | .1974581 | 27.36 | 0.000 | 5.014546 | 5.788567 |
| -----+-----            |  |          |          |       |       |          |          |
| health_R <-            |  |          |          |       |       |          |          |
| Health                 |  | .5674299 | .0811727 | 6.99  | 0.000 | .4083343 | .7265254 |
| _cons                  |  | 4.141255 | .1548858 | 26.74 | 0.000 | 3.837684 | 4.444825 |
| -----+-----            |  |          |          |       |       |          |          |
| health_I <-            |  |          |          |       |       |          |          |
| Health                 |  | .5726518 | .0814435 | 7.03  | 0.000 | .4130255 | .7322781 |
| _cons                  |  | 6.208278 | .2253822 | 27.55 | 0.000 | 5.766537 | 6.650019 |
| -----+-----            |  |          |          |       |       |          |          |
| cons4_emiss <-         |  |          |          |       |       |          |          |
| EMbeh                  |  | .3264108 | .0856056 | 3.81  | 0.000 | .1586268 | .4941948 |
| _cons                  |  | 1.835828 | .159945  | 11.48 | 0.000 | 1.522341 | 2.149314 |
| -----+-----            |  |          |          |       |       |          |          |
| cit5_emiss <-          |  |          |          |       |       |          |          |
| EMbeh                  |  | .5617016 | .1282798 | 4.38  | 0.000 | .3102779 | .8131254 |
| _cons                  |  | 1.710632 | .2399749 | 7.13  | 0.000 | 1.24029  | 2.180974 |
| -----+-----            |  |          |          |       |       |          |          |
| var(e.valprotambient)  |  | .6523452 | .0835243 |       |       | .5075657 | .8384221 |
| var(e.valintegrnatura) |  | .4950567 | .1147455 |       |       | .3143122 | .7797378 |
| var(e.health_R)        |  | .6780234 | .0921196 |       |       | .5195127 | .8848978 |
| var(e.health_I)        |  | .6720699 | .0932775 |       |       | .5120059 | .8821732 |

|  |          |          |       |       |           |          |
|--|----------|----------|-------|-------|-----------|----------|
| var(e.cons4_empt)  | .893456  | .0558852 |       |       | .7903709  | 1.009986 |
| var(e.cit5_empt)   | .6844913 | .1441099 |       |       | .453064   | 1.034133 |
| var(e.Health)  | .7954472 | .0796284 |       |       | .6537349  | .9678789 |
| var(e.EMbeh)   | .7569976 | .1157886 |       |       | .5609145  | 1.021627 |
| var(ValBio)  | 1        | .        |       |       | .         | .        |
| -----+-----  |          |          |       |       |           |          |
| cov(age,ValBio)  | .2033506 | .0616132 | 3.30  | 0.001 | .0825909  | .3241103 |
| cov(edusup,ValBio)   | -.090303 | .062962  | -1.43 | 0.152 | -.2137063 | .0331003 |
| cov(alta_imutarsu,ValBio)  | .0662391 | .0623861 | 1.06  | 0.288 | -.0560353 | .1885136 |
| -----  |          |          |       |       |           |          |
| LR test of model vs. saturated: chi2(19) = 18.10, Prob > chi2 = 0.5161 |          |          |       |       |           |          |

Goodness of fit – Equation Level

| depvars      | Variance |           |          | R-squared | mc       | mc2      |
|--------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|
|              | fitted   | predicted | residual |           |          |          |
| observed     |          |           |          |           |          |          |
| valprotamb~t | .2791187 | .097037   | .1820818 | .3476548  | .5896226 | .3476548 |
| valintegrn~a | .6495551 | .3279885  | .3215666 | .5049433  | .7105936 | .5049433 |
| health_R     | 1.003197 | .3230061  | .6801911 | .3219766  | .5674299 | .3219766 |
| health_I     | .5499588 | .1803481  | .3696108 | .3279301  | .5726518 | .3279301 |
| cons4_empt   | .1834894 | .0195497  | .1639397 | .106544   | .3264108 | .106544  |
| cit5_empt    | .1558977 | .0491871  | .1067106 | .3155087  | .5617016 | .3155087 |
| latent       |          |           |          |           |          |          |
| Health       | .3230061 | .0660718  | .2569343 | .2045528  | .4522752 | .2045528 |
| EMbeh        | .0195497 | .0047506  | .0147991 | .2430024  | .4929527 | .2430024 |
| overall      |          |           |          | .6955116  |          |          |

---

mc = correlation between depvar and its prediction

mc2 = mc<sup>2</sup> is the Bentler-Raykov squared multiple correlation coefficient



## Goodness of fit - General

| Fit statistic        | Value    | Description                              |
|----------------------|----------|--|
| -----+-----          |          |  |
| Likelihood ratio     |          |  |
| chi2_ms(19)          | 18.096   | model vs. saturated                      |
| p > chi2             | 0.516    |  |
| chi2_bs(33)          | 215.155  | baseline vs. saturated                   |
| p > chi2             | 0.000    |  |
| -----+-----          |          |  |
| Population error     |          |  |
| RMSEA                | 0.000    | Root mean squared error of approximation |
| 90% CI, lower bound  | 0.000    |  |
| upper bound          | 0.042    |  |
| pclose               | 0.986    | Probability RMSEA <= 0.05                |
| -----+-----          |          |  |
| Information criteria |          |  |
| AIC                  | 8426.948 | Akaike's information criterion           |
| BIC                  | 8530.661 | Bayesian information criterion           |
| -----+-----          |          |  |
| Baseline comparison  |          |  |
| CFI                  | 1.000    | Comparative fit index                    |
| TLI                  | 1.009    | Tucker-Lewis index                       |
| -----+-----          |          |  |
| Size of residuals    |          |  |
| SRMR                 | 0.027    | Standardized root mean squared residual  |
| CD                   | 0.696    | Coefficient of determination             |



|                    |        |  |          |          |       |       |          |          |
|--------------------|--------|--|----------|----------|-------|-------|----------|----------|
|                    | Health |  | .5399256 | .0767157 | 7.04  | 0.000 | .3895657 | .6902856 |
| -----+-----        |        |  |          |          |       |       |          |          |
| TSAtt <-           |        |  |          |          |       |       |          |          |
|                    | Health |  | .2916408 | .0974478 | 2.99  | 0.003 | .1006466 | .482635  |
|                    | MNorm  |  | .3684823 | .0874576 | 4.21  | 0.000 | .1970686 | .5398959 |
| -----+-----        |        |  |          |          |       |       |          |          |
| Measurement        |        |  |          |          |       |       |          |          |
| valprotambient <-  |        |  |          |          |       |       |          |          |
|                    | ValBio |  | .6105515 | .0835435 | 7.31  | 0.000 | .4468093 | .7742937 |
|                    | _cons  |  | 8.576984 | .3399013 | 25.23 | 0.000 | 7.91079  | 9.243179 |
| -----+-----        |        |  |          |          |       |       |          |          |
| valintegrnatura <- |        |  |          |          |       |       |          |          |
|                    | ValBio |  | .697268  | .0897362 | 7.77  | 0.000 | .5213882 | .8731477 |
|                    | _cons  |  | 5.347779 | .2162768 | 24.73 | 0.000 | 4.923884 | 5.771674 |
| -----+-----        |        |  |          |          |       |       |          |          |
| health_R <-        |        |  |          |          |       |       |          |          |
|                    | Health |  | .5630988 | .0605317 | 9.30  | 0.000 | .4444588 | .6817387 |
|                    | _cons  |  | 4.356532 | .1791012 | 24.32 | 0.000 | 4.0055   | 4.707564 |
| -----+-----        |        |  |          |          |       |       |          |          |
| health_I <-        |        |  |          |          |       |       |          |          |
|                    | Health |  | .6528265 | .0620526 | 10.52 | 0.000 | .5312055 | .7744474 |
|                    | _cons  |  | 5.851076 | .2353796 | 24.86 | 0.000 | 5.38974  | 6.312411 |
| -----+-----        |        |  |          |          |       |       |          |          |
| obl_inv <-         |        |  |          |          |       |       |          |          |
|                    | MNorm  |  | .7227869 | .0448424 | 16.12 | 0.000 | .6348974 | .8106764 |
|                    | _cons  |  | 2.952149 | .1279979 | 23.06 | 0.000 | 2.701278 | 3.20302  |
| -----+-----        |        |  |          |          |       |       |          |          |

|              |                        |  |           |          |       |       |           |           |
|--------------|------------------------|--|-----------|----------|-------|-------|-----------|-----------|
| guilt_inv <- |                        |  |           |          |       |       |           |           |
|              | MNorm                  |  | .6222864  | .0475526 | 13.09 | 0.000 | .529085   | .7154878  |
|              | _cons                  |  | 1.884191  | .0921198 | 20.45 | 0.000 | 1.70364   | 2.064743  |
| -----+       |                        |  |           |          |       |       |           |           |
| feel_inv <-  |                        |  |           |          |       |       |           |           |
|              | MNorm                  |  | .6333026  | .0474308 | 13.35 | 0.000 | .5403399  | .7262653  |
|              | _cons                  |  | 3.631059  | .1523731 | 23.83 | 0.000 | 3.332414  | 3.929705  |
| -----+       |                        |  |           |          |       |       |           |           |
| ts_imp <-    |                        |  |           |          |       |       |           |           |
|              | TSAtt                  |  | .8671973  | .0386316 | 22.45 | 0.000 | .7914807  | .942914   |
|              | _cons                  |  | 3.353528  | .1423141 | 23.56 | 0.000 | 3.074598  | 3.632459  |
| -----+       |                        |  |           |          |       |       |           |           |
| ts_adv <-    |                        |  |           |          |       |       |           |           |
|              | TSAtt                  |  | .8361736  | .0385685 | 21.68 | 0.000 | .7605808  | .9117664  |
|              | _cons                  |  | 3.367275  | .1428098 | 23.58 | 0.000 | 3.087373  | 3.647177  |
| -----+       |                        |  |           |          |       |       |           |           |
| cons4_ts <-  |                        |  |           |          |       |       |           |           |
|              | TSbeh                  |  | .3653343  | .1054871 | 3.46  | 0.001 | .1585833  | .5720852  |
|              | _cons                  |  | -.2049574 | .0696317 | -2.94 | 0.003 | -.341433  | -.0684819 |
| -----+       |                        |  |           |          |       |       |           |           |
| cit5_tg <-   |                        |  |           |          |       |       |           |           |
|              | TSbeh                  |  | .6937897  | .1801229 | 3.85  | 0.000 | .3407552  | 1.046824  |
|              | _cons                  |  | -.6620158 | .0839682 | -7.88 | 0.000 | -.8265905 | -.497441  |
| -----+       |                        |  |           |          |       |       |           |           |
|              | var(e.valprotambient)  |  | .6272268  | .1020152 |       |       | .4560171  | .8627166  |
|              | var(e.valintegrnatura) |  | .5138174  | .1251404 |       |       | .3187854  | .8281693  |
|              | var(e.health_R)        |  | .6829198  | .0681706 |       |       | .561566   | .830498   |

|                  |          |          |  |  |          |          |
|------------------|----------|----------|--|--|----------|----------|
| var(e.health_I)  | .5738176 | .0810192 |  |  | .4351008 | .7567594 |
| var(e.obl_inv)   | .4775791 | .064823  |  |  | .366024  | .6231334 |
| var(e.guilt_inv) | .6127596 | .0591827 |  |  | .5070815 | .7404614 |
| var(e.feel_inv)  | .5989278 | .0600761 |  |  | .4920324 | .7290464 |
| var(e.ts_imp)    | .2479688 | .0670025 |  |  | .1460151 | .4211107 |
| var(e.ts_adv)    | .3008137 | .0644999 |  |  | .1975989 | .4579421 |
| var(e.cons4_ts)  | .8665309 | .0770761 |  |  | .7278995 | 1.031565 |
| var(e.cit5_tg)   | .5186558 | .2499349 |  |  | .2016945 | 1.33372  |
| var(e.Health)    | .8179666 | .0711425 |  |  | .6897671 | .9699931 |
| var(e.TSbeh)     | .8631117 | .0841917 |  |  | .7129139 | 1.044953 |
| var(e.MNorm)     | .7084803 | .0828415 |  |  | .5633757 | .8909585 |
| var(e.TSAtt)     | .6631208 | .0615389 |  |  | .5528401 | .7954003 |
| var(ValBio)      | 1        | .        |  |  | .        | .        |

-----+-----  
cov(impriscondizion,ValBio) | -.0854822 .0698784 -1.22 0.221 -.2224414 .051477  
-----

LR test of model vs. saturated: chi2(47) = 47.52, Prob > chi2 = 0.4514

Goodness of fit – Equation Level

|              | Variance |           |          |           |          |          |  |
|--------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|--|
| depvars      | fitted   | predicted | residual | R-squared | mc       | mc2      |  |
| observed     |          |           |          |           |          |          |  |
| valprotamb~t | .3034535 | .1131193  | .1903342 | .3727732  | .6105515 | .3727732 |  |
| valintegrn~a | .6640294 | .3228395  | .3411898 | .4861826  | .697268  | .4861826 |  |
| health_R     | .9261846 | .2936748  | .6325098 | .3170802  | .5630988 | .3170802 |  |
| health_I     | .6113589 | .2605504  | .3508085 | .4261824  | .6528265 | .4261824 |  |
| obl_inv      | 1.506832 | .7872004  | .7196312 | .5224209  | .7227869 | .5224209 |  |
| guilt_inv    | 1.87646  | .7266412  | 1.149819 | .3872404  | .6222864 | .3872404 |  |
| feel_inv     | 1.151269 | .4617419  | .6895267 | .4010722  | .6333026 | .4010722 |  |
| ts_imp       | 1.258087 | .9461208  | .3119663 | .7520312  | .8671973 | .7520312 |  |
| ts_adv       | 1.225617 | .8569346  | .3686824 | .6991863  | .8361736 | .6991863 |  |
| cons4_ts     | .3864882 | .0515842  | .3349039 | .1334691  | .3653343 | .1334691 |  |
| cit5_tg      | .100469  | .0483602  | .0521089 | .4813442  | .6937897 | .4813442 |  |
| latent       |          |           |          |           |          |          |  |
| Health       | .2936748 | .0534586  | .2402162 | .1820334  | .4266537 | .1820334 |  |
| TSbeh        | .0515842 | .0070613  | .044523  | .1368883  | .3699841 | .1368883 |  |
| MNorm        | .7872004 | .2294844  | .557716  | .2915197  | .5399256 | .2915197 |  |
| TSAAtt       | .9461208 | .3187285  | .6273924 | .3368792  | .580413  | .3368792 |  |
| overall      |          |           |          | .6640443  |          |          |  |

mc = correlation between depvar and its prediction

mc2 = mc^2 is the Bentler-Raykov squared multiple correlation coefficient

## Goodness of fit - General

| Fit statistic        | Value    | Description                              |
|----------------------|----------|--|
| -----+-----          |          |  |
| Likelihood ratio     |          |  |
| chi2_ms(47)          | 47.519   | model vs. saturated                      |
| p > chi2             | 0.451    |  |
| chi2_bs(66)          | 751.083  | baseline vs. saturated                   |
| p > chi2             | 0.000    |  |
| -----+-----          |          |  |
| Population error     |          |  |
| RMSEA                | 0.006    | Root mean squared error of approximation |
| 90% CI, lower bound  | 0.000    |  |
| upper bound          | 0.037    |  |
| pclose               | 0.997    | Probability RMSEA <= 0.05                |
| -----+-----          |          |  |
| Information criteria |          |  |
| AIC                  | 8815.796 | Akaike's information criterion           |
| BIC                  | 8971.185 | Bayesian information criterion           |
| -----+-----          |          |  |
| Baseline comparison  |          |  |
| CFI                  | 0.999    | Comparative fit index                    |
| TLI                  | 0.999    | Tucker-Lewis index                       |
| -----+-----          |          |  |
| Size of residuals    |          |  |
| SRMR                 | 0.033    | Standardized root mean squared residual  |

CD | 0.664 Coefficient of determination

---



**Tabella A.4** – Eterogeneità individuata dalla post-estimation: Latent Class Model

|                           |          | Quartu         | Ovodda          | Assemini       | S. Giusta      | Iglesias     | Condominio      | Laurea  | Maschi  | Giovani        | Occupati     | Condizionatore |
|---------------------------|----------|----------------|-----------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|---------|---------|----------------|--------------|----------------|
| City: baseline = Cagliari |          |                |                 |                |                |              |                 |         |         |                |              |                |
| Fotovoltaico              | baseline | .265           | .265            | .265           | .265           | .265         | .15             | .179    | .196    | .2             | .202         | .201           |
|                           | Δ        | <b>-.129*</b>  | <b>-.256***</b> | -.068          | <b>-.243**</b> | -.015        | .048            | .005    | -.041   | <b>-.147**</b> | -.044        | -.042          |
|                           | pr       | (0.053)        | (0.000)         | (0.533)        | (0.028)        | (0.895)      | (0.327)         | (0.934) | (0.391) | (0.032)        | (0.55)       | (0.37)         |
| Solare Termico            | baseline | -.169          | -.169           | -.169          | -.169          | -.169        | -.116           | -.157   | -.151   | -.154          | -.161        | -.151          |
|                           | Δ        | .023           | .004            | <b>.103**</b>  | .002           | .067         | <b>-.062**</b>  | .013    | -.009   | -.002          | .013         | -.007          |
|                           | pr       | (0.388)        | (0.893)         | (0.017)        | (0.971)        | (0.12)       | (0.003)         | (0.602) | (0.66)  | (0.944)        | (0.513)      | (0.715)        |
| Porta a Porta             | baseline | -.758          | -.758           | -.758          | -.758          | -.758        | -.338           | -.547   | -.557   | -.577          | -.607        | -.565          |
|                           | Δ        | <b>.335***</b> | <b>.506***</b>  | <b>.52***</b>  | <b>.472***</b> | .279         | <b>-.324***</b> | 0.034   | .045    | <b>.274**</b>  | <b>.134*</b> | .054           |
|                           | pr       | (0.002)        | (0.000)         | (0.004)        | (0.009)        | (0.128)      | (0.000)         | (0.664) | (0.551) | (0.011)        | (0.071)      | (0.472)        |
| Cassonetti in strada      | baseline | -.533          | -.533           | -.533          | -.533          | -.533        | -.508           | -.503   | -.513   | -.513          | -.511        | -.514          |
|                           | Δ        | .042           | <b>.098***</b>  | -.012          | <b>.094*</b>   | -.019        | .005            | -.007   | .019    | <b>.058*</b>   | .012         | .019           |
|                           | pr       | (0.202)        | (0.004)         | (0.818)        | (0.08)         | (0.717)      | (0.854)         | (0.818) | (0.423) | (0.094)        | (0.614)      | (0.419)        |
| Trasporto                 | baseline | -.122          | -.122           | -.122          | -.122          | -.122        | -.13            | -.129   | -.127   | -.127          | -.127        | -.127          |
|                           | Δ        | -.01           | <b>-.021***</b> | -.002          | <b>-.02**</b>  | .001         | .002            | .001    | -.004   | <b>-.012*</b>  | -.003        | -.004          |
|                           | pr       | (0.105)        | (0.001)         | (0.842)        | (0.046)        | (0.908)      | (0.694)         | (0.874) | (0.403) | (0.055)        | (0.473)      | (0.391)        |
| Emissioni                 | baseline | .432           | .432            | .432           | .432           | .432         | .439            | .431    | .433    | .433           | .431         | .433           |
|                           | Δ        | -.001          | -.011           | .02            | -.011          | .014         | <b>-.012*</b>   | .003    | -.004   | -.007          | .001         | -.004          |
|                           | pr       | (0.936)        | (0.215)         | (0.122)        | (0.419)        | (0.271)      | (0.062)         | (0.676) | (0.531) | (0.426)        | (0.867)      | (0.559)        |
| Tasse                     | baseline | -.285          | -.285           | -.285          | -.285          | -.285        | -.237           | -.267   | -.265   | -.268          | -.273        | -.266          |
|                           | Δ        | <b>.03**</b>   | <b>.033**</b>   | <b>.074***</b> | .282           | <b>.044*</b> | <b>-.045***</b> | .008    | -.001   | .016           | .014         | 0              |
|                           | pr       | (0.032)        | (0.025)         | (0.001)        | (0.19)         | (0.054)      | (0.000)         | (0.548) | (0.934) | (0.288)        | (0.191)      | (0.976)        |

P-Values in parentesi

Note: \*\*\*, \*\*, \* ==> Significance at 1%, 5%, 10% level

**Tabella A.5** – Eterogeneità individuata dalla post-estimation: Random Parameter Logit (semplice)

|                           | RPLM1    | Quartu         | Ovodda          | Assemini        | S. Giusta       | Iglesias       | Condominio      | Laurea         | Maschi        | Giovani       | Occupati | Condizionatore |
|---------------------------|----------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|----------|----------------|
| City: baseline = Cagliari |          |                |                 |                 |                 |                |                 |                |               |               |          |                |
| Fotovoltaico              | baseline | .075           | .075            | .075            | .075            | .075           | 0.047           | .069           | .061          | .078          | .049     | .086           |
|                           | Δ        | .032           | <b>-.151**</b>  | -.076           | -.043           | <b>.203*</b>   | .022            | -.042          | 0             | <b>-.125*</b> | .023     | -.052          |
|                           | pr       | (0.619)        | (0.026)         | (0.468)         | (0.681)         | (0.065)        | (0.659)         | (0.477)        | (0.992)       | (0.074)       | (0.636)  | (0.28)         |
| Solare Termico            | baseline | -.264          | -.264           | -.264           | -.264           | -.264          | -.293           | -.28           | -.268         | -.271         | -.288    | -.263          |
|                           | Δ        | -.05           | -.056           | .048            | .054            | .052           | .029            | .024           | -.016         | -.024         | .026     | -.024          |
|                           | pr       | (0.183)        | (0.151)         | (0.424)         | (0.383)         | (0.403)        | (0.302)         | (0.471)        | (0.566)       | (0.538)       | (0.338)  | (0.381)        |
| Porta a Porta             | baseline | -.823          | -.823           | -.823           | -.823           | -.823          | -.247           | -.491          | -.531         | -.547         | -.539    | -.52           |
|                           | Δ        | <b>.488***</b> | <b>.678***</b>  | <b>.573***</b>  | <b>.849***</b>  | <b>.376**</b>  | <b>-.437***</b> | -.125          | .035          | <b>.219*</b>  | .042     | .006           |
|                           | pr       | (0.000)        | (0.000)         | (0.002)         | (0.000)         | (0.046)        | (0.000)         | (0.224)        | (0.685)       | (0.073)       | (0.615)  | (0.939)        |
| Cassonetti in strada      | baseline | -.634          | -.634           | -.634           | -.634           | -.634          | -.86            | -.722          | -.755         | -.706         | -.743    | -.7            |
|                           | Δ        | -.095          | <b>-.234***</b> | <b>-.366***</b> | -.146           | -.073          | <b>.22***</b>   | -.009          | .078          | -.132*        | .037     | -.048          |
|                           | pr       | (.179)         | (0.003)         | (0.003)         | (0.218)         | (0.542)        | (0.000)         | (0.887)        | (0.144)       | (0.083)       | (0.484)  | (0.362)        |
| Trasporto                 | baseline | -.186          | -.186           | -.186           | -.186           | -.186          | -.16            | -.178          | -.191         | -.187         | -.187    | -.186          |
|                           | Δ        | 0.004          | -.021           | <b>0.05**</b>   | .021            | <b>-.055**</b> | <b>-.034***</b> | .017           | <b>.025**</b> | <b>.038**</b> | .01      | .009           |
|                           | pr       | (0.818)        | (0.206)         | (0.047)         | (0.412)         | (0.032)        | (0.001)         | (0.23)         | (0.039)       | (0.028)       | (0.399)  | (0.426)        |
| Emissioni                 | baseline | .626           | .626            | .626            | .626            | .626           | .592            | .572           | .617          | .6            | .564     | .599           |
|                           | Δ        | -.073          | <b>-.15***</b>  | <b>.20**</b>    | -.06            | .03            | .007            | <b>.117**</b>  | -.05          | -.021         | .065     | -0.004         |
|                           | pr       | (0.18)         | (0.006)         | (0.022)         | (0.494)         | (0.723)        | (0.866)         | (0.019)        | (0.224)       | (0.717)       | (0.111)  | (0.917)        |
| Tasse                     | baseline | -.362          | -.362           | -.362           | -.362           | -.362          | -.389           | -.402          | -.384         | -.385         | -.377    | -.388          |
|                           | Δ        | -.015          | <b>-.379**</b>  | -.016           | <b>-.157***</b> | -.026          | .003            | <b>.072***</b> | -.007         | -.015         | -.02     | .002           |
|                           | pr       | (0.61)         | (0.033)         | (0.742)         | (0.001)         | (0.585)        | (0.895)         | (0.006)        | (0.75)        | (0.624)       | (0.366)  | (0.928)        |

P-Values in parentesi

Note: \*\*\*, \*\*, \* ==> Significance at 1%, 5%, 10% level

**Tabella A.6** - Eterogeneità individuata dalla post-estimation: Random Parameter Logit con eterogeneità nelle medie

|                           |          | Quartu          | Ovodda         | Assemini      | S. Giusta       | Iglesias        | Condominio     | Laurea        | Maschi         | Giovani       | Occupati      | Condizionatore  |
|---------------------------|----------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|-----------------|
| City: baseline = Cagliari |          |                 |                |               |                 |                 |                |               |                |               |               |                 |
| Fotovoltaico              | baseline | .292            | .292           | .292          | .292            | .292            | .292           | .292          | .292           | .292          | .292          | .292            |
|                           | Δ        | 0.198           | <b>-.83**</b>  | .14           | .473            | <b>1.366***</b> | .008           | -.197         | -.079          | <b>-.536*</b> | <b>.456**</b> | <b>-.672***</b> |
|                           | pr       | (0.457)         | (0.013)        | (0.763)       | (0.344)         | (0.003)         | (0.971)        | (0.430)       | (0.695)        | (0.092)       | (0.026)       | (0.001)         |
| Solare Termico            | baseline | -.291           | -.291          | -.291         | -.291           | -.291           | -.291          | -.291         | -.291          | -.291         | -.291         | -.291           |
|                           | Δ        | -.081           | <b>-.575*</b>  | .706          | <b>.892*</b>    | <b>1.028**</b>  | .259           | .103          | -.136          | <b>-.515*</b> | <b>.472**</b> | <b>-.679***</b> |
|                           | pr       | (0.746)         | (0.077)        | (0.114)       | (0.061)         | (0.017)         | (0.261)        | (0.651)       | (0.472)        | (0.085)       | (0.014)       | (0.000)         |
| Porta a Porta             | baseline | -1.14***        | -1.14***       | -1.14***      | -1.14***        | -1.14***        | -1.14***       | -1.14***      | -1.14***       | -1.14***      | -1.14***      | -1.14***        |
|                           | Δ        | <b>1.197***</b> | <b>1.12***</b> | .864          | <b>1.867***</b> | <b>.941*</b>    | -.323          | -.019         | .318           | -.165         | .319          | -.154           |
|                           | pr       | (0.000)         | (0.003)        | (0.101)       | (0.001)         | (0.066)         | (0.232)        | (0.947)       | (0.159)        | (0.642)       | (0.167)       | (0.508)         |
| Cassonetti in strada      | baseline | -1.12***        | -1.12***       | -1.12***      | -1.12***        | -1.12***        | -1.12***       | -1.12***      | -1.12***       | -1.12***      | -1.12***      | -1.12***        |
|                           | Δ        | 0.106           | -.398          | -.648         | .497            | .444            | <b>.443*</b>   | .063          | .355*          | -.373         | <b>.377*</b>  | <b>-.357*</b>   |
|                           | pr       | (0.704)         | (0.253)        | (0.187)       | (0.338)         | (0.353)         | (0.079)        | (0.802)       | (0.093)        | (0.260)       | (0.078)       | (0.098)         |
| Trasporto                 | baseline | -.149           | -.149          | -.149         | -.149           | -.149           | -.149          | -.149         | -.149          | -.149         | -.149         | -.149           |
|                           | Δ        | .044            | -.163          | .153          | -.154           | <b>-.554**</b>  | <b>-.262**</b> | -.081         | <b>.262***</b> | <b>.263*</b>  | 0             | .084            |
|                           | pr       | (0.722)         | (0.294)        | (0.488)       | (0.510)         | (0.011)         | (0.019)        | (0.476)       | (0.005)        | (0.071)       | (0.996)       | (0.385)         |
| Emissioni                 | baseline | .783***         | .783***        | .783***       | .783***         | .783***         | .783***        | .783***       | .783***        | .783***       | .783***       | .783***         |
|                           | Δ        | -.284           | <b>-.555**</b> | <b>.692**</b> | -.147           | .22             | -.045          | <b>.298*</b>  | <b>-.25*</b>   | .006          | .213          | -.224           |
|                           | pr       | (0.113)         | (0.013)        | (0.030)       | (0.662)         | (0.479)         | (0.775)        | (0.069)       | (0.065)        | (0.976)       | (0.119)       | (0.107)         |
| Tasse                     | baseline | -.258**         | -.258**        | -.258**       | -.258**         | -.258**         | -.258**        | -.258**       | -.258**        | -.258**       | -.258**       | -.258**         |
|                           | Δ        | .038            | <b>-.34***</b> | -.103         | <b>-.438**</b>  | -.065           | <b>-.16*</b>   | <b>.191**</b> | .078           | .057          | -.035         | -.046           |
|                           | pr       | (0.709)         | (0.009)        | (0.572)       | (0.027)         | (0.712)         | (0.081)        | (0.037)       | (0.311)        | (0.632)       | (0.654)       | (0.568)         |

P-Values in parentesi

Note: \*\*\*, \*\*, \* ==> Significance at 1%, 5%, 10% level