

DOTTORATO DI RICERCA IN ECONOMIA

Anno Accademico 2007 – 2008 – XX ciclo
Settore scientifico disciplinare
Area 13 – SECS-P/01 ECONOMIA POLITICA

***Studio della Domanda di Servizi
di Pubblica Utilità: Un'analisi Panel
dei Consumi Residenziali di Acqua
ed Energia Elettrica***

Tesi presentata da
Vania Statzu

Supervisor

Prof.ssa Elisabetta Strazzera

Commissione d'Esame

Prof. Paolo Mario Piacentini

Dott. Silvia Tiezzi

Prof. Fabio Mazzola

Alla mia impagabile famiglia

Ringraziamenti

Il lavoro che andiamo a presentare non si sarebbe mai potuto svolgere senza l'ausilio prezioso delle persone che hanno permesso ed agevolato la raccolta dei dati.

Un ringraziamento doveroso va dunque a:

Dott.ssa G. Vallasca, Geom. A. Olla ed il Geom. M. Marrocu dell'ESAF,

il Dott. Antonio Maieli della SIINOS,

il Dott. D.R. Mulas ed il Geom. D. Becchere del Consorzio di Bonifica del Govossai,

il Sig. G. Zedda e l'Ing. A. Luridiana della SIM

senza l'aiuto dei quali non si sarebbe potuta effettuare l'analisi sui consumi idrici.

Un ringraziamento particolare va a tutto il personale della ex sede ESAF di Viale Diaz a Cagliari per l'accoglienza e l'aiuto fornito nel periodo di raccolta dati.

Un ringraziamento doveroso va al personale ed alla Dirigenza del SAR (Servizio Agrometeorologico della Sardegna) ed in particolare al Dott. Andrea Motroni per la cortesia e disponibilità senza il quale non sarebbe stato possibile ottenere i dati climatici.

Un ringraziamento alla Dott.ssa Pinella Orrù ed alla Dott.ssa Marianna Tosi della sede ISTAT di Cagliari per i dati comunali sulla diffusione delle modalità di riscaldamento ed i combustibili.

Altri preziosi fornitori di informazioni sono stati il Dott. Pierpaolo Marcello dell'ENEL, le Dott.sse Marcella Pavan e Lucia Passamonti dell'Autorità per l'Energia Elettrica e l'Ambiente e la Sig.ra Longhitano della Camera di Commercio di Cagliari.

Un ringraziamento va a Emanuela Marroccu, Bianca Biagi e Giampiero Uccheddu per i preziosi contatti forniti.

Un ringraziamento al Prof. Giovanni Sistu ed alla Dott.ssa Annalisa Cocco per aver messo a disposizione i dati in loro possesso sui consumi elettrici e sulle infrastrutture e presenze turistiche.

Un ringraziamento va al Prof. R. Martinez – Espineira per i suoi consigli sulla costruzione della variabile turistica, al Prof. R. Madlener per averci prontamente inviato i suoi lavori, al Prof. T. Plumper ed alla Prof.ssa V. Troeger per il materiale inviatoci e la disponibilità nel fornirci chiarimenti.

Un doveroso ringraziamento va ai miei personali fornitori di paper, Ilenia Bregoli e Andrea Giuricin, Gabriele Piccoli e soprattutto Silvana Robone, il cui lavoro è stato impagabile per la dedizione con la quale ha fornito il suo prezioso aiuto in questi tre anni.

Un ringraziamento va inoltre alla Dott.ssa Adriana Di Liberto ed alla Dott.ssa Emanuela Marrocu per i preziosi consigli. Un ringraziamento particolare va al Dott. Rinaldo Brau per l'aiuto, i consigli ed il prezioso ruolo di attento commentatore che ha svolto.

Un ringraziamento doveroso spetta al Prof. Giovanni Sistu per i fondamentali consigli ed intuizioni fondamentali per l'analisi e la comprensione del contesto analizzato.

Questo lavoro non sarebbe mai arrivato a termine senza il prezioso aiuto di Silvia Balia e Silvana Robone che hanno condiviso con me l'esperienza anglosassone e sono sempre state prodighe di aiuti e consigli.

Un ringraziamento va inoltre ad Annalisa Cocco, Marta Foddi, Silvana Robone, Federica Rosina e Manuela Vacca per il prezioso sostegno morale e l'aiuto fornitomi in numerose occasioni.

Un ringraziamento a tutti i colleghi del CRENoS per aver condiviso pareri ed esperienze sulla ricerca svolta.

Un ringraziamento speciale alla mia personale correttrice di bozze, mia sorella Viviana.

Il Dottorato di Ricerca è un percorso lungo e complesso durante il quale si dovrebbe compiere la trasformazione da studente a ricercatore.

Tale percorso non sarebbe potuto avvenire senza la guida e l'ausilio di un maestro attento.

*I miei ringraziamenti più sentiti vanno alla Prof.ssa Elisabetta Strazzera
sapiente e paziente maestro*

*per aver condiviso e trasmesso la sua conoscenza su come si deve svolgere un lavoro di
ricerca, per i suoi validi insegnamenti*

e per la sua instancabile opera di supporto e promozione del mio lavoro.

INDICE

INTRODUZIONE	Pag. 6
CAPITOLO 1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO	Pag. 11
1.1 LE POLITICHE DI GESTIONE DEL SERVIZIO ELETTRICO ED IDRICO	Pag. 12
1.2. L'ANALISI TERRITORIALE	Pag. 22
CAPITOLO 2. ANALISI METODOLOGICA	Pag. 44
2.1. ACQUISIZIONE DEI DATI: LE IMPLICAZIONI DELL'USO DI DATI AGGREGATI	Pag. 45
2.2. LA SCELTA DELLA FORMA FUNZIONALE	Pag. 45
2.3. LA FUNZIONE DI DOMANDA	Pag. 45
2.4. METODOLOGIE DI STIMA PER PANEL STATICI	Pag. 48
CAPITOLO 3. ANALISI DELLA DOMANDA D'ACQUA PER USI DOMESTICI	Pag. 58
3.1. RASSEGNA DELLA LETTERATURA SULLA STIMA DELLA FUNZIONE DI DOMANDA DI ACQUA PER USI DOMESTICI	Pag. 59
3.1.1 LA LETTERATURA SULLA DOMANDA DI ACQUA: ELEMENTI METODOLOGICI	Pag. 59
3.1.2 LA LETTERATURA SULLA DOMANDA D'ACQUA: L'ANALISI DELLE VARIABILI	Pag. 62
3.2. ANALISI ECONOMETRICA DELLA DOMANDA D'ACQUA PER USI DOMESTICI NEI COMUNI DELLA SARDEGNA	Pag. 79
3.2.1. CONCLUSIONI	Pag. 88
CAPITOLO 4. ANALISI DELLA DOMANDA DI ENERGIA ELETTRICA PER USI DOMESTICI	Pag. 91
4.1. RASSEGNA DELLA LETTERATURA SULLA STIMA DELLA FUNZIONE DI DOMANDA DI ELETTRICITA' PER USI DOMESTICI	Pag. 92
4.1.1. RASSEGNA DELLA LETTERATURA SULLA STIMA DELLA FUNZIONE DI DOMANDA DI ELETTRICITA' PER USI DOMESTICI	Pag. 92
4.1.2. LA LETTERATURA SULLA DOMANDA DI ENERGIA ELETTRICA: L'ANALISI DELLE VARIABILI	Pag. 95
4.2. ANALISI DELLE DETERMINANTI DEI CONSUMI DOMESTICI DI ENERGIA ELETTRICA NEI COMUNI DELLA SARDEGNA	Pag. 108
4.2.1. CONCLUSIONI	Pag. 118
CONCLUSIONI	Pag. 120
APPENDICE	Pag. 124
Appendice cartografica	Pag. 125
Rassegna delle variabili	Pag. 144
Appendice statistica	Pag. 150
BIBLIOGRAFIA	Pag. 152

INTRODUZIONE

Da alcuni anni il ruolo dei singoli cittadini e delle famiglie è divenuto centrale nelle politiche finalizzate a ridurre il consumo delle risorse naturali e ad evitare determinate tipologie di inquinamento.

E' questo il caso delle più recenti politiche per la riduzione dei consumi idrici ed elettrici. L'urgenza di politiche con queste finalità è dovuta alla consapevolezza che, nel corso degli ultimi decenni, lo stile di vita dei paesi più ricchi ha determinato un crescente livello dei consumi e, con esso, l'aumento dei consumi delle risorse naturali (OECD, 2001).

Benché le finalità ed i soggetti a cui sono dirette tali politiche siano le medesime, le azioni con cui raggiungere tali finalità sono molto diverse nel contesto idrico ed in quello energetico.

L'acqua è sempre stata considerata un bene pubblico e meritorio, la cui gestione è stata prevalentemente pubblica. Tale gestione era caratterizzata da una continua espansione dell'offerta - attraverso una capillare infrastrutturazione del territorio - e dalla fornitura a costi bassi, tali da garantire a tutti la possibilità di accedere ad essa. Spesso questo ha significato far pagare per l'acqua una cifra forfaitaria, non legata ai livelli di consumo effettivo.

La gestione pubblica è stata effettivamente in grado di raggiungere gli obiettivi che si era posta, dando vita però a gestioni deficitarie e, soprattutto, incentivando consumi eccessivi, legati ai bassi livelli di prezzo.

Inoltre, l'inquinamento e le condizioni di scarsità hanno determinato difficoltà di approvvigionamento anche in contesti precedentemente non colpiti. In Europa, le regioni mediterranee - come la Sardegna - sono sempre state soggette a situazioni di deficit, ma negli anni recenti difficoltà di approvvigionamento si sono verificate anche in zone progressivamente più a nord.

Negli anni '90 questi elementi hanno portato ad una progressiva crescita di interesse ed attenzione nei confronti dei problemi idrici.

I numerosi convegni e fora (Dublino, 1993; Tokyo, 2000), che si sono succeduti per quasi un decennio, hanno individuato nella gestione pubblica e nel basso livello dei prezzi la causa dei problemi di gestione delle risorse idriche.

La soluzione propugnata da più parti era quella di far entrare i privati nella gestione dell'acqua e, soprattutto, considerare l'acqua come un bene economico. Questo significava far pagare per l'acqua un prezzo pari ai suoi costi di produzione.

Tale principio è stato sancito dalla Direttiva Comunitaria 2000/60 (Direttiva quadro in materia di risorse idriche) e dalla Comunicazione 2000/477 (Politiche di prezzo per la promozione della sostenibilità delle risorse idriche).

La legislazione italiana aveva già introdotto nel suo ordinamento questa nuova concezione con la Legge 36/94 (nota come "Legge Galli", dal nome del suo relatore). Questa legge prevede che il livello tariffario sia tale da garantire l'efficienza, l'efficacia e l'economicità delle gestioni, pubbliche o private.

La crescente enfasi sul livello dei prezzi, accompagnato dalla progressiva privatizzazione del settore, ha portato alla diffusione di un movimento di opposizione, rispetto a tali politiche, che promuove la "ri-pubblicizzazione" delle risorse idriche, onde evitare che i prezzi eccessivamente elevati determinino problemi di accesso alla risorsa da parte delle fasce economicamente più deboli della popolazione. Tali movimenti ripropongono l'acqua come "bene pubblico", accessibile a tutti.

Una lettura attenta sia degli studi empirici che dei numerosi rapporti sul tema (tra gli altri: OECD, 2001; EEA, 2005) mostra come un'analisi equilibrata debba tenere in considerazione entrambi gli aspetti. Il prezzo dell'acqua in molti casi – ed in Italia in particolare - è molto basso e questo induce consumi più elevati. Numerosi studi mostrano come, benché il valore dell'elasticità al prezzo sia basso, l'aumento del prezzo e soprattutto l'introduzione di sistemi tariffari a blocchi crescenti conducano ad una riduzione dei consumi (EEA, 2005). E' noto, allo stesso tempo, come sostituendo alcuni elementi infrastrutturali (rubinetti, sciacquoni ecc.) si possono ridurre i consumi in maniera rilevante (EEA, 2005).

Non a caso, gli studi più recenti mostrano maggiore attenzione sia per l'analisi delle caratteristiche socio economiche della popolazione che per le caratteristiche strutturali delle abitazioni, al fine di comprendere meglio quali variabili influenzano i consumi, in che misura ed in che modo queste informazioni possono essere utilizzate per costruire migliori e più efficaci politiche tariffarie e non tariffarie, senza però ridurre il diritto all'accesso all'acqua delle fasce economicamente più deboli della popolazione.

Le politiche di riduzione dei consumi elettrici, adottate in anni recenti, si sono basate oltre che su politiche legate ai prezzi anche su politiche di incentivo all'adozione di determinati comportamenti. Quasi ovunque la struttura tariffaria è a scaglioni crescenti ed il livello del prezzo piuttosto elevato, in quanto legato ai costi di produzione ed in particolare al prezzo del petrolio. Questo ha portato ad affiancare alle politiche di prezzo, numerose politiche non tariffarie finalizzate a ridurre i consumi attraverso un incremento dell'efficienza di apparecchi ed abitazioni e nell'utilizzo dei primi.

L'analisi dei trend di consumo dell'energia e dei beni energivori è stata al centro di numerosi studi da parte di istituzioni internazionali quali l'OECD (2001), le Nazioni Unite (UN-DESA 1999, 2007) e l'Unione Europea (EEA, 2005). Tali indagini si sono concentrate sulle interazioni tra stile di vita e consumi energetici effettuate valutando il trend dei fabbisogni energetici delle famiglie e sulla produzione di emissioni climalteranti derivante dai consumi energetici.

Tali studi mostrano come vi sia un trend di consumi in crescita. Tale trend è l'effetto netto di due fenomeni contrapposti, l'uno che tende a far decrescere i consumi e l'altro che li incrementa.

Il progresso tecnologico ha portato alla produzione ed adozione di tecnologie e prodotti che consumano meno energia per unità di prodotto o per tempo di utilizzo. Tale processo è stato

indotto dalla crisi energetica degli anni '70 e dal crescente costo di produzione dell'energia, che si ripercuote anche sul prezzo al consumatore finale. Un'altra conseguenza, indotta dalla crisi energetica, è la progressiva adozione di standard di qualità energetica e la diffusione di campagne informative sul risparmio energetico, miranti a ridurre il consumo sia a livello produttivo che di utilizzo finale (UN – DESA, 1999). Parallelo, ma contrapposto a questo fenomeno, vi è quello del progressivo aumento nel numero e nella diffusione dei beni che richiedono energia. Tale processo, noto come rebound effect, compensa e sovrasta il primo effetto (UN – DESA, 2007). Nei paesi sviluppati aderenti all'OECD, il progressivo aumento del reddito e la crescente uniformità di stili di vita, ha determinato un progressivo e costante aumento dei consumi energetici tra il 1975 ed il 1985 (OECD, 2001). Il confronto tra i consumi del 1973 ed il 2004 conferma un dato crescente a livello mondiale e anche per i Paesi dell'OECD (IEA, 2006).

Tale trend è confermato anche a livello comunitario (Reinders et al., 2003; EEA, 2005), sebbene in alcune nazioni l'introduzione di standard ed etichette di qualità ed efficienza energetica, nonché adeguate politiche di informazione e di promozione, abbiano contrastato favorevolmente il rebound effect (Haas et al., 1998). Questo andamento è legato anche a particolari abitudini e comportamenti: è stato stimato che in Europa, l'impatto dello stand-by sia tra il 7 ed il 13% del consumo domestico di energia elettrica (UN – DESA, 2007).

L'energia elettrica consumata è prevalentemente di origine fossile. I consumi di energia elettrica da carburanti fossili in Europa sono pari al 54.4%.

La necessità di una riduzione dei consumi di energia elettrica prodotta da combustibili fossili è, inoltre, fortemente legata alle politiche di riduzione delle conseguenze del cambiamento climatico. Tale fenomeno è fortemente influenzato dalle emissioni di gas climalteranti prodotte dalla combustione di tali categorie di combustibili. Con l'entrata in vigore del Protocollo di Kyoto, le nazioni che hanno aderito devono ridurre le loro emissioni attraverso l'adozione di politiche finalizzate sia alla riduzione dei consumi elettrici (attraverso un minor utilizzo o un uso più efficiente degli elettrodomestici), sia alla sostituzione dei carburanti di origine fossile con energie alternative con minori o nessuna emissione climalterante.

Gli adempimenti che l'Unione Europea ha deciso di intraprendere per raggiungere gli obiettivi fissati dal Protocollo di Kyoto, infatti, sono:

- la riduzione delle emissioni del 20%
- l'aumento della quota di energia prodotta con fonti rinnovabili (solare, eolico, geotermico, idroelettrico ecc.) del 20%
- il miglioramento dell'efficienza energetica del 20%.

Perché questi obiettivi siano raggiunti occorre sia l'impegno del cittadino sia della Pubblica Amministrazione. I cittadini devono essere incentivati all'adozione di comportamenti virtuosi, dall'uso di elettrodomestici più efficienti all'uso più efficiente degli elettrodomestici, nonché di migliori pratiche di costruzione delle abitazioni, all'acquisto – quando possibile – di energia

elettrica da fonti alternative. Le politiche di prezzo non sempre hanno gli effetti attesi: benché i prezzi continuino a crescere, in seguito all'aumento del prezzo del petrolio, i consumi continuano ad aumentare.

Per poter costruire politiche efficaci occorre, come nel caso delle risorse idriche, analizzare le determinanti del consumo ed individuare quali caratteristiche socioeconomiche, delle abitazioni e dell'impianto di riscaldamento influenzano i consumi ed in quale misura.

Tuttavia gli individui e le famiglie sono influenzati nel loro comportamento dall'interazione con altri individui e famiglie: i livelli di consumo sono legati agli stili di vita i quali sono, spesso, determinati dall'ambiente socio-culturale nel quale le famiglie vivono. E' perciò importante tenere in considerazione le caratteristiche socioeconomiche del territorio esaminato, così come quelle geografiche, per individuare ulteriori elementi sulle quali costruire politiche efficienti di gestione e di riduzione sia dei consumi idrici che di quelli elettrici.

Inoltre, le politiche di gestione efficiente e sostenibile delle risorse idriche ed energetiche sono strettamente legate agli andamenti climatici e questo è un ulteriore elemento che spinge a portare l'analisi ad un livello territoriale più o meno ampio.

Questa consapevolezza rende necessaria l'integrazione dell'analisi microeconomica dei comportamenti e delle caratteristiche delle famiglie, con l'analisi delle caratteristiche del contesto che potrebbero influenzare consumi e politiche.

Le analisi aggregate sono molto frequenti negli studi più recenti sulle risorse idriche, mentre sono più rari nel campo della ricerca sui consumi elettrici.

Il nostro lavoro parte dagli spunti emersi all'interno di questo contesto. Partendo dai più recenti risultati della letteratura, tenta di individuare elementi utili alla costruzione di politiche efficaci finalizzate ad un uso inferiore e più efficiente di risorse idriche e dell'energia elettrica. Il nostro lavoro consiste nell'analisi delle determinanti dei consumi idrici ed elettrici al fine di:

- individuare i valori dell'elasticità al prezzo, al reddito e, per l'energia elettrica, le elasticità incrociate con i beni sostituiti;
- verificare quali variabili socioeconomiche (dimensione familiare, età della popolazione, titolo di studio, ecc.), strutturali (caratteristiche delle abitazioni, degli impianti idrico e di riscaldamento, ecc.), geografiche, legate alla specializzazione turistica e climatiche influenzino i consumi e in che maniera;
- capire se le recenti politiche effettuate e/o proposte nei due settori sono o possano essere utili nel ridurre i consumi ed eventualmente mettere in evidenza gli elementi sui quali sarebbe opportuno basare la costruzione di tali politiche

le informazioni raccolte saranno utilizzate per delineare l'andamento futuro delle variabili rilevanti e per individuare le conseguenti influenze sui consumi, allo scopo di fornire indicazioni utili alla formulazione di politiche, tariffarie e non, di gestione efficienti.

L'analisi viene condotta utilizzando dati aggregati sui consumi domestici per utenza dei comuni della Sardegna. L'analisi del caso studio selezionato può fornire indicazioni utili ad ambiti simili, particolarmente dell'area del Mediterraneo, caratterizzati da deficit idrico, bassa densità abitativa e forte propensione turistica. L'uso di dati aggregati consente di ridurre costi e tempi di acquisizione dei dati, nonché di poter analizzare sia elementi strettamente legati alle caratteristiche delle famiglie che alle caratteristiche dei comuni.

Lo studio dei consumi elettrici utilizza un dataset composto da 374 comuni per 11 anni (1995-2005), mentre lo studio dei consumi idrici è svolto su un dataset di 240 comuni per 6 anni (2000-2005).

La stima econometrica viene condotta utilizzando modelli di stima per panel statici, confrontando i risultati ottenuti con le metodologie di stima più comuni (pooled OLS, Fixed Effect, Random Effect) con quelle diffuse più recentemente (Hausman – Taylor e Amemiya - MaCurdy Instrumental Variable Approach e FEVD). Lo stimatore FEVD (Fixed Effect Vector Decomposition) - proposto nel 2007 da Plumper e Troeger ed ancora poco utilizzato - consente di ottenere stime efficienti anche in presenza di variabili che non variano nel tempo o che variano raramente, senza incorrere nel problema della discrezionalità della scelta delle variabili correlate con l'eterogeneità individuale non osservata, che è presente nei modelli a variabili strumentali.

Il presente lavoro, dopo un'analisi del contesto oggetto dell'indagine (cap.1), analizzerà le questioni metodologiche legate all'analisi economica ed econometrica (cap.2), per procedere con l'analisi empirica dei consumi idrici (cap.4) e di quelli elettrici (cap.5).

CAPITOLO 1

DESCRIZIONE DEL CONTESTO

1.1 LE POLITICHE DI GESTIONE DEL SERVIZIO ELETTRICO ED IDRICO

L'analisi delle politiche di gestione dell'energia elettrica e delle risorse idriche, adottate dai relativi gestori in Sardegna, forniscono una chiave di lettura fondamentale per comprendere alcuni dei comportamenti dei consumatori sardi. Le politiche di gestione riguardano elementi molto importanti nell'influenzare i consumi elettrici ed idrici, quali la struttura tariffaria ed il prezzo per scaglione, la presenza di combustibili sostitutivi nel caso dell'energia elettrica e le politiche di fatturazione.

Il servizio elettrico

Per quanto riguarda i consumi elettrici, nel periodo analizzato, l'erogazione del servizio alle utenze domestiche con potenza impegnata standard (meno di 3 KWh) era affidata all'ENEL (gestore monopolista). Le utenze domestiche erano gestite all'interno del cosiddetto "mercato vincolato", per cui, in pratica, le utenze domestiche potevano acquistare energia elettrica solo dall'ENEL. L'ENEL garantiva loro il servizio applicando le tariffe stabilite dal CIP (Comitato Interministeriale Prezzi) fino al 1996 e successivamente dall'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas (AEEG).

Il sistema tariffario in vigore è a scaglioni crescenti con una premialità per i consumi inferiori. La tariffa in vigore per le utenze domestiche era identica su tutto il territorio nazionale. Il passaggio dal CIP all'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas ha comportato un progressivo e costante aumento tariffario (come riportano le tabelle sottostanti).

Non esistono tariffe differenziate per categorie particolari di consumatori. Il sistema attualmente in vigore prevede una cosiddetta "tariffa sociale". Questa tariffa prevede la possibilità di agevolare l'acquisto di energia da parte di categorie particolarmente svantaggiate, quali le famiglie a basso reddito, gli anziani ed i malati che necessitano di apparecchi elettromedicali che consumano molta energia elettrica (Camera dei Deputati, Schema di Decreto Legislativo 193, n.78 del 28 novembre 2007), attraverso l'assegnazione di bonus economici che verranno erogati tramite i Comuni.

Tariffe medie annue energia elettrica per l' uso domestico residenziale (kwh annui)											
	fino a 900 KWh		tra 900 e 1800 KWh		oltre 1800 KWh						
1995	0.02		0.05		0.08						
1996	0.02		0.05		0.08						
	fino a 1800 KWh				oltre 1800 KWh						
1997	0.031				0.065						
1998	0.035				0.072						
1999	0.04				0.06						
	fino a 1800 KWh				da 1801 a 2640 KWh		oltre 2640 KWh				
2000	0.09				0.12		0.23				
	fino a 900 KWh		tra 900 e 1800 KWh		tra 1800 e 2640 KWh		tra 2641 e 3540 KWh		tra 3541 e 4440 KWh		oltre 4440 KWh
2001	0.10		0.12		0.19		0.31		0.29		0.25
2002	0.065		0.084		0.129		0.22		0.20		0.129
2003	0.068		0.088		0.134		0.23		0.21		0.134
2004	0.067		0.096		0.127		0.21		0.19		0.127
2005	0.07		0.092		0.134		0.22		0.20		0.134
Prezzo fisso	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
euro	2.31	2.31	6.34	6.34	6.34	7.95	7.95	8.16	8.16	8.16	8.16

Fonte: ENEL

Le tariffe elettriche sono soggette ad una revisione bimestrale per tenere in considerazione le variazioni dei costi di produzione ed, in particolare, la variazione del prezzo del petrolio. La fatturazione è costante, con periodicità bimestrale. Il consumo bimestrale viene fatturato associandolo al corrispondente scaglione di consumo annuo.

Tale sistema è rimasto in vigore fino al 1 luglio 2007, quando è entrato in vigore il Decreto 16 marzo 1999, n. 16 (noto come "Decreto Bersani") che liberalizza il mercato vincolato dell'energia elettrica ed il gas. Questo significa che ogni utente, anche domestico, può liberamente scegliere il gestore da cui acquistare l'energia elettrica e pagare un prezzo stabilito al momento della stipula del contratto e non più una tariffa determinata dall'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas.

Il processo di liberalizzazione è ancora in corso ed in questa fase transitoria sono ancora notevoli i problemi e gli ostacoli. La stessa l'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas nello "Atto 15 maggio 2007, n.19/07" segnalava al Parlamento la necessità di porre in essere tutte quelle azioni e norme che favorissero lo sviluppo della concorrenza e l'adempimento di quanto previsto col recepimento della Direttiva Europea 2003/54/CE e 2003/55/CE (relative a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica ed il gas).

La liberalizzazione avrà il vantaggio di introdurre la concorrenza nel settore e portare dei vantaggi all'utente. Come segnala l'Autorità questo accadrà laddove la domanda, da parte degli acquirenti, sarà tale da indurre numerose imprese ad offrire il loro servizio in un determinato ambito. Qualora questo non si verificasse, gli utenti potrebbero essere soggetti a forme di oligopolio e/o monopolio (specialmente negli ambiti di più modesta dimensione e più isolati nel territorio) ed all'applicazione della discriminazione dei prezzi sulla base dell'elasticità della domanda e del potere di mercato del fornitore. In particolare, l'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas teme che con la scomparsa del Prezzo Unico Nazionale vi saranno incrementi di prezzo

nelle zone meridionali e nelle isole, nelle quali il prezzo di vendita all'ingrosso è più elevato (AEEG, 2007b).

Proprio per tenere in considerazione tutti questi elementi, sono stati introdotti dei servizi che proteggono le esigenze di tutela dei clienti contrattualmente meno forti, quali le utenze domestiche e le piccole imprese. E' stato perciò creato il cosiddetto "Servizio di Maggior Tutela" che prevede che le utenze che non passano al servizio liberalizzato (volontariamente o perché privi di alternative), o che vi tornano volontariamente, possano accedere al servizio alle condizioni contrattuali ed economiche previste dall'Autorità. Tale servizio viene esteso anche ai clienti che si ritrovano senza un venditore, dopo aver sottoscritto un contratto di vendita nel libero mercato, ad esempio in seguito al fallimento della società che fornisce il servizio (cosiddetto "Servizio di salvaguardia"). Il servizio di maggior tutela è fornito dal distributore locale di energia elettrica (attualmente è l'ENEL nel 90% del territorio nazionale), se ha meno di 100000 clienti allacciati alla propria rete di distribuzione, oppure da una società di vendita e distribuzione costituita appositamente dal distributore stesso o da una società designata.

Questo sistema garantirà la fornitura del servizio, ma ad un prezzo non soggetto alle dinamiche di concorrenza per cui, in assenza di liberalizzazioni, in determinate aree del paese gli utenti si ritroveranno in una situazione non dissimile a quella del precedente regime vincolato.

Tale situazione potrà sicuramente riguardare determinati ambiti della Sardegna, nelle quali la bassa densità abitativa (pochi abitanti sparsi in numerosi comuni), la capacità di spesa non elevata e le caratteristiche fisiche del territorio potrebbero rendere molto costoso, o semplicemente poco appetibile, fornire il servizio (*cream – skimming*).

Attualmente in Sardegna, per quanto siamo stati in grado di sapere, oltre all'ENEL, l'unica azienda che vende energia elettrica alle utenze domestiche è ENERGIT (azienda privata con sede a Cagliari). Prossimamente entreranno in funzione degli impianti che produrranno energia che verrà distribuita dalla società Sorgenia.

Il processo di privatizzazione riguarda anche il gas. Attualmente, in Sardegna non vi è disponibilità di metano: questo fa sì che vi sia una grossa limitazione nella scelta dei combustibili da riscaldamento rispetto al resto d'Italia.

E' in corso di attuazione la costruzione di un metanodotto. Il progetto, noto GALSI (Gasdotto Algeria – Sardegna – Italia), prevede di portare il gas naturale dall'Algeria alla Toscana passando per la Sardegna. L'inizio dei lavori è previsto per il secondo semestre del 2009 ed il termine dei lavori con l'inaugurazione del servizio per il 2012. In seguito la Regione Sardegna, attraverso la costituzione di una società mista con Sonatrach (il secondo monopolista europeo nel settore del gas naturale), potrà sviluppare il mercato e la commercializzazione sull'Isola di 2 miliardi di metri cubi di gas naturale. Questa quantità sarà sufficiente a soddisfare il fabbisogno dell'Isola, stimato in 1-1.5 miliardi di metri cubi, e commercializzare l'eccedente.

La diffusione del metano, all'interno dell'Isola, avverrà progressivamente: il territorio è stato suddiviso in 47 ambiti di intervento, comprensivi di reti comunali, per i comuni di dimensione maggiore o di importanza strategica per la rete, e di reti per le unioni di comuni per i comuni di dimensione inferiore. Una parte dei progetti inerenti le reti sono stati finanziati con l'Accordo di

Programma Quadro del 1999 per la metanizzazione dell'Isola ed i rimanenti tramite altri finanziamenti pubblici. Le reti interne dovrebbero raggiungere tutte le aree dell'Isola e coprire anche le aree montane e quelle a bassa densità di popolazione: a garantire la fornitura del metano, anche in queste aree, sarà l'apposita società mista pubblico privata di cui sopra.

La realizzazione di quest'opera renderà disponibile un combustibile alternativo all'energia elettrica e agli altri combustibili presenti, meno inquinante dei combustibili derivati dal petrolio e meno soggetto a fluttuazione del prezzo ed alle tensioni internazionali del petrolio. Ma non del tutto privo di questo problema: basta ricordare le tensioni costanti tra Russia e Bielorussia legate al mercato del gas ed alle conseguenze sulla fornitura di gas da parte di GazProm ai Paesi dell'Unione Europea.

Attualmente non esistono ancora precise indicazioni sull'eventuale prezzo futuro del metano e sulla sua convenienza per gli utenti domestici.

I combustibili diffusi in tutto il territorio dell'Isola sono principalmente il GPL – disponibile in varie miscele – e la legna da ardere. I prezzi del GPL sono soggetti, così come quello dell'energia elettrica, alle variazioni del prezzo del petrolio. Il prezzo della legna è aumentato moderatamente negli ultimi 11 anni, ma è bene sottolineare come sia molto diffusa l'abitudine della raccolta spontanea di legna nei boschi e come nei comuni più piccoli, sia ancora presente il diritto al legnatico, ovvero la distribuzione gratuita, o a prezzo di favore, di legna da parte dei Comuni stessi.

Prezzo degli altri combustibili derivati del petrolio e della legna da ardere												
Combustibile	unità misura	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
GPL miscela												
	kg 10	7.53	8.06	7.98	8.55	9.08	10.96	10.90	11.64	12.98	14.00	16.33
	kg 15	11.30	12.10	11.97	12.83	13.63	16.45	16.36	17.47	19.48	21.01	25.96
GPL propano												
	kg 15	11.75	12.63	13.61	13.34	14.14	17.01	16.89	17.99	20.01	21.54	25.17
	kg 25	19.55	19.33	22.65	22.23	23.59	28.22	28.39	30.29	33.54	36.12	42.02
	kg 62	49.44	48.04	53.05	51.99	57.61	70.22	73.35	75.20	83.50	89.68	104.34
	kg 100	77.83	79.97	89.87	88.12	93.61	112.60	113.36	144.17	134.77	144.63	168.07
GPL sfuso miscela												
	100 litri	0.43	0.46	0.50	0.50	0.53	0.63	0.61	0.65	0.72	0.77	0.88
	100 kg	0.82	0.88	0.95	0.95	1.01	1.21	1.15	1.25	1.39	1.48	1.69
Legna da ardere		4.81	5.68	6.71	8.00	8.77	10.32	11.36	12.50	13.50	14.50	15.50

* Camera di Commercio di Cagliari – Rilevazione settimanale dei prezzi al dettaglio

Recentemente si sta sviluppando anche nell'Isola il mercato delle energie alternative, sebbene siano ancora poco diffuse e sia molto acceso il dibattito sull'impatto paesaggistico di impianti eolici e fotovoltaici. Il Piano Energetico Regionale (RAS, 2002) individua numerosi fonti energetiche alternative (biomasse, RSU, eolico, solare, fotovoltaico) che possono essere sviluppate in maniera più efficiente nel breve e medio periodo. Oltre ai vantaggi in termini di mancate emissioni di CO₂ e altri gas climalteranti, queste energie hanno il vantaggio di non essere soggette a fluttuazioni, nella quantità fornita e nel prezzo, derivanti da tensioni internazionali e di rendere l'Isola autosufficiente nella produzione energetica. Inoltre, tali impianti possono svilupparsi anche in aree marginali, nelle quali le condizioni di mercato, o le caratteristiche geografiche, rendono poco conveniente o troppo costoso per le società

distributrici offrire un servizio. Il Comune di Mores (SS), con circa 2100 abitanti, ha recentemente deciso di rendersi totalmente autonomo, nella produzione di energia elettrica, utilizzando un parco fotovoltaico che sarà in grado di soddisfare le esigenze della popolazione e delle imprese e di garantire un'eccedenza che verrà venduta sul mercato e garantirà parte della copertura dei costi.

Il servizio idrico

Per quanto riguarda i consumi idrici, l'analisi delle politiche di gestione è strettamente legata alle dinamiche regionali più di quanto non accada per il settore elettrico.

La Sardegna è un'area caratterizzata da un fenomeno costante di deficit idrico dovuto, in parte, al regime delle precipitazioni, in parte alle carenze gestionali. Nell'Isola erano presenti circa 43 enti che, con compiti e competenze diverse, si occupavano della gestione delle risorse idriche. Questo frazionamento ha comportato differenze nella struttura della tariffazione proposta, nel prezzo e nella frequenza della fatturazione. Sebbene in tutti i comuni fosse presente una tariffa a blocchi crescenti, il numero degli scaglioni, la dimensione, il prezzo marginale associato, la presenza di un costo fisso o di un minimo garantito e la dimensione di quest'ultimo nonché i prezzi dei servizi integrati, fognatura e depurazione variano tra i comuni.

I gestori, di cui disponiamo i dati, sono ESAF (Ente Sardo Acquedotti e Fognature), che gestiva il 62% dei comuni dell'Isola, il Consorzio di Bonifica del Govossai, che gestiva il servizio idrico in 18 comuni della Provincia di Nuoro, SIM, gestore del servizio idrico del Comune di Cagliari e SIINOS, gestore del servizio idrico del Comune di Sassari.

L'ESAF era un ente strumentale della Regione Sardegna, sul cui bilancio generale andavano a pesare i deficit di bilancio ed i costi di gestione dell'ESAF. Il Consorzio di Bonifica del Govossai è un ente pubblico finalizzato alla gestione e vendita dell'acqua ad usi agricoli, oltre a quelli legati al servizio idropotabile. SIM era una società del Comune di Cagliari. SIINOS nasce come una società mista pubblico – privato, il cui 50% del capitale era in mano al Comune di Sassari, poi è divenuta una società totalmente privata.

Tali gestioni sono fortemente deficitarie sia dal punto di vista infrastrutturale che finanziario. Le perdite di sistema sono molto elevate: a livello regionale circa il 60% di quanto erogato non viene fatturato (Sistu, 2004; Autorità di Vigilanza sulle Risorse Idriche e sui Rifiuti, 2006). I dati sui bilanci degli enti e comuni gestori, presenti nel Piano d'Ambito della Regione Sardegna (2000), riportano entrate inferiori ai costi per tutti i gestori – tranne qualche rara eccezione – soprattutto per i gestori dei comuni più popolosi.

Dopo decenni di politiche deficitarie dettate dall'emergenza, negli ultimi tre anni il Governo Regionale ha concretamente agito per una riforma efficace ed efficiente del settore. In particolare, si è regolamentata la struttura gestionale dando vita all'Autorità d'Ambito, amministrazione alla quale fa capo, attualmente, la politica di gestione delle risorse idriche sia in termini legislativi, sia in termini infrastrutturali.

Nel 2004 è stato portato a compimento il processo di attuazione della riforma del settore idrico promossa in Italia dall'entrata in vigore dieci anni prima della Legge 36/1994. L'obiettivo principale della Legge Galli è rendere più efficiente il settore idrico, creando aree omogenee di

gestione (gli Ambiti Territoriali Ottimali), che permettessero di garantire il raggiungimento dei criteri di efficienza, efficacia ed economicità. Il raggiungimento di questi obiettivi doveva raggiungersi attraverso la riduzione del numero dei gestori e l'adozione di un sistema tariffario tale da garantire il recupero dei costi. L'elemento più importante della riforma è stata l'individuazione di un solo ATO all'interno della Regione e la conseguente adozione di un gestore unico per il Servizio Idrico Integrato (SII) e con l'applicazione di un sistema tariffario uguale per tutti i comuni della Regione.

Nel 2005, la gran parte delle precedenti gestioni sono confluite in ABBANOA, gestore del SII. ABBANOA è una società per azioni con capitale totalmente pubblico. Attualmente tutte le azioni sono possedute dai Comuni e dalle Province. La Regione mantiene un ruolo di controllo e coordinamento sulla qualità del servizio offerto ai cittadini.

La tariffa, in vigore dal 2005, presenta scaglioni di dimensione minore e prezzi marginali molto più elevati rispetto alle precedenti tariffe in vigore nell'Isola, e introduce un regime tariffario separato e più elevato per le abitazioni non occupate da residenti. Successivamente, a partire dal 2006, è stata introdotta anche una tariffa per le famiglie numerose che prevede un prezzo marginale più basso per gli scaglioni di consumo inferiori per le famiglie con più di 5 componenti.

Struttura tariffaria e prezzi per scaglione (2000 – 2004)						
Ampiezza degli scaglioni (metri cubi)	Prezzi marginali (in centesimi di euro)					
ESAF	2000	2001	2002^A	2003	2004	
0 – 84	0.25	0.25	0.28	0.295	0.295	
85 – 124	0.45	0.45	0.49	0.517	0.517	
125 – 164	0.64	0.64	0.695	0.738	0.738	
oltre 165	0.76	0.76	0.825	0.886	0.886	
CONSORZIO DI BONIFICA DEL GOVOSSAI	2000	2001	Scaglioni in metri cubi	2002^B	2003^C	2004^D
0 – 90	0.21	0.21	0 – 60	0.22	0.26	0.28
91 – 180	0.47	0.47	61 – 120	0.51	0.57	0.62
181 – 300	0.53	0.53	121 – 200	0.54	0.63	0.69
oltre 300	0.71	0.71	Oltre 200	0.67	0.85	0.96
SIINOS	2000	2001	2002	2003	2004	
0 – 120	0,276	0,290	0,290	0,290	0,290	
121 – 180	0,516	0,542	0,542	0,542	0,542	
181 – 240	0,705	0,740	0,740	0,740	0,740	
oltre 240	0,930	0,976	0,976	0,976	0,976	
SIM	2000	2001	2002	2003	2004	
0 – 100	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
101 – 150	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	
151 – 200	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	
oltre 200	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	
A) I valori riportati sono una media dei valori applicati nel 2002 B), C), D) i valori riportati sono medie dei valori applicati negli anni 2002, 2003 e 2004						

Fonte: ESAF, GOVOSSAI, SIINOS, SIM

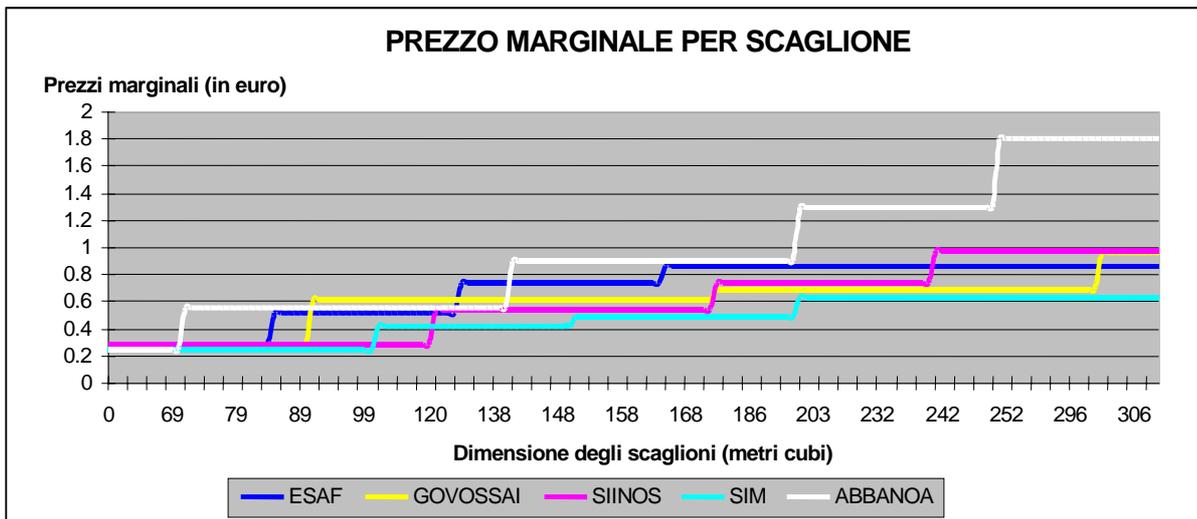
ABBANOVA - Struttura tariffaria e prezzi applicati nel 2005	
Ampiezza degli scaglioni in metri cubi	Prezzi marginali
Tariffa domestico residenziale	
0 – 70	0.25
71 – 140	0.55
141 – 200	0.90
201 – 250	1.30
oltre 250	1.80
Tariffa domestica non residenti	
0 – 140	0.55
141 – 200	0.90
201 – 250	1.30
Oltre 250	1.80
Tariffa domestica residenti – Famiglie a basso reddito	
0 – 70	0.1250
71 – 140	0.2750
141 – 200	0.90
201 – 250	1.30
Oltre 250	1.80

Fonte: ABBANOVA

Per capire meglio come ha agito la riforma introdotta è utile commentare il grafico sottostante. La tariffa introdotta da ABBANOVA ha un numero superiore di scaglioni, rispetto alle tariffe precedentemente in vigore, e l'ampiezza del singolo scaglione è inferiore. Inoltre, si nota come il prezzo marginale, per gli scaglioni di consumo associati a consumi inferiori, non è molto diverso da quelli precedentemente in vigore, mentre il prezzo marginale per i consumi superiori è molto più elevato rispetto alla situazione precedente. E' interessante fare alcune considerazioni sui sistemi tariffari adottati da SIM e SIINOS, gestori delle città di dimensione maggiore.

SIM presenta una tariffa con quattro scaglioni la cui dimensione è molto ampia, rispetto a quella degli scaglioni imposti dagli altri gestori. Inoltre i prezzi marginali associati agli scaglioni sono più bassi rispetto a quelli degli altri gestori.

SIINOS, invece, presenta una tariffa a quattro scaglioni di dimensione inferiore a quella degli scaglioni della struttura tariffaria adottata dalla SIM. Inoltre, i prezzi marginali associati sono superiori a quelli applicati da SIM e, per lo scaglione di consumo superiore, il prezzo è più elevato rispetto a quello applicato dai precedenti gestori.



Fonte: ESAF, GOVOSSAI, SIM, SIINOS

Un altro elemento di differenziazione, tra le precedenti gestioni, è relativo alle pratiche di fatturazione. Tutti i gestori avevano una fatturazione semestrale, tranne SIM che aveva una tariffazione annuale. ESAF, GOVOSSAI e SIINOS garantivano la regolarità della frequenza della fatturazione, mentre SIM era piuttosto deficitaria e per molti anni non ha emesso fatture.

L'obiettivo che l'Autorità d'Ambito ha inteso perseguire era la riduzione dei consumi, garantendo a prezzi accessibili livelli di consumo associati ai bisogni primari e penalizzando fortemente i consumi più elevati. L'intento è di ridurre i consumi a livelli tali da essere coperti dalla disponibilità idrica: in molti comuni i consumi risultano elevati rispetto alla cronica difficoltà di approvvigionamento dell'isola. Attualmente non sono disponibili dati completi sui consumi fatturati né sul fabbisogno idrico: i dati ufficiali presenti sul Piano d'Ambito (2000) e sul Piano Regionale degli Acquedotti (2006) sono relativi ai soli dati ESAF.

I dati del Piano d'Ambito indicano un dato medio di consumo pari a 175 l/ab/g (pari a 64 metri cubi annui a persona), più elevato nei comuni di dimensione maggiore ed inferiore nei comuni di dimensione minore (Piano d'Ambito (2000) e sul Piano Regionale degli Acquedotti (2006)).

I consumi medi annui nazionali si aggirano sui 200 l/ab/giorno (Autorità di Vigilanza sulle Risorse Idriche e sui Rifiuti, 2005), cioè circa 220 metri cubi annui a persona. La Regione Emilia Romagna ha un consumo medio di 158 l/ab/g cioè circa 57 metri cubi annui a persona. Questa regione ha in vigore un programma strutturato di riduzione dei consumi idrici finalizzato ad ottenere un consumo medio per famiglia (tre componenti) pari a 150 l/ab/g, cioè 165 metri cubi annui circa, quantità ritenuta sufficiente al soddisfacimento dei bisogni primari (ERMES - Regione Emilia Romagna, 2006).

I dati, analizzati precedentemente, indicano una riduzione media dei consumi nel 2005. Un'altra aggregazione dei dati in nostro possesso mostra, infatti, come nel 2005 vi sia stato un aumento dei comuni con consumo medio per utenza inferiore ai 100 metri cubi.

Distribuzione dei comuni per fasce di consumo 2000 - 2005						
Consumo medio annuo per utenza (metri cubi)	Distribuzione dei comuni per classe di consumo (%)					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Meno di 100	82.5	5.4	15.8	8.3	13.8	20.0
tra 101 e 150	12.1	48.3	56.7	59.6	54.2	56.7
tra 151 e 200	3.3	34.6	22.5	24.2	24.6	17.9
Oltre 200	2.1	11.7	5.0	7.9	7.5	5.4

Fonte: ISTAT (2006)

La riduzione dei consumi, verificatasi già dal primo anno di introduzione della nuova tariffa sembra comprovare l'efficacia delle tariffe introdotte, considerata anche la presenza di restrizioni idriche negli anni precedenti. In realtà, l'avvio della riforma è stato contrastato vigorosamente sui mezzi di comunicazione locale perché si riteneva che gli aumenti imposti da ABBANOA fossero eccessivi. Tale campagna di stampa ha ingenerato timori eccessivi nella popolazione di un aumento incontrollato dei consumi idrici, che potrebbe aver ingenerato un "effetto annuncio". Non sono disponibili dati relativi agli anni successivi al 2005 che ci permettano di trarre conclusioni più certe.

Come già menzionato, tra il 1998 ed il 2003, la Sardegna è stata colpita da un periodo prolungato di forte siccità. Per farvi fronte, il Commissario Governativo per l'Emergenza Idrica ha introdotto delle restrizioni all'erogazione dell'acqua (nel periodo compreso tra il 20 aprile del 1999 ed il 31 dicembre 2003) allo scopo di ridurre la domanda d'acqua a dei livelli compatibili con le disponibilità idriche degli invasi e dei bacini dell'Isola. Tali restrizioni hanno colpito tutti i comuni, sebbene in maniera differente: la presenza di bacini propri all'interno del territorio comunale ha fatto sì che alcuni dei comuni più piccoli potessero evitare le restrizioni. Al contrario, tutti i comuni afferenti al sistema idrico integrato sono stati interessati al provvedimento. Attualmente non sono in vigore restrizioni all'erogazione, se non in alcuni comuni durante le ore notturne, per ridurre le perdite dovute alle pessime condizioni della rete idrica.

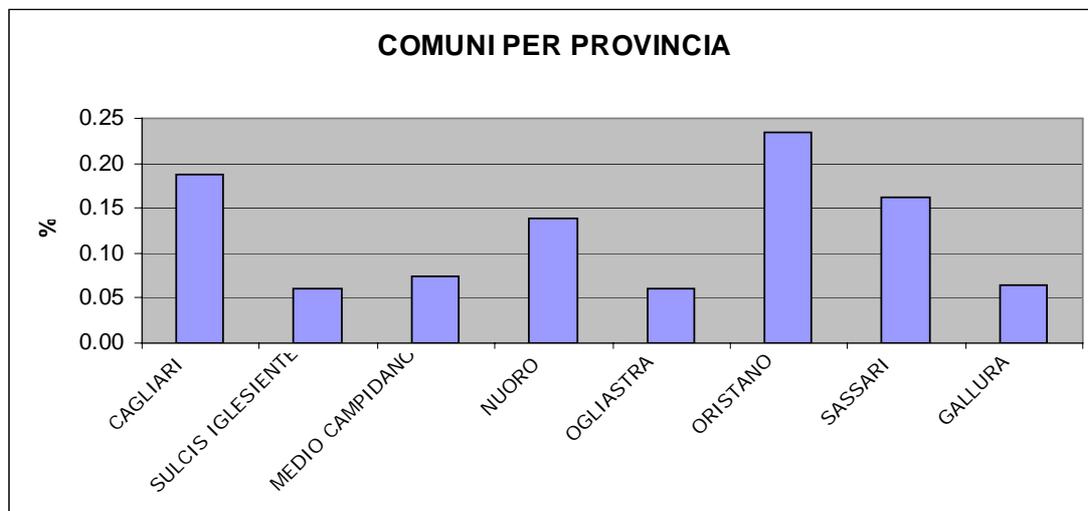
Anche i singoli consumatori hanno adottato delle strategie per fronteggiare le restrizioni idriche, installando cisterne per l'approvvigionamento idrico. Attualmente, in numerosi comuni, tra i quali Cagliari, le nuove costruzioni devono obbligatoriamente prevedere la riserva idrica.

Restrizioni orarie all'erogazione 2000 - 2005						
Comuni interessati	Ore di distribuzione regolare (% per anno)					
ESAF	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Tutti i comuni	50%	42%	26%	71%	100%	100%
CONSORZIO DI BONIFICA DEL GOVOSSAI	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Nuoro	100%	100%	52%	52%	85%	100%
Sarule, Orani, Oniferi	100%	100%	84%	52%	75%	75%
Orotelli	100%	100%	84%	52%	75%	88%
Ottana	100%	100%	84%	72%	100%	100%
Dorgali	100%	100%	100%	92%	100%	100%
Orgosolo	100%	100%	55%	40%	97%	100%
SIINOS	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Sassari	50%	42%	26%	71%	81%	81%
SIM	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Cagliari	50%	42%	26%	71%	81%	81%

Fonte: gestori del servizio idrico e ordinanze regionali

1.2. L'ANALISI TERRITORIALE¹

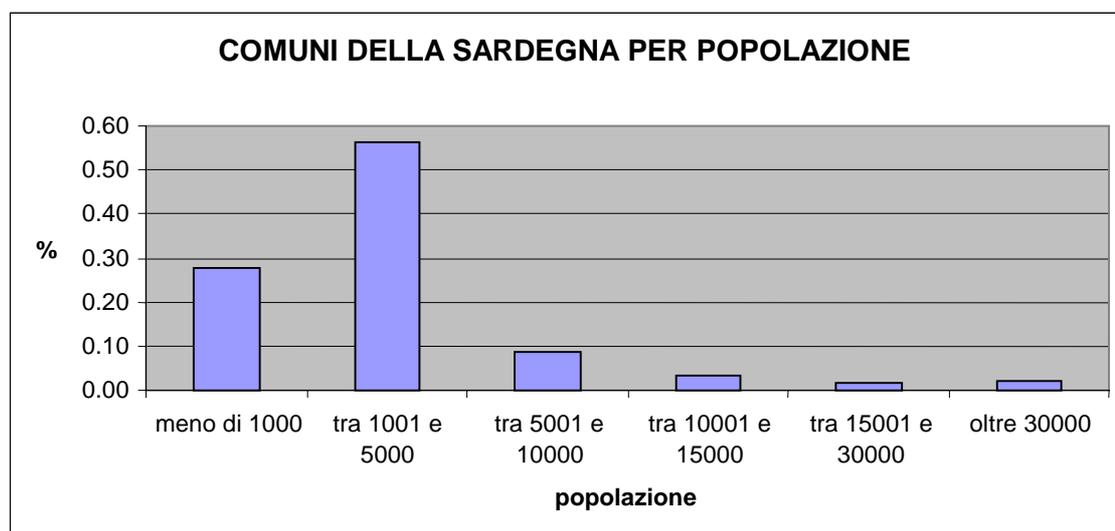
La Sardegna è la seconda isola del Mediterraneo per dimensione. La sua popolazione totale è pari a 1.631.880, con una densità media di 68 abitanti per kmq, ben al di sotto della media nazionale di 189 abitanti per Kmq. Nell'Isola sono presenti 377 comuni divisi, attualmente, in 8 Province.



¹ Tutti i dati utilizzati nell'analisi sono di fonte ISTAT.

La popolazione non è omogeneamente diffusa sul territorio, bensì o fortemente concentrata lungo le coste ed attorno ai distretti produttivi dell'Isola - la maggior parte della popolazione risiede nel sud dell'isola dove si trova la città di Cagliari e la sua area metropolitana – o dispersa in numero elevato di piccolissimi comuni (vedi mappa 1).

Il grafico sottostante mostra come ben l'80 per cento dei comuni abbia meno di 5000 abitanti e, di questi, il 27% meno di 1000 abitanti.



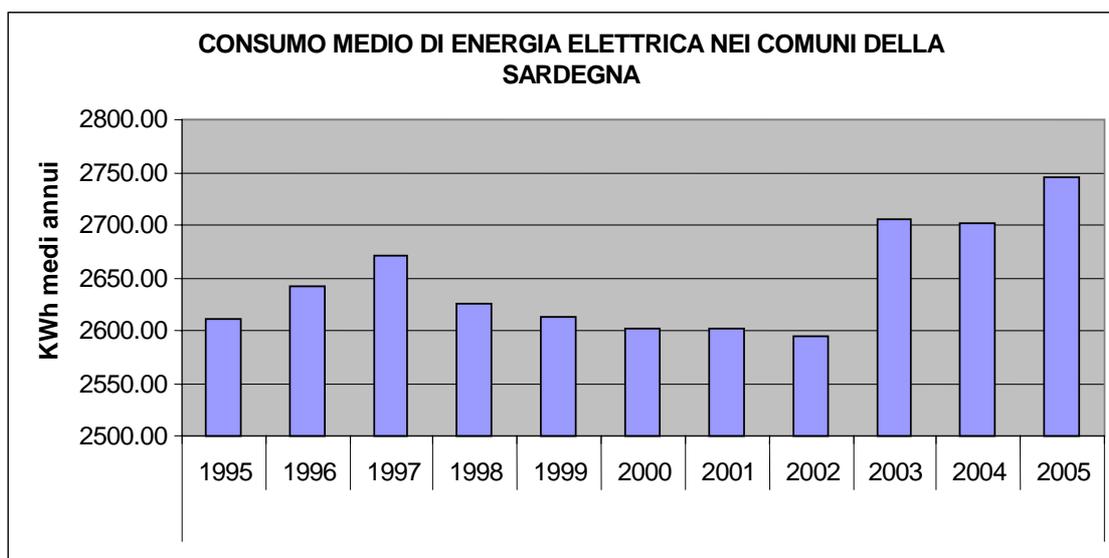
Tale distribuzione è conseguenza del progressivo spopolamento delle aree interne della Regione e dello spostamento della popolazione verso le zone costiere, lungo le quali si trovano i principali centri amministrativi, infrastrutturali ed universitari dell'Isola (le città di Cagliari e Sassari con le loro aree metropolitane, i rimanenti capoluoghi di Provincia e i comuni di dimensione media in cui sono presenti stazioni ferroviarie o degli autobus, ospedali e altri presidi sanitari, tribunali e preture e soprattutto le aree industriali).

I dati a disposizione sui consumi elettrici domestici (Fonte: ENEL) riguardano 374 comuni su 377 per un periodo di 11 anni (1995 – 2005).²

Il grafico mostra consumi in crescita tra il 1995 ed il 1997 e una diminuzione negli anni successivi, fino al brusco incremento di consumi del 2003 che sembra consolidarsi negli anni 2004 e 2005. La diminuzione dei consumi, successiva al 1998, coincide con il pieno passaggio di competenze in materia di tariffazione dal CIP all'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas (AEEG). Questo passaggio ha coinciso con un graduale, ma costante, aumento dei prezzi marginali e fissi dell'energia elettrica, come abbiamo visto precedentemente.

Il brusco aumento di consumi del 2003 è associato alla straordinaria e prolungata ondata di calore verificatasi ed al conseguente incremento nella diffusione di condizionatori e pompe di calore per farvi fronte.

² Mancano i dati dei Comuni di Benetutti e Pozzomaggiore poiché hanno avuto nel periodo analizzato una gestione autonoma ed il Comune di Padru perché sorto solo nel 1997 (precedentemente era una frazione del Comune di Buddusò).



Sfortunatamente non è possibile controllare direttamente lo stile di vita della popolazione, poiché tale tipologia di dati ed, in particolare, quelli relativi al possesso di determinati apparecchi ed elettrodomestici sono disponibili solo a livello di macroarea (ISTAT, Indagine sui consumi delle Famiglie, 2001, 2002, 2003, 2004) o a livello regionale (ISTAT, Consumi delle Famiglie, 2005). Tuttavia è possibile trarre utili considerazioni anche da questi dati.

I dati disponibili indicano che lavatrice, frigorifero e televisore sono presenti in tutte le famiglie senza differenze rilevanti tra comuni di diversa dimensione, mentre lavastoviglie e condizionatori non sono ancora ampiamente diffusi.

L'analisi delle tabelle mostra come la lavastoviglie sia un elettrodomestico poco diffuso tra le famiglie delle Isole, mentre i condizionatori sono molto più diffusi nelle Isole che nel resto d'Italia, con la sola eccezione del Nord – Est. E' interessante notare come la diffusione della lavastoviglie nelle Isole sia rimasta quasi costante, mentre la diffusione dei condizionatori mostrò una crescita annua sostanziale tra 2001 e 2005. Tale crescita è di ben 5 punti percentuale tra 2002 e 2003, periodo in corrispondenza del quale si è verificato anche l'incremento massimo nei consumi. Tra 2002 e 2003 vi è stato un incremento maggiore nella diffusione di condizionatori anche nel resto d'Italia (4 punti percentuali di incremento contro i 2 di variazione registrati tra 2001 e 2002 e tra 2003 e 2004) tranne che nel Nord – Ovest.

RIPARTIZIONI GEOGRAFICHE	Lavastoviglie					Condizionatori, climatizzatori				
	2001	2002	2003	2004	2005	2001	2002	2003	2004	2005
Nord – Ovest	36.5	39	39.1	41.7	43.6	8.8	10.3	10.3	16.2	16.3
Nord – Est	42.1	42.1	44	46.8	46.4	19.8	22.1	26.9	32.6	31.2
Centro	38	38	43.2	44.6	43.7	7.5	9	13.1	15.2	15.2
Sud	19.9	21.8	22.7	25.1	26.2	5.7	8	12.6	16	17.2
Isole (Sicilia e Sardegna)	16.9	18.3	18.4	19.3	17.2	17.4	22.4	27.9	31.9	32.2
Italia	32.1	33.4	35	37.3	37.5	10.9	13.1	16.4	20.8	20.9

Fonte: ISTAT (2001-2005)

Il dato regionale, disponibile per il solo anno 2005, indica che la diffusione di entrambi gli elettrodomestici ed, in particolare, dei condizionatori (ben 7 punti percentuali) è maggiore in Sardegna che in Sicilia. Se supponiamo che tale differenza fosse presente anche negli anni precedenti, troviamo un'ulteriore conferma dell'ipotesi, fatta precedentemente, su una relazione tra diffusione dei condizionatori e aumento del consumo elettrico nell'Isola.

La maggiore diffusione di condizionatori in Sardegna potrebbe essere legata all'esistenza di incentivi regionali per l'installazione di pompe di calore nel periodo analizzato.

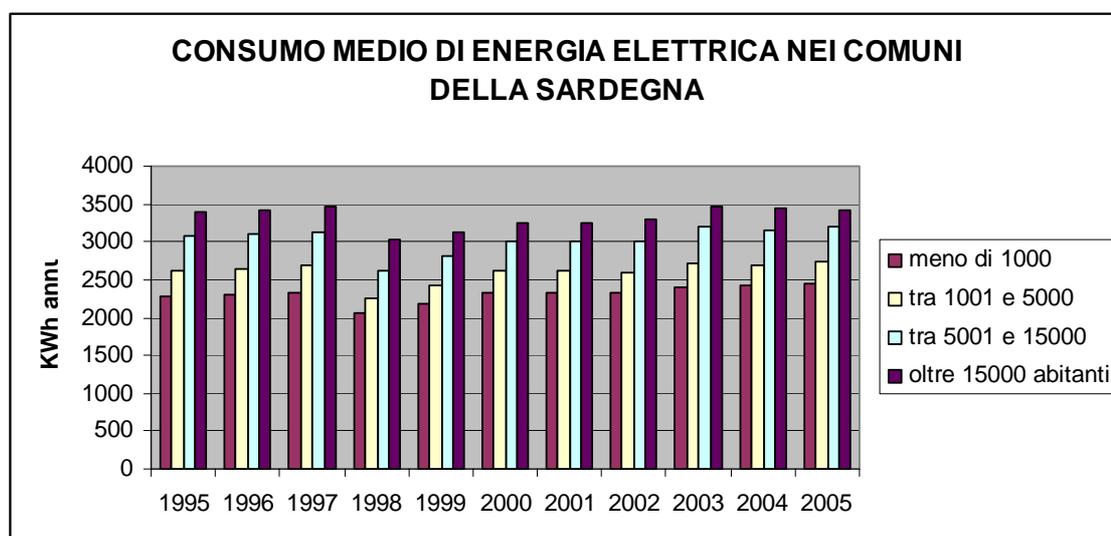
REGIONI (dato 2005)	Lavastoviglie	Condizionatori, climatizzatori
Sicilia	16.2	30.7
Sardegna	18.2	37.0

Fonte: ISTAT (2005)

I dati relativi all'anno 2005 indicano, inoltre, la diffusione dei beni durevoli per comuni di diversa ampiezza. I dati mostrano l'esistenza di differenze di comportamento tra comuni di dimensione diversa.

TIPI DI COMUNE	Lavastoviglie	Condizionatori, climatizzatori
Italia	37.5	20.9
<i>Comune centro dell'area metropolitana</i>	37.9	24.2
<i>Periferia dell'area metropolitana</i>	38.0	23.6
<i>Fino a 2.000 abitanti</i>	33.3	9.1
<i>Da 2.001 a 10.000 abitanti</i>	36.9	18.7
<i>Da 10.001 a 50.000 abitanti</i>	36.4	19.9
<i>50.001 abitanti e più</i>	41.0	24.6

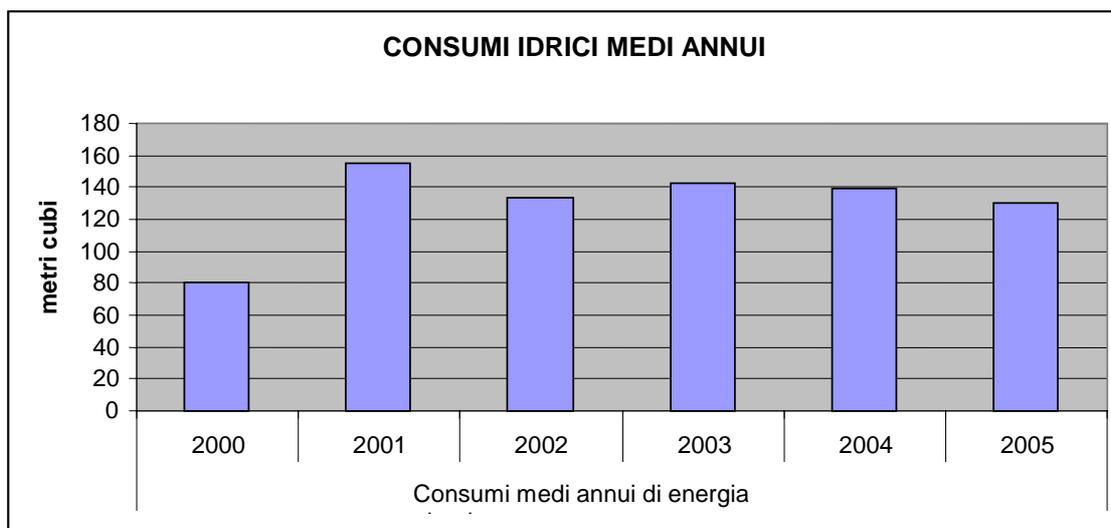
Come abbiamo già indicato, i comuni dell'Isola sono molto diversi tra loro per popolazione e, come nel caso nazionale, questo determina differenze nel livello dei consumi: il grafico sottostante mostra come i consumi medi per utenza, per usi domestici, crescano al crescere della dimensione della popolazione.



Se andiamo ad analizzare quanto accaduto nel settore idrico, notiamo come, anche in questo caso, le scelte dei consumatori siano state influenzate dall'andamento climatico e dalle politiche poste in essere.

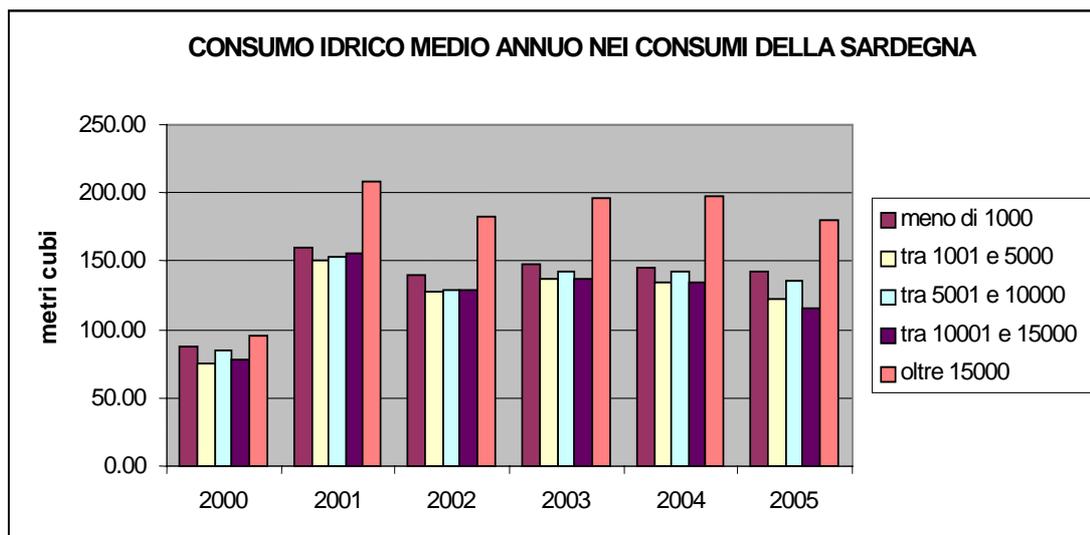
I consumi idrici per uso domestico sono relativi a soli 240 comuni su 377 per 6 anni (2000 – 2005). I dati sono relativi ai quattro principali gestori presenti nell'Isola nel periodo 2000 – 2004 (ESAF, GOVOSSAI, SIM e SIINOS).

I consumi idrici si mostrano sostanzialmente costanti nel corso del periodo analizzato con oscillazioni minime di anno in anno, con la sola considerevole eccezione del 2000, legata, come abbiamo visto precedentemente, alla presenza di forti restrizioni legate alle difficoltà di approvvigionamento idrico.



Anche in questo caso è interessante verificare come si distribuiscono i consumi tra i comuni dell'Isola. I dati disponibili riguardano il 69% dei comuni con meno di 1000 abitanti, il 65% di quelli con popolazione compresa tra 1001 e 5000 abitanti, il 64% di quelli con popolazione compresa tra 5001 e 10000 abitanti, il 46% di quelli con popolazione compresa tra 10001 e 15000 abitanti, il 29% di quelli con popolazione compresa tra 15001 e 30000 abitanti ed il 38 % di quelli con popolazione superiore ai 30000 abitanti.

L'analisi dei dati mostra come non vi sia un andamento costante di crescita associato all'aumento della dimensione comunale. Il grafico mette in evidenza come in questo caso i comuni di dimensione maggiore siano associati a consumi superiori seguiti, però, da quelli di dimensione inferiore e da quelli con popolazione compresa tra 5001 e 15000 abitanti.



Le ampie differenze, in termini di popolazione, non comportano solo differenze nei livelli di consumo ma anche nella distribuzione delle caratteristiche socioeconomiche e strutturali, che influiscono sul livello di consumo elettrico ed idrico.

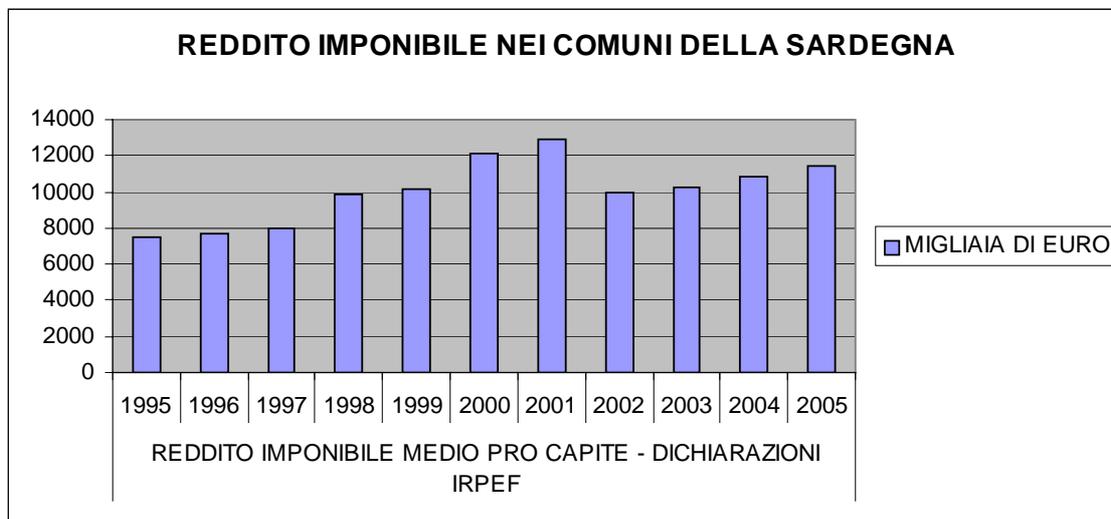
I consumi di energia elettrica ed acqua per usi domestici sono influenzati dalle caratteristiche demografiche, sociali ed economiche della popolazione e dalle caratteristiche strutturali delle abitazioni nelle quali la popolazione vive.

Inoltre, anche le caratteristiche geografiche, climatiche ed economiche dei comuni influiscono sulle decisioni dei consumatori e sul livello finale dei consumi.

Le caratteristiche socioeconomiche

Il reddito imponibile medio per contribuente, così come rilevato dalle dichiarazioni IRPEF. Tali valori risentono indubbiamente del fatto che tali dati considerano solo una parte delle contribuzioni - quelle legate alle dichiarazioni dei redditi delle persone fisiche - e sono, in ogni caso, soggetti al fenomeno dell'evasione fiscale. I dati ufficiali indicano che il reddito medio pro capite della Sardegna è pari al 70.6% del reddito nazionale e al 73.5% del reddito medio dell'Europa a 15, ma nonostante ciò l'allargamento porterà all'uscita della Sardegna dalle Regioni Obiettivo 1.

Il reddito è una discriminante importante nel determinare, non tanto il livello diretto di consumo, quanto il possesso di determinati beni o le caratteristiche dell'abitazione più direttamente legate ai consumi idrici ed elettrici.



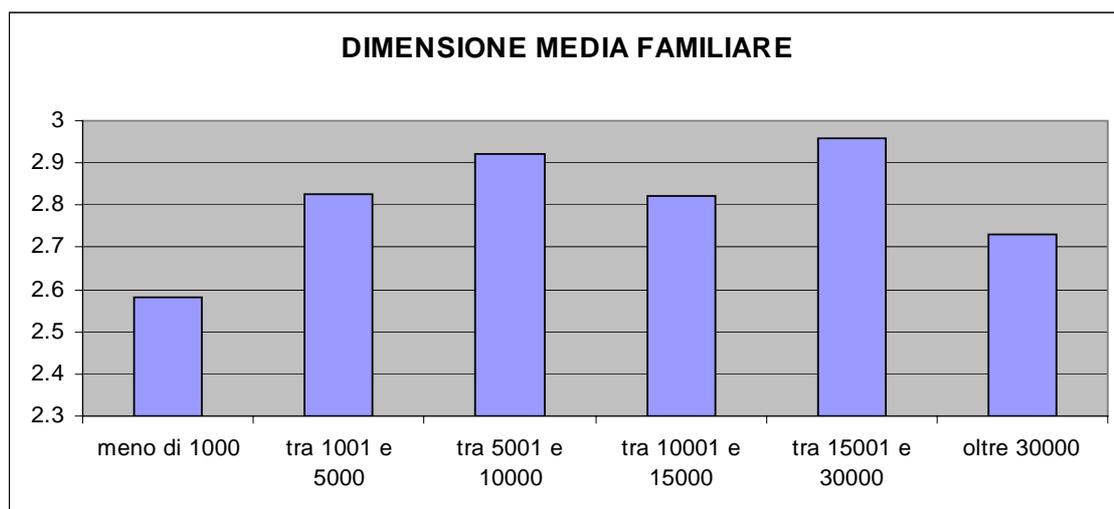
La distribuzione del reddito all'interno dei comuni indica come i comuni con popolazione inferiore sono associati a redditi inferiori e come, al crescere della dimensione dei comuni, cresca l'associazione con le classi di reddito più elevate (vedi mappa 2).

Distribuzione del reddito imponibile medio tra i comuni per classe di popolazione								
			COMUNI PER CLASSI DI POPOLAZIONE					
			MENO DI 1000 ABITANTI	TRA 1001 E 5000 ABITANTI	TRA 5001 E 10000 ABITANTI	TRA 10001 E 15000 ABITANTI	TRA 15001 E 30000 ABITANTI	OLTRE 30000 ABITANTI
REDDITO IMPONIBILE MEDIO ANNUO (2001)	FINO A 12000 EURO ANNUI	Dato assoluto	56	47	1	0	0	0
		% Per classe di reddito	53.8%	45.2%	1.0%	.0%	.0%	.0%
		% Per classe di popolazione	53.8%	22.5%	3.0%	.0%	.0%	.0%
	TRA 12001 E 14000 EURO ANNUI	Dato assoluto	43	137	20	5	0	0
		% Per classe di reddito	21.0%	66.8%	9.8%	2.4%	.0%	.0%
		% Per classe di popolazione	41.3%	65.6%	60.6%	38.5%	.0%	.0%
	OLTRE 14000 EURO ANNUI	Dato assoluto	5	25	12	8	7	8
		% Per classe di reddito	7.7%	38.5%	18.5%	12.3%	10.8%	12.3%
		% Per classe di popolazione	4.8%	12.0%	36.4%	61.5%	100.0%	100.0%

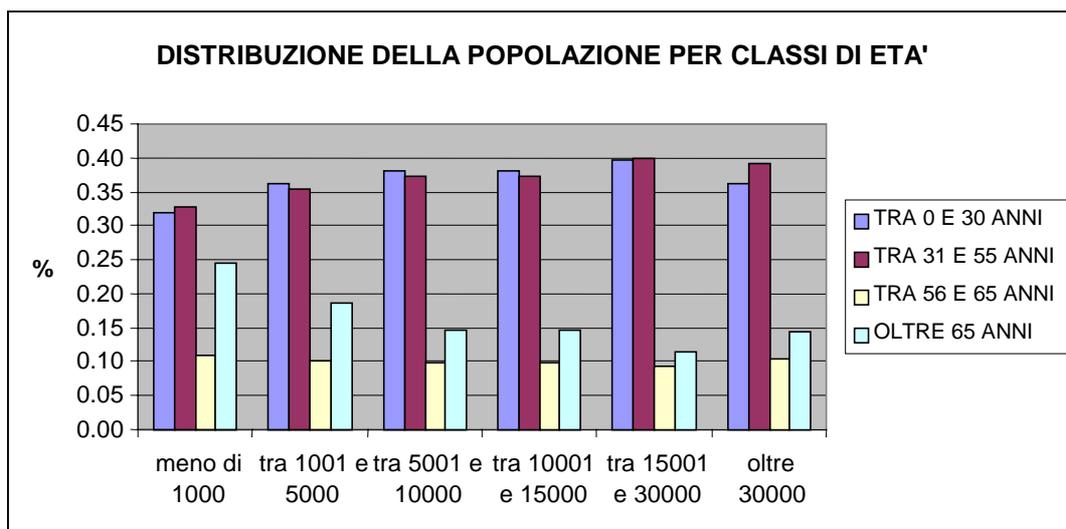
Fonte: Ministero delle Finanze (1998 – 2004)

Nell'analisi dei consumi domestici la dimensione media familiare è un'esplicativa importante dei consumi idrici ed elettrici. I consumi idrici, essendo legati all'uso quotidiano (igiene personale, del vestiario e della biancheria, della casa e preparazione dei cibi) da parte delle persone, sono strettamente legati al numero di persone che compongono il nucleo familiare. La dimensione

familiare può determinare inoltre la necessità di avere un numero maggiore di elettrodomestici, o elettrodomestici di dimensione maggiore, ed un uso più frequente degli stessi ed influire, in questo modo, sui consumi elettrici. A livello regionale, la dimensione media è di 2.72 componenti, leggermente superiore alla media nazionale di 2.59 componenti. Nei comuni con meno di 1000 abitanti la dimensione media è inferiore alla media regionale (2.58), mentre in tutte le altre classi è superiore. La dimensione familiare massima è rilevabile nei comuni tra 15001 e 30000 (prevalentemente comuni dell'hinterland delle città più grandi), in cui la dimensione media è di 2.97.

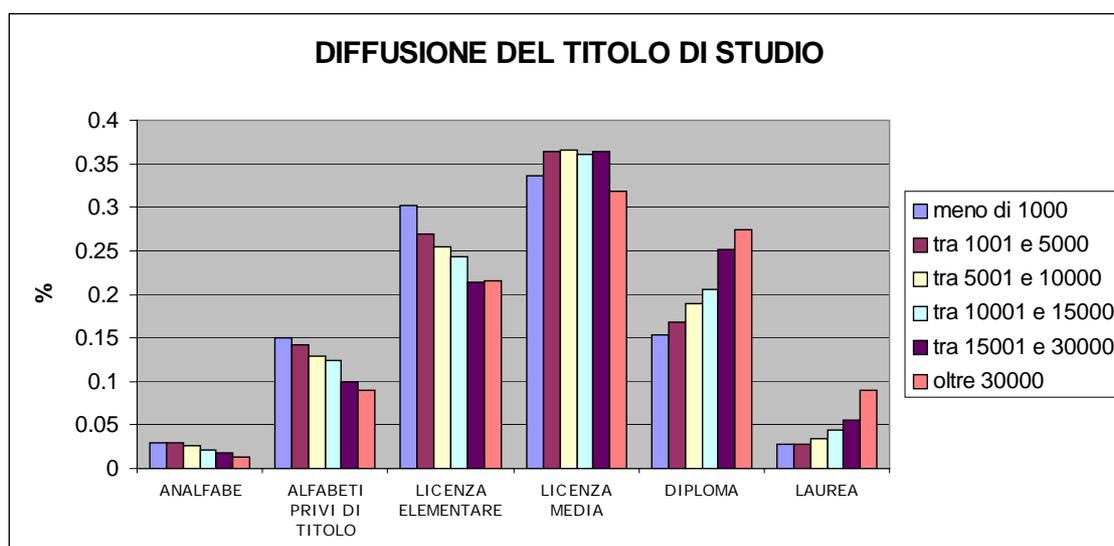


I dati sulla dimensione familiare sono parzialmente legati ai dati sull'età della popolazione. L'analisi delle classi di età mostra come nei comuni più piccoli il 25% della popolazione ha più di 65 anni, mentre solo l'11% della popolazione ha tra 56 e 65 anni e poco più del 30% della popolazione ha tra 0 e 30 anni e tra 31 e 55 anni. La proporzione delle classi di età più giovane cresce al crescere della dimensione del comune e nei comuni con popolazione compresa tra 15000 e 30000 abitanti – dove sono presenti le famiglie più numerose - entrambe le classi rappresentano il 40% della popolazione. La classe di età più anziana diventa sempre meno rappresentativa col crescere della dimensione per poi crescere leggermente nei comuni più elevati.



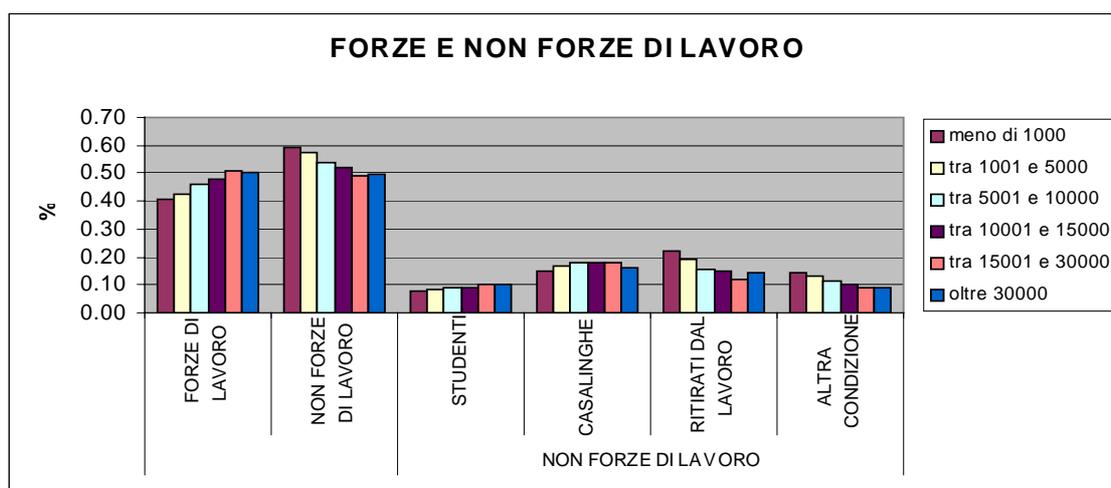
Le persone più istruite sono ritenute le più informate ed attente alle tematiche del risparmio idrico ed energetico e quelle più propense all'adozione di comportamenti ed infrastrutture con minori impatti ambientali (Mansouri et al., 1996; Shen e Sajio, 2008). In Sardegna, il titolo di studio più diffuso è la licenza media (35%), seguita da quella elementare (27%) e dal diploma di scuola superiore (17%). Solo il 4% della popolazione possiede una laurea o un titolo di studio superiore, mentre vi è il 14% della popolazione che non possiede alcun titolo di studio ed il 3% che è analfabeta. Questi dati mostrano come la Sardegna abbia una quota di laureati e diplomati inferiore alla media nazionale (rispettivamente 7% e 25% a livello nazionale) ed una quota più elevata di possessori della sola licenza media inferiore ed elementare (rispettivamente 28% e 24% a livello nazionale). Più elevate della media nazionale sono anche le percentuali di alfabeti privi di titoli di studio e di analfabeti (9% e 1% rispettivamente a livello nazionale).

La diffusione tra i comuni mostra come i titoli di studio più elevati siano più diffusi nei comuni con popolazione superiore, mentre in quelli di dimensione inferiore prevalgono i titoli inferiori ed è presente una percentuale più elevata di persone prive del titolo di studio o analfabeti.



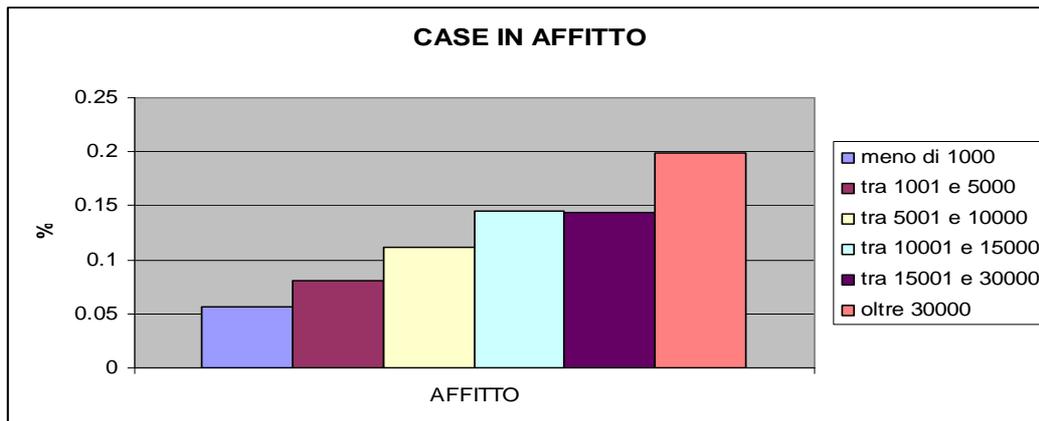
Lo stato lavorativo delle persone è un altro elemento che determina differenze negli stili di vita e che, nel nostro contesto, è ancora una volta differente nei comuni più piccoli da quelli grandi. Rispetto a coloro che svolgono un'attività lavorativa, queste categorie dovrebbero passare più tempo a casa e questo potrebbe influenzare i loro consumi. A livello regionale, il 57% della popolazione appartiene alle non forze di lavoro, cioè alla parte di popolazione che ha cessato o non è ancora o mai entrata in una fase lavorativa. Nei comuni più grandi, in media, il 50% della popolazione rientra nelle non forze di lavoro e questa percentuale aumenta man mano che la popolazione dei comuni diminuisce, fino alla percentuale del 60% raggiunta nei comuni con meno di 1000 abitanti. Le non forze di lavoro ricomprendono al loro interno categorie molto diverse tra di loro in termini di sesso, età e reddito. Tra queste il 19% è un ritirato dal lavoro (una categoria che comprende ma non si esaurisce con i soli pensionati da lavoro) ed il 16% delle persone si dichiara "casalinga/o".

Il grafico sottostante mostra come ritirati dal lavoro e persone in altra condizione prevalgano nei comuni di dimensione inferiore, mentre le casalinghe sono omogeneamente diffuse, sebbene si possa notare una presenza lievemente inferiore nei comuni più piccoli ed in quelli più grandi. Gli studenti, la classe meno numerosa tra le non forze di lavoro, è maggiormente diffusa nei comuni più grandi.



Caratteristiche dell'abitazione

In Sardegna la maggior parte delle abitazioni sono di proprietà (più dell'80% a livello regionale). Le percentuali di abitazioni in affitto cresce al crescere della dimensione del comune: la presenza di abitazioni in affitto, quando il canone comprende anche le spese per elettricità o acqua può portare a consumi più elevati.



Sfortunatamente non è possibile controllare per il numero di condomini, né è possibile conoscere il numero delle utenze condominiali per i consumi idrici. Non è neppure possibile conoscere il numero di abitazioni con giardino: la presenza del giardino potrebbe portare a consumi idrici superiori.

La dimensione dell'abitazione ed il numero di stanze, invece, sono dati noti che permettono di tenere in considerazione il fatto che al variare di questi fattori variano anche le esigenze di illuminazione e riscaldamento, mentre minori sono le variazioni legate al consumo idrico.

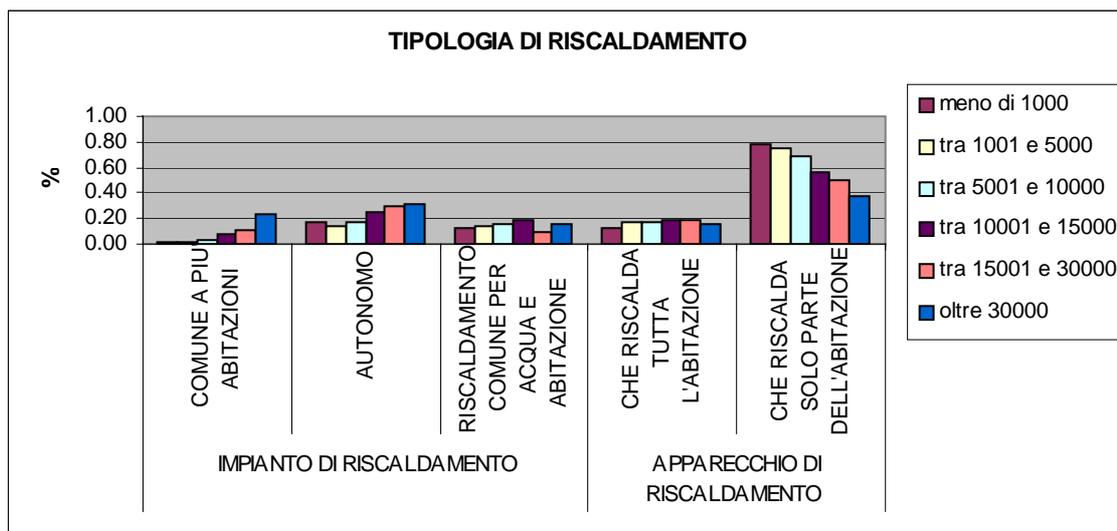
Il numero medio di stanze per abitazione è 4.55, la dimensione media è superiore ai 100 metri quadri, con un valore medio di 40 metri quadri per residente.

All'interno dei comuni sono presenti delle differenze nei valori di queste variabili, non immediatamente riconducibili alle differenze di popolazione come per le precedenti variabili. Come mostrano le mappe, la dimensione media è maggiore, tendenzialmente, nei comuni delle aree pianeggianti non costiere e nelle zone interne nord-occidentali, mentre il numero medio di stanze è maggiore nei comuni interni rispetto a quelli costieri, ed in particolare rispetto a quelli a vocazione turistica (mappe 3, 4 e 6).

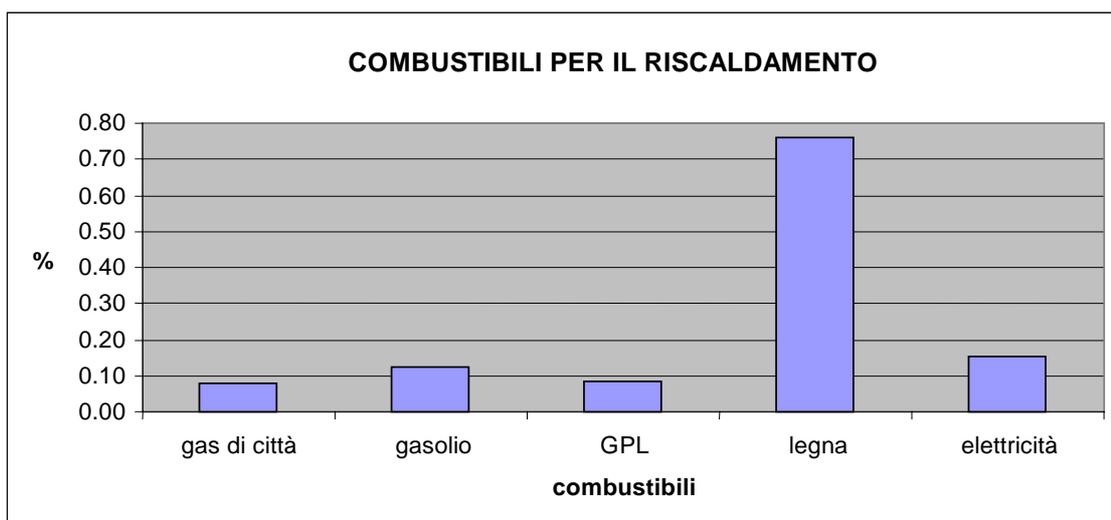
Una caratteristica molto importante dell'abitazione, legata ai consumi elettrici, è l'impianto di riscaldamento utilizzato.

Come abbiamo già visto, l'Isola non dispone di metano e questo la priva di un importante combustibile alternativo all'energia elettrica. Il sistema di riscaldamento più diffuso è ancora quello autonomo con apparecchio che riscalda parte dell'abitazione, come caminetti, stufe elettriche, a gas o a legna o pompe di calore. In media il 70% delle abitazioni dei comuni dell'Isola dispone di tale tipologia di impianto, con una diffusione massima dell'82% nei comuni con meno di 1000 abitanti ed un minimo di 35% nei comuni con oltre 30000 abitanti.

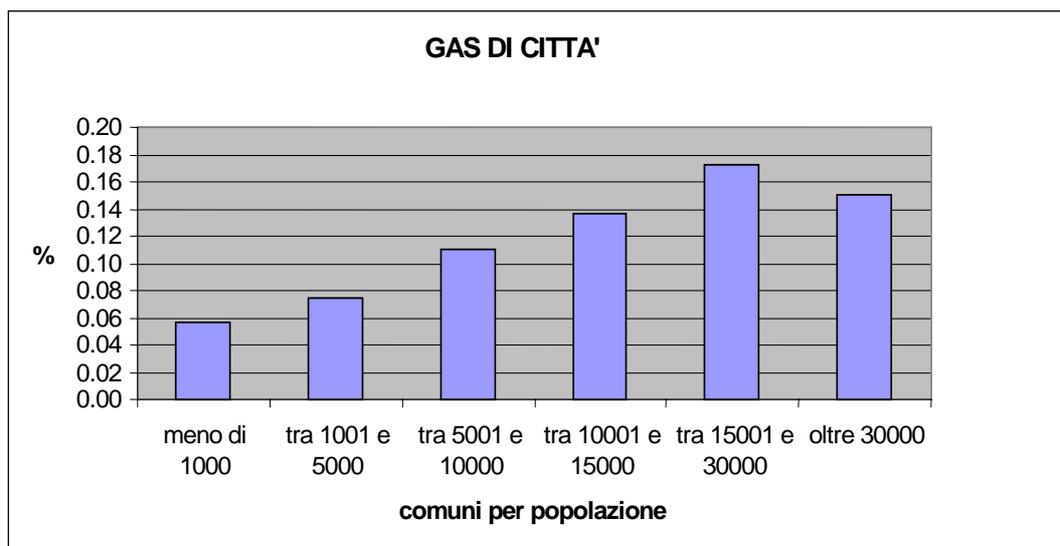
L'impianto di riscaldamento è più diffuso nei comuni di dimensione più elevata dove si trovano la quasi totalità delle abitazioni con impianto di riscaldamento condominiale.



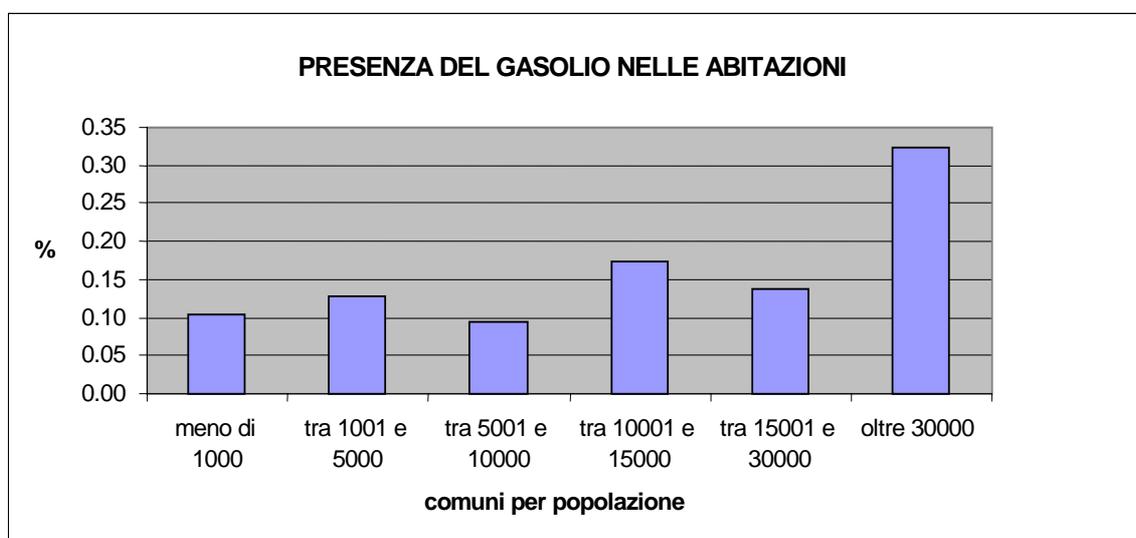
Clò ha conseguenze importanti anche sulle tipologie e i livelli di combustibili utilizzati. Il combustibile più utilizzato, per il riscaldamento degli ambienti, è la legna da ardere (il 76%), seguita dall'elettricità (15%), dal gasolio (12%), da GPL e gas di città (8%).



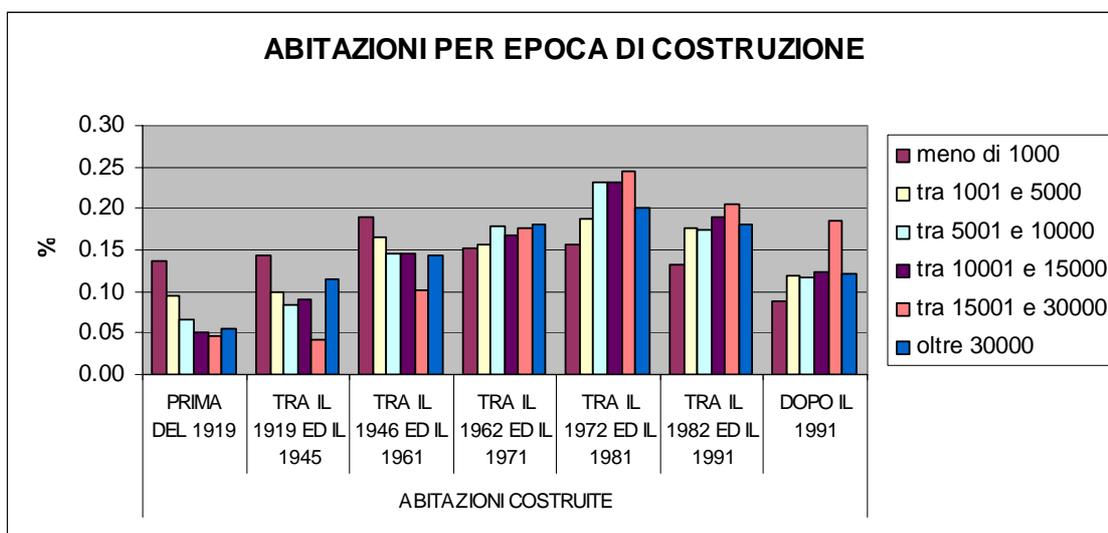
L'utilizzo dei combustibili è molto disomogeneo tra i comuni. Il gas di città (aria propanata) è diffuso solo in alcune determinate aree dell'Isola, quelle attorno alle città più grandi e ad alcune aree industriali (Cagliari, Sarroch, Oristano ecc.). La percentuale di abitazioni che lo utilizza nei comuni in cui è presente è del 17% nei comuni tra 15000 e 30000 abitanti e del 15% nei comuni con oltre 30000 abitanti.



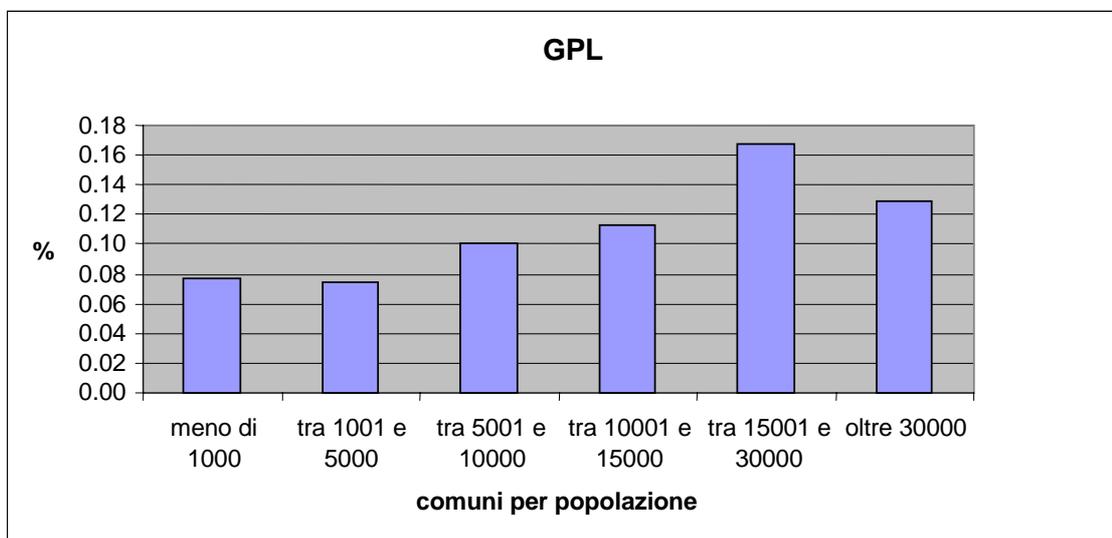
Il gasolio è maggiormente presente nei comuni più grandi, dove sono più frequenti gli impianti di riscaldamento, seguiti da quelli con popolazione compresa tra 10000 e 15000 abitanti. Questo è probabilmente dovuto al fatto che i condomini più vecchi utilizzavano questo tipo di riscaldamento e la presenza e diffusione dei condomini è maggiore nei comuni di dimensione maggiore.



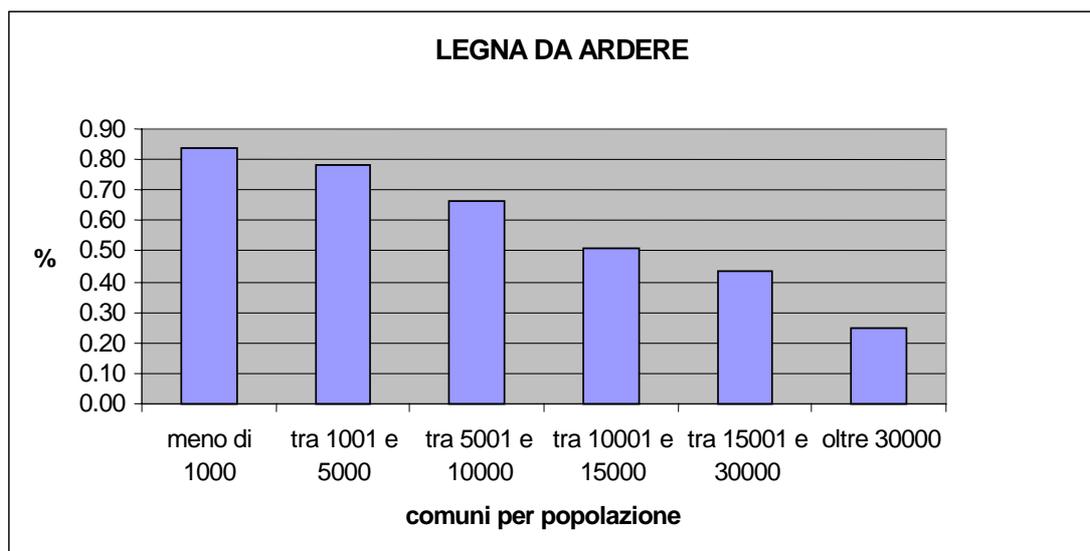
Infatti, se andiamo ad analizzare l'epoca di costruzione delle abitazioni possiamo vedere come nei comuni di dimensione maggiore si è costruito maggiormente nel decennio tra il 1962 ed il 1971.



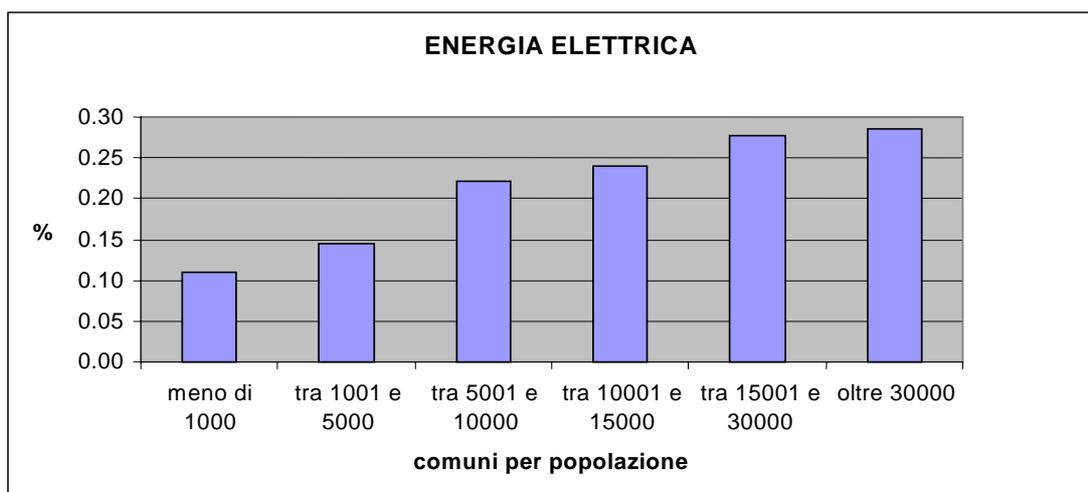
Anche il GPL, così come il gas di città, è ancora poco utilizzato nell'Isola. Il GPL è presente con maggiore frequenza nei comuni con popolazione compresa tra i 15000 ed i 3000 abitanti: probabilmente questo è dovuto al fatto che in questi comuni si concentra l'espansione edilizia del decennio più recente.



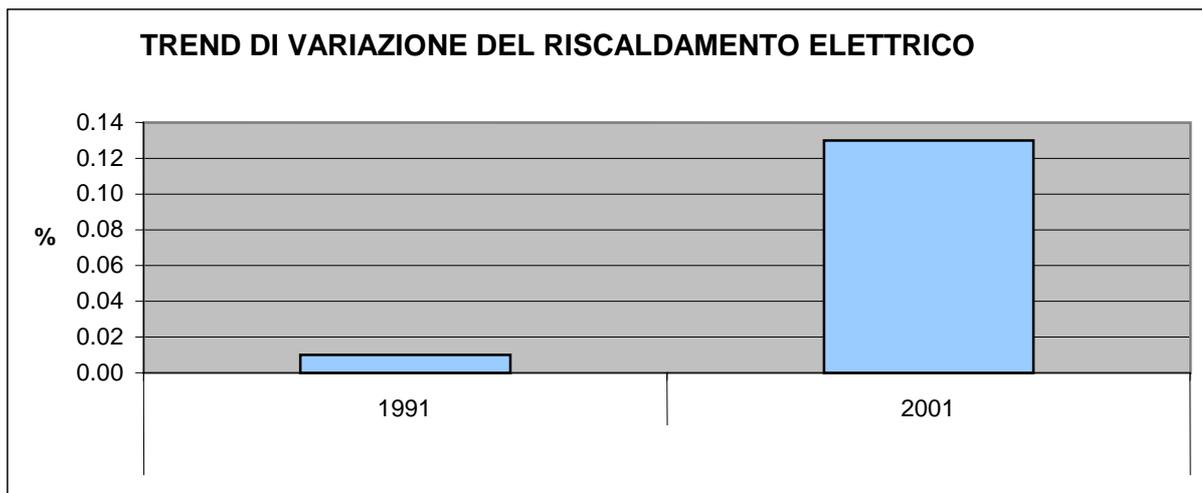
La legna da ardere è il combustibile più utilizzato: in media il 75% di abitazioni a livello regionale utilizza questo combustibile per il riscaldamento degli ambienti. La legna da ardere è in assoluto il combustibile più utilizzato nei comuni di dimensione inferiore (82%), mentre il suo utilizzo cala costantemente col crescere della dimensione del comune fino ad arrivare ai comuni più grandi in cui solo il 23% delle abitazioni lo utilizza.



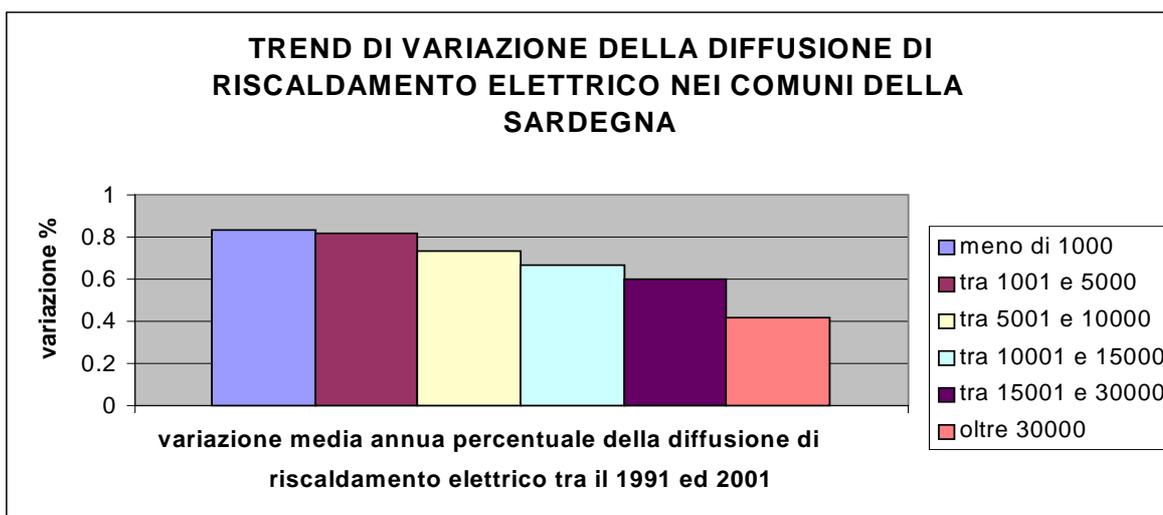
Esattamente al contrario, l'utilizzo dell'elettricità cresce col crescere della popolazione dei comuni. A livello regionale il 15% delle abitazioni utilizza energia elettrica per il riscaldamento degli ambienti, con una percentuale minima di utilizzo dell'11% nei comuni di dimensione inferiore che cresce fino al 27% nei comuni con popolazione superiore ai 30000 abitanti.



Confrontando i dati censuari, vediamo che vi è stato un aumento della presenza nelle abitazioni del riscaldamento con apparecchi elettrici fissi del 12% tra il 1991 ed il 2001. Come abbiamo già indicato non esistono dati sulla diffusione a livello comunale degli apparecchi elettrici ed elettrodomestici, ma il dato regionale, analizzato precedentemente, ci permette di formulare l'ipotesi che l'aumento del riscaldamento elettrico sia associabile all'aumento della diffusione dei condizionatori e delle pompe di calore.

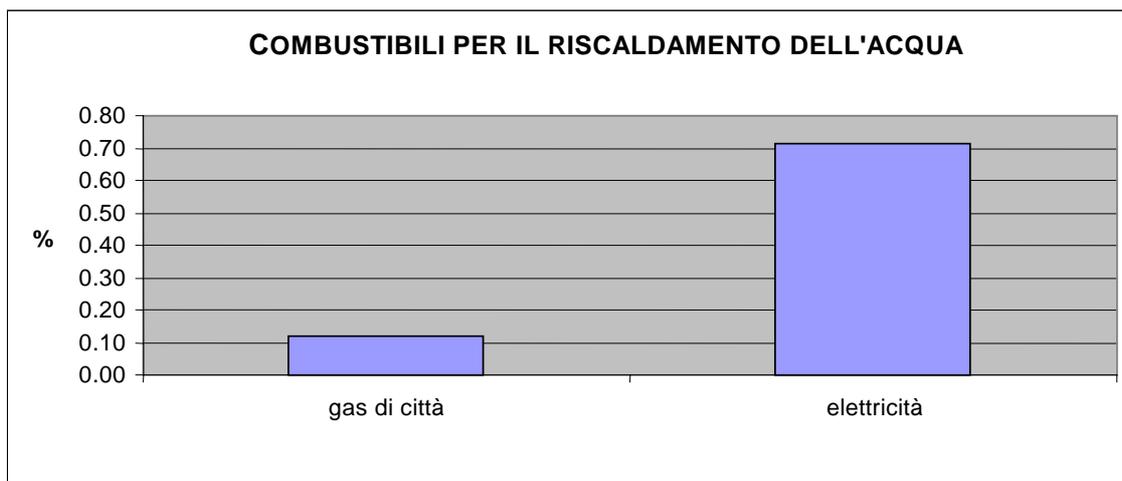


Se ricostruiamo il trend medio annuo di variazione nei comuni suddivisi per classe di popolazione, possiamo notare come l'aumento maggiore si sia verificato nei comuni più piccoli seguiti man mano da quelli di dimensione maggiore. I dati censuari mostrano, infatti, che il riscaldamento elettrico era diffuso soprattutto nelle grandi città, mentre, analizzando i dati del 2001, si può notare una progressiva diffusione anche nei comuni più piccoli.

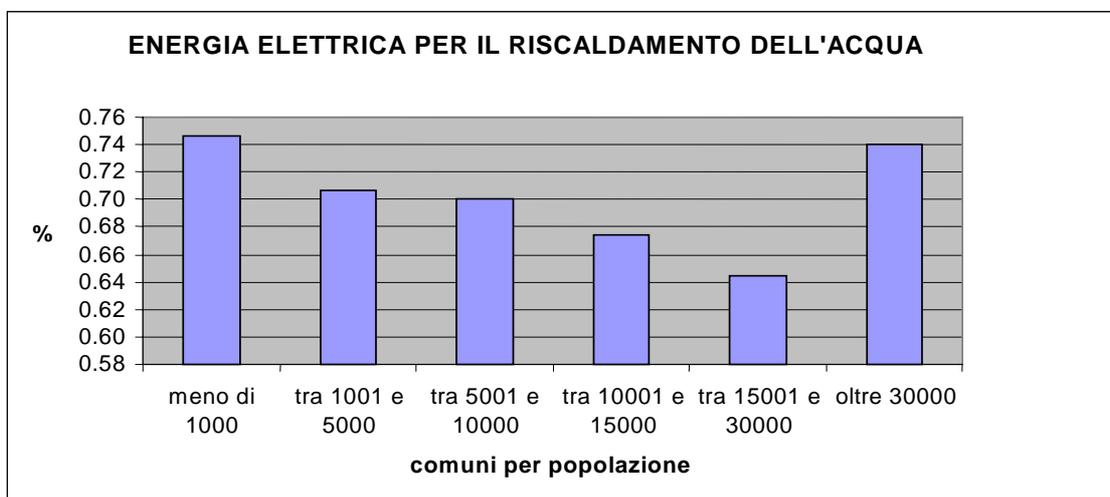


I dati disponibili non danno molte informazioni sulla diffusione delle energie alternative. La sola energia alternativa presa in considerazione nei dati censuari è l'energia solare, la quale è presente in numerosi comuni dell'isola ma in una percentuale talmente bassa da non risultare rilevante a livello regionale.

Per quanto riguarda il combustibile utilizzato per il riscaldamento dell'acqua, prevale nettamente l'energia elettrica (71%), seguito - nei comuni in cui è disponibile - dal gas di città. Altri combustibili, tra cui il solare, sono presenti ma in percentuale ancora troppo bassa per poter essere considerati rilevanti.

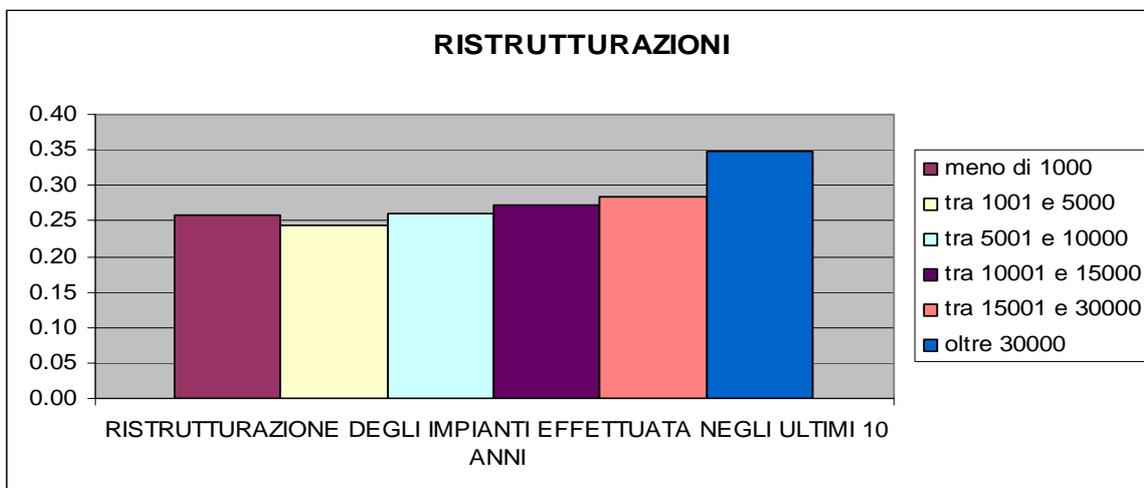


L'uso dell'energia elettrica per il riscaldamento dell'acqua è maggiormente diffuso nei comuni di dimensione inferiore (74.5%) ed in quelli di dimensione superiore (74%), seguiti da tutti gli altri. Il dato dei comuni più piccoli è legato all'uso di apparecchi di riscaldamento più tradizionali: infatti mentre il riscaldamento degli ambienti è prevalentemente a legna, il riscaldamento dell'acqua avviene con scaldabagni elettrici. Il dato dei comuni più grandi è, probabilmente, legato alla maggiore presenza di abitazioni in affitto nelle quali, o per la presenza di canoni d'affitto comprensivi delle spese per l'energia elettrica o per l'assenza di altri impianti o apparecchi di riscaldamento, si utilizza l'energia elettrica.



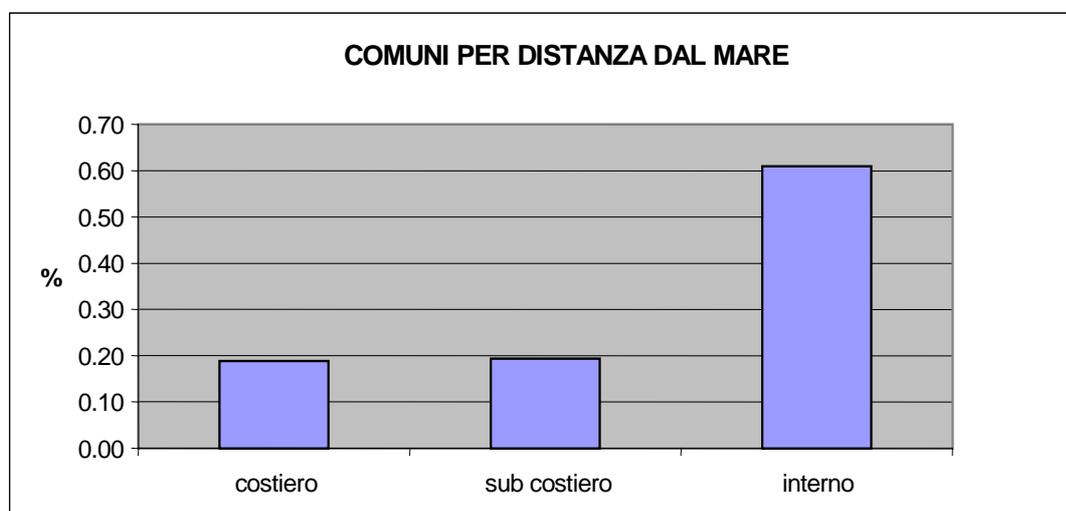
Un elemento interessante da verificare è la percentuale di ristrutturazioni nel corso del periodo 1991 – 2001. In particolare, è disponibile il dato relativo alla ristrutturazione di impianti idrici, elettrici e alla sostituzione degli infissi. Questo elemento è utile per capire se la popolazione ha preso coscienza della possibilità di agire sulle infrastrutture per ridurre e rendere più efficienti i consumi. Solo il 26% delle abitazioni nei comuni della Sardegna ha subito ristrutturazioni in maniera abbastanza omogenea con un leggero picco nei comuni di dimensioni maggiori.

E' possibile però che queste ristrutturazioni siano legate all'aumento della diffusione del riscaldamento elettrico (nel periodo analizzato erano presenti incentivi finanziari per l'acquisto di condizionatori e pompe di calore).



Caratteristiche geografiche

Le differenze geografiche dei comuni influenzano caratteristiche ed abitudini della popolazione e delle abitazioni che influiscono sui consumi sia idrici che elettrici. Osservando la posizione geografica dei comuni, si nota come il 38% si trovi lungo le coste o sia limitrofo ad un comune costiero (comuni sub costieri) mentre il 62% si trova nelle aree più distanti dal mare.

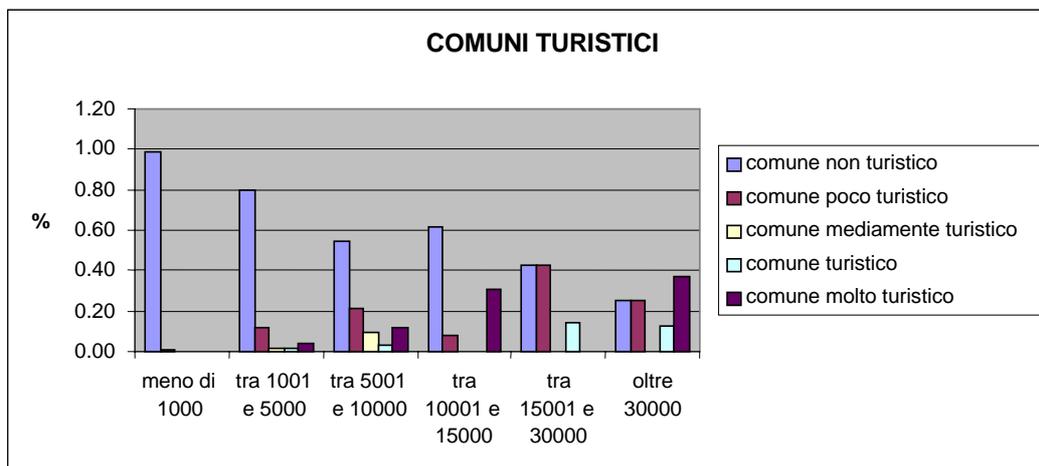


Tale classificazione non è direttamente rilevante ai fini dell'analisi che condurremo. Più interessante è verificare all'interno della classificazione precedente, le differenze, anche notevoli, tra i comuni per quanto riguarda l'altitudine. La mappa sottostante mostra, infatti, come tra i comuni costieri siano presenti comuni di altitudine elevata e come, tra i comuni non costieri, siano presenti comuni situati al livello del mare (mappa 5).

Una caratteristica importante dei comuni costieri e sub costieri è la specializzazione turistica (mappa 6). Il turismo sardo è caratterizzato da un'elevata stagionalità, strettamente legata alla

fruizione delle aree costiere, come si può notare dalla mappa che indica i comuni turistici. Attualmente non sono disponibili dati sulle presenze turistiche a livello municipale. I dati (ISTAT, 2005) indicano 10.203.401 presenze nelle strutture ufficiali. Tali dati non tengono, però, in considerazione la presenza turistica nelle seconde case affittate irregolarmente nel periodo estivo. Attualmente non sono presenti dati ufficiali sulle seconde case affittate in maniera irregolare neppure sulle presenze nelle strutture non ufficiali, sebbene vi siano iniziative da parte della Regione e dell'Agenzia delle Entrate finalizzate alla creazione di un database che raccolga e contenga questi dati. E' possibile ottenere una stima del numero di presenze analizzando i dati pubblicati su "Indagine sui viaggi e le vacanze" (ISTAT, 2007). Da questi dati emerge che nel 2004 il numero di notti passate in Sardegna dai turisti è pari a 34.514.000, il 79% delle quali presso strutture non ufficiali.

Il grafico sottostante mostra come i comuni turistici siano prevalentemente di medie e grandi dimensioni.



Caratteristiche climatiche

Dal punto di vista climatico, l'Isola è caratterizzata da un clima mediterraneo con inverni miti ed estati poco piovose e calde. La stagione piovosa va da ottobre ad aprile e tutte le stagioni sono caratterizzate da livelli elevati di umidità e vento costante.

Il clima influisce direttamente sulle decisioni di riscaldamento o condizionamento delle abitazioni e può influire sui consumi idrici legati sia agli eventuali usi esterni dovuti alla presenza di giardino, sia all'igiene personale.

L'analisi climatica può essere effettuata utilizzando numerose variabili: nel nostro caso ci siamo concentrati sul tasso di evapotraspirazione, sul livello di precipitazioni e sul tasso di aridità.

Il tasso di evapotraspirazione si calcola tenendo in considerazione l'impatto di temperatura, tasso di umidità, velocità del vento e radiazione solare sulla quantità d'acqua necessaria alla crescita di alcune colture. Tale variabile è perciò in grado di fornire indicazioni sulle interazioni complessive delle singole variabili climatiche. In particolare è una proxy del clima percepito, poiché è in grado di tenere in considerazione le interazioni della temperatura con le altre

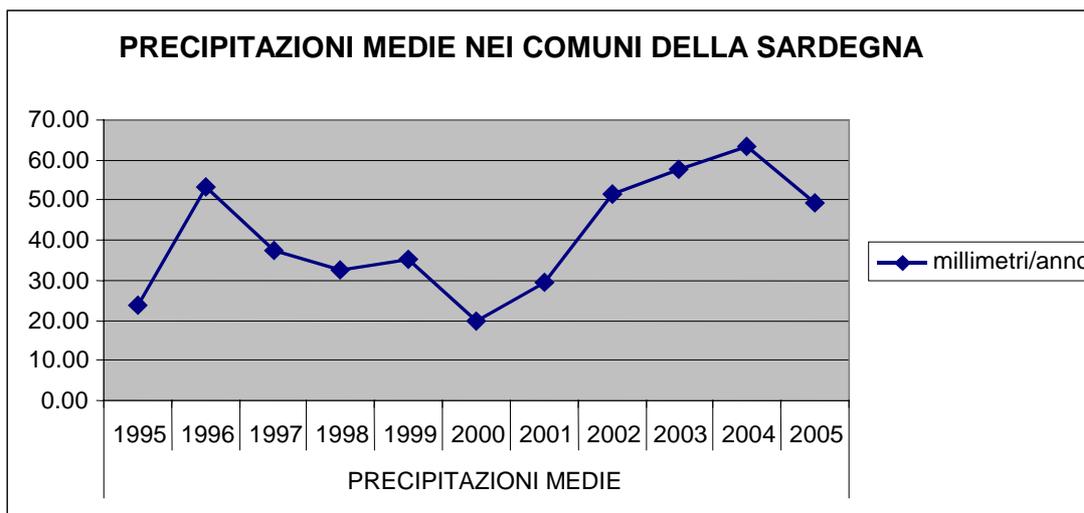
variabili: a valori elevati dell'evapotraspirazione corrispondono livelli bassi delle precipitazioni e temperature elevate. La percezione che si ha del clima e della temperatura è la variabile che più del dato effettivo, influenza il comportamento delle persone. In generale nel periodo 1995 – 2005 il tasso di evapotraspirazione è andato aumentando.



L'andamento delle precipitazioni è stato meno uniforme. Dopo il picco del 1996, le precipitazioni sono andate calando fino al minimo del 2000, per poi aumentare fino al punto di massima del 2004 per poi calare nuovamente. Il periodo compreso tra l'autunno del 1999 e la primavera del 2003 è stato caratterizzato dalla più prolungata e forte siccità dell'ultimo decennio: nel 1999 sono caduti il 60% in meno di millimetri di pioggia rispetto alla media del trentennio climatologico (1961 – 1990), nonostante due eventi alluvionali nelle aree più aride dell'Isola (Nurra e Basso Campidano) (SAR, 2000). Tale situazione è andata peggiorando nel 2000, al punto che la carenza idrica (rispetto alle esigenze evapotraspirative) è stata pari, in media, a 100 mm di pioggia (SAR, 2001).

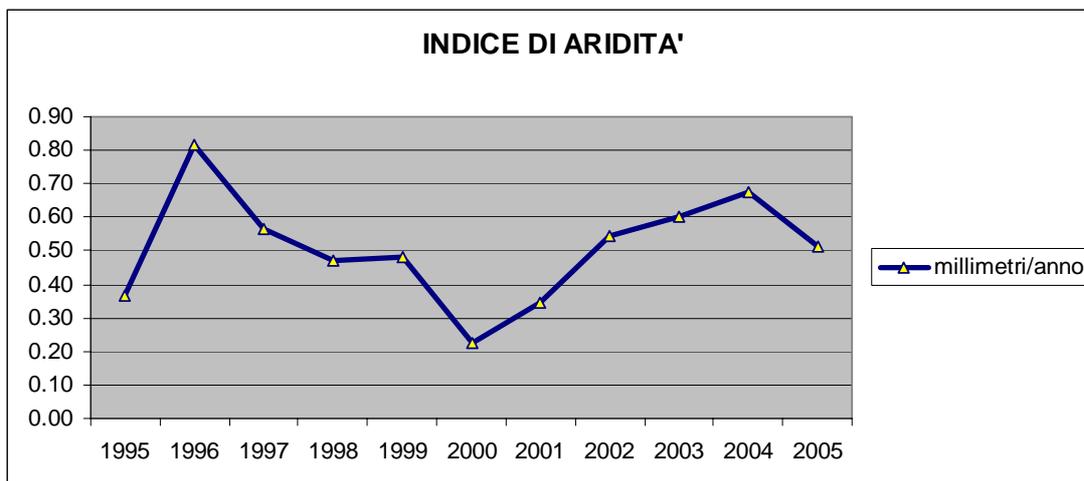
La situazione è migliorata negli anni successivi: nel 2002 le precipitazioni sono risalite fino al 70% della media climatologica, nel 2003 si è arrivati al 90% e nel 2004 si è avuta una precipitazione media in linea con la media climatologica ed una frequenza maggiore; nel 2005, invece si è verificata un'annata deficitaria con un livello di precipitazioni pari al 60% della media climatologica (SAR, 2002, 2003, 2004, 2005).

I dati contenuti nel Piano d'Ambito della Regione Sardegna (2000) mostrano come l'andamento irregolare delle precipitazioni sia un fenomeno riscontratosi a partire dal 1975. L'analisi comparata per bacino, contenuta nel Piano stesso, mostra come livelli di precipitazioni pari a quelli dell'annata 1999 – 2000, non siano in grado di soddisfare il fabbisogno idrico complessivo dell'Isola.



I dati su evapotraspirazione e precipitazioni possono essere utilizzati per costruire altre variabili climatiche. Una di queste variabili è il tasso di aridità che si ottiene dal rapporto tra precipitazioni ed evapotraspirazione. Tale indice, proposto dall'UNEP, varia tra 0 e 1, laddove 0 indica un clima fortemente arido e 1 una situazione climatica migliore. Più l'indice è prossimo allo zero, meno tollerabile è il clima, rispetto a quello che accade quando l'indice è prossimo all'unità. Un tasso di aridità prossimo allo zero indica, inoltre, condizioni avanzate di desertificazione.

I dati mostrano come il progressivo e costante aumento dell'evapotraspirazione abbia parzialmente compensato le più elevate precipitazioni degli anni 2003 e 2004. Il tasso di aridità ha raggiunto il punto di minimo nel 2000 per poi risalire fino al 2004 – rimanendo sempre inferiore ai livelli del picco di massimo del 1996 – e calare nuovamente nel 2005.



E' interessante capire come si distribiscano precipitazioni ed evapotraspirazione nelle diverse aree dell'Isola e come questa distribuzione sia variata nel periodo in esame.

Le precipitazioni sono più copiose in alcune delle aree con maggiore altitudine e, nella maggior parte degli anni, nel nord rispetto al sud (mappe 7, 8 e 9). La provincia della Gallura (Nord – Est) è stata l'area più piovosa nel periodo analizzato.

Il tasso di evapotraspirazione non mostra differenziazioni nette tra le aree dell'Isola. E' possibile notare un aumento generalizzato del valore del tasso di evapotraspirazione estivo, che comprende le aree interne fino ad arrivare verso le aree costiere (mappe 10, 11 e 12).

L'andamento del tasso di aridità invernale indica che, nel corso del periodo, indicato nei comuni dell'Isola il clima diviene progressivamente meno arido, tranne in alcune delle aree costiere (mappe 13, 14, 15), mentre il tasso di aridità estivo indica una situazione meno netta, sebbene si noti come nel sud dell'Isola siano presenti un numero maggiore di comuni con clima più arido (mappe 16, 17 e 18).

CAPITOLO 2

ANALISI METODOLOGICA

Il nostro lavoro analizza i consumi idrici ed elettrici ad uso domestico, utilizzando dati panel aggregati a livello municipale. La forma funzionale e la specificazione econometrica utilizzate sono fortemente influenzate dai dati disponibili. Le scelte effettuate per modellare la presenza di una struttura tariffaria a blocchi crescenti si inseriscono all'interno della più consolidata letteratura in materia.

2.1. ACQUISIZIONE DEI DATI: LE IMPLICAZIONI DELL'USO DI DATI AGGREGATI

In entrambi gli ambiti la scelta dei dati è una questione di fondamentale importanza. Poiché l'obiettivo è analizzare le determinanti dei consumi domestici, i dati più adatti sono quelli relativi a comportamenti, caratteristiche e scelte di consumo delle singole famiglie, soprattutto in presenza di strutture tariffarie a scaglioni crescenti.

Poiché l'acquisizione di questi dati è generalmente molto costosa, sia in termini di prezzi che di tempi, in entrambi i settori di studio si è fatto ampio uso di dati aggregati a livello comunale, regionale o di area servita da determinati gestori.

In anni recenti, però, la progressiva diffusione delle indagini sui consumi delle famiglie, effettuati periodicamente a livello nazionale, ha permesso ai ricercatori di ottenere agevolmente dati sia sui consumi elettrici o sulla spesa per l'elettricità sia sulle caratteristiche socioeconomiche delle famiglie. Questo ha permesso di ampliare il numero di studi che utilizzano dati disaggregati, soprattutto nell'analisi dei consumi elettrici, mentre non siamo a conoscenza di lavori che abbiano utilizzato tale fonte di dati per i consumi idrici.

Questa differenza ha una conseguenza importante poiché l'analisi dei consumi idrici si avvale molto più spesso di dati panel rispetto alla letteratura sui consumi elettrici.

I dati panel, rispetto alle singole serie cross – section o time series, permettono di modellare con maggiore efficienza i comportamenti individuali, ed, in particolare, l'eterogeneità individuale non osservata direttamente ed il loro variare nel corso del tempo.

L'uso di dati aggregati permette, inoltre, di tenere in considerazione le caratteristiche specifiche dell'ambito geografico analizzato.

2.2. LA SCELTA DELLA FORMA FUNZIONALE

La forma funzionale più utilizzata, sia negli studi sulla domanda d'acqua che in quelli sulla domanda di energia, è quella lineare o log-lineare o log-log. Sono presenti alcuni esempi di funzioni Stone – Geary e di funzioni Cobb – Douglas, utilizzati soprattutto nell'analisi delle risorse idriche. Altri studi invece propongono funzioni AIDS o QAIDS per l'analisi delle determinanti di spesa. Tali approcci sono più frequenti nello studio dei consumi elettrici, mentre molto rare sono le applicazioni ai consumi idrici.

2.3. LA FUNZIONE DI DOMANDA

Nel contesto in analisi, così come in molte altre realtà, i consumatori affrontano il medesimo problema di scelta del consumo ottimo, sia quando decidono quale quantità d'acqua consumare sia quando decidono quale quantità di energia elettrica consumare.

In entrambi i casi, infatti, i consumatori affrontano un sistema tariffario a scaglioni crescenti. In questo caso il vincolo di bilancio non è lineare, non è differenziabile e spesso presenta punti d'angolo. In questo caso le curve di domanda tradizionali non riescono a rappresentare il comportamento di un consumatore, anche perché non vi è un solo prezzo sulla base del quale i consumatori prendono le loro decisioni di spesa, bensì tanti quanti sono gli scaglioni di consumo. Per poter svolgere l'analisi occorre linearizzare il vincolo di bilancio ed individuare esattamente qual è il prezzo sulla base del quale i consumatori effettuano le loro scelte, oppure proporre metodologie di stima che permettono di modellare i vincoli di bilancio non lineari.

L'analisi di questo aspetto è stato affrontato dapprima nell'analisi dei consumi elettrici. Tuttavia nella letteratura più recente, il dibattito sembra essersi spento a favore di un vincolo di bilancio linearizzato e l'uso del prezzo medio, anche negli studi con dati disaggregati. Al contrario, la letteratura sulla domanda d'acqua continua ad essere, anche negli studi più recenti, fortemente debitrice del primo dibattito sviluppato nell'analisi dei consumi elettrici ed allo stesso tempo fortemente innovativa.

La maggior parte degli studi presenti nei due ambiti utilizza il primo degli approcci indicati sopra, adottando un modello di domanda linearizzata di tipo Marshalliano. In questo caso per tenere in considerazione la presenza di un sistema tariffario a scaglioni crescenti, oltre alla variabile del prezzo marginale, vengono inserite altre variabili che tengono in considerazione la presenza di unità inframarginali fra uno scaglione e l'altro.

I primi studi nel campo dei consumi elettrici utilizzavano il solo prezzo marginale, mentre i primi studi nel campo dell'acqua utilizzavano il solo prezzo medio.

Taylor (1975) e Nordin (1976) propongono di inserire una variabile, data dalla differenza tra quanto pagato effettivamente e quanto sarebbe stato pagato, se tutte le unità fossero state pagate al prezzo marginale, associato all'unità di consumo più elevata senza considerare i costi fissi. Questa variabile, nota in letteratura come "Differenza", viene utilizzata per tenere in considerazione il fatto che le unità intermarginali vengono pagate ad un prezzo inferiore a quello del prezzo marginale del blocco successivo. In presenza di una tariffa a scaglioni crescenti, tale variabile ha segno negativo, poiché la presenza degli scaglioni agisce come un sussidio implicito al reddito e, poiché tiene in considerazione l'effetto di reddito dovrebbe avere coefficiente pari a quello del reddito. Le applicazioni empiriche tuttavia non hanno confermato tale assunzione.

Tale variabile è stata criticata successivamente da Shin (1985), il quale sottolinea come la variabile "differenza" ha potere esplicativo solo se le sue dimensioni la rendono rilevante e ciò dipende dalle caratteristiche (ampiezza e numero degli scaglioni) della struttura tariffaria. Inoltre, egli sostiene che spesso i consumatori non sono informati sulle caratteristiche ed i prezzi, associati alla tariffa a loro applicata, e che di conseguenza non conoscono il livello del prezzo marginale. Essi formuleranno le loro scelte sulla base del prezzo marginale percepito, che altro non è che il prezzo marginale calcolato ex post come rapporto fra l'ammontare totale da pagare ed i chilowatt totali consumati. Se però l'acquisizione della corretta informazione sul prezzo marginale è di facile acquisizione e poco costosa vi è la probabilità che i consumatori

siano consapevoli del prezzo marginale e ne tengano in considerazione al momento in cui effettuano le loro scelte di consumo. In questo caso Shin suggerisce di inserire, oltre al prezzo marginale, una variabile che catturi la presenza di un sistema a scaglioni crescenti. Tale variabile è costruita come rapporto tra prezzo medio e prezzo marginale elevato ad un parametro k , che rappresenta il prezzo percepito. Se i consumatori rispondono solo al prezzo marginale, k sarà uguale a 1; se rispondono, viceversa, solo al prezzo medio, k sarà uguale a 1. Il valore di k sarà compresa tra gli estremi precedenti se i consumatori percepiscono un legame fra i due prezzi. Le evidenze empiriche mostrano che i consumatori rispondono al prezzo medio più che a quello marginale.

Una formulazione simile era stata proposta da Opaluch (1982), il quale inseriva un indice di prezzo decomposto, dove il prezzo medio è decomposto nel prezzo marginale e in un secondo elemento equivalente al prezzo medio meno il prezzo marginale ($AP=MP + (AP-MP)$).

La variabile "Differenza" di Taylor e Nordin, così come le altre specificazioni indicate, è stata ampiamente ripresa nella letteratura sulla domanda d'acqua. In tale ambito la variabile "Differenza" è stata riformulata numerose volte.

Tentando di capire perché il valore del coefficiente della variabile "Differenza" è diverso da quello del reddito, Scheffer e David (1985) ipotizzano che i problemi sorgano dal fatto che vengono utilizzati dati aggregati per i quali ritengono più opportuno inserire l'uso di prezzo marginale e variabile "Differenza" stimati in corrispondenza del consumo medio e pesati per il numero di individui che si trovano in ogni scaglione di consumo. Essi inseriscono, inoltre, i costi fissi, sommandoli alla variabile "Differenza". Tuttavia essi non riescono mai ad ottenere una stima significativa della variabile.

Nonostante i problemi, la variabile "Differenza" si è affermata come la soluzione più efficiente al problema di come trattare le unità inframarginali, come notano Bachrach e Vaughan (1994).

Le differenze nel valore dei coefficienti della variabile "Differenza" e nella variabile del reddito sono state spiegate facendo riferimento, soprattutto, al fatto che la spesa annua, per l'elettricità o l'acqua, è una frazione molto piccola rispetto al reddito e che, spesso, l'effetto intramarginale tra uno scaglione e l'altro è molto piccolo, per cui non sono sufficientemente ampi da influenzare la scelta dei consumatori. Un'altra ipotesi è relativa all'uso di dati aggregati: in questo caso non è detto che sia valido ipotizzare che i due coefficienti siano uguali (Bachrach e Vaughan, 1994).

Bachrach e Vaughan (1994) propongono di utilizzare sia la variabile "Differenza" sia la specificazione di Opaluch. Essi assumono che la variabile "Differenza" venga interpretata come un trasferimento implicito e viene inserita sommata insieme ai costi fissi. I costi fissi non incidono sulla decisione al margine su quanto consumare ma sono come un prelievo diretto dal reddito indipendentemente dal consumo di acqua o energia. Essi assumono, in questo caso, che non vi l'identità del coefficiente con quello del reddito, ma che mantenga il segno opposto. Nelle altre specificazioni, tale uguaglianza è assunta implicitamente e la variabile di prezzo di Opaluch viene sottratta dal valore del reddito, in un caso senza e nell'altro con i costi fissi. Tuttavia non sono in grado di ottenere dei risultati importanti, a causa della costante non significatività delle variabili del reddito.

Nonostante i problemi indicati, la letteratura sulla domanda d'acqua ha continuato ad inserire tale variabile, in presenza di dati aggregati e anche in presenza di specificazioni econometriche che permettono di modellare esplicitamente la presenza di scaglioni. Un esempio in questo senso è lo studio di Corral, Fischer e Hatch (1998). Essi utilizzano una variabile differenza che è l'opposto di quella proposta da Taylor e Nordin (considerando anche i costi fissi) e la sommano alla variabile del reddito. Come suggeriscono Renwich e Green (2000), poiché l'intento è rendere esplicito l'effetto che i blocchi crescenti hanno sui consumi e poiché a consumi via via crescenti corrisponde un valore crescente della variabile differenza, l'uso di questa specificazione della variabile rende più esplicito l'implicito sussidio al reddito che si ottiene pagando le unità intermarginali ad un prezzo inferiore a quello del prezzo marginale del blocco successivo. La scelta di sommare la variabile "Differenza" al reddito viene fatta da Corral et al., (1998) per tenere in considerazione il reddito virtuale dei consumatori in presenza di blocchi crescenti.

Uno dei maggiori problemi, associati alla presenza di una struttura tariffaria a blocchi crescenti, è che livello di consumo e prezzo marginale associato vengono stimati simultaneamente, mentre nel caso del prezzo medio, calcolato ex post come rapporto tra fatturato totale e consumi totali, il prezzo medio può risultare endogeno.

La soluzione adottata è quella di stimare i modelli con uno stimatore a variabili strumentali. Tali stimatori vengono applicati sia in caso di studi disaggregati che aggregati, che di stime cross section, che pooled OLS, che nei modelli che usano stime panel. Shin (1985) ritiene che con l'uso di dati aggregati il problema della simultaneità si attenua.

Recentemente in entrambe le letterature si sono diffusi degli studi che stimano i modelli utilizzando metodologie di stima di funzioni di massima verosimiglianza che permettono di tenere esplicitamente in considerazione la presenza di una struttura tariffaria a scaglioni crescenti. Tale approccio è presente in Burtless e Hausman (1978), Hausman (1985) e Moffitt (1986) nell'economia del lavoro; Hewitt e Hanemann (1995) sono stati i primi ad introdurlo nell'analisi della domanda d'acqua per usi residenziali, mentre Reiss e White (2005) lo introducono nella stima della domanda di energia elettrica.

Questi autori utilizzano modelli di scelta discreta, o discreta/continua, per modellare la scelta ottima del consumatore in presenza di un vincolo di bilancio non lineare. Questi modelli richiedono, per poter essere stimati, la conoscenza dello scaglione di consumo in cui si posiziona la famiglia o del numero o della proporzione di utenti che si posizionano in ogni scaglione, nel caso di dati aggregati. Sfortunatamente tale informazione non è sempre disponibile.

2.4. METODOLOGIE DI STIMA PER PANEL STATICI

L'uso di dati panel permette di acquisire maggiori informazioni rispetto ai dati solamente cross section o solamente time series. Le caratteristiche di tali dati permettono di spiegare perché le

single unità si comportano diversamente, ma anche di rappresentare il meccanismo che induce tali unità a variare il loro comportamento nel corso del tempo.

I dati panel possono avere strutture diverse: in presenza di molte unità cross section, cioè molti individui o comuni (N) e poche unità temporali (T), abbiamo un panel di tipo statico, mentre quando le caratteristiche sono opposte – cioè T grande rispetto a N – abbiamo un panel di tipo dinamico. I dati che verranno utilizzati nell'analisi empirica sono di tipo statico.

I panel possono essere, inoltre, bilanciati (quando abbiamo il medesimo numero di osservazioni per ogni variabile individuale) o non bilanciati (quando abbiamo un numero di osservazioni diverse tra le variabili individuali).

I dati utilizzati per la stima del modello hanno una struttura panel di tipo bilanciato statico con N (374 comuni) di gran lunga maggiore di T (11 anni). L'equazione da stimare è di tipo lineare e tutte le variabili continue sono state trasformate nel corrispondente logaritmo.

L'approccio statico consente di dare maggiore importanza alle differenze tra individui nel tempo piuttosto che, alla dimensione temporale, come accade nei panel dinamici.

Il modello statico può essere scritto come:

$$DEPVAR_{it} = \beta X_{it} + \gamma Z_i + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad [1]$$

in cui i indica gli individui e t il tempo, $DEPVAR_{it}$ è la variabile dipendente, X_{it} è un vettore $1 \times K$ che contiene le variabili che variano nel tempo e Z_i è un vettore $1 \times G$ che contiene i regressori che non variano nel tempo. α_i è la componente di errore specifica per l'individuo e che non varia nel tempo, che si assume essere $iid N(0, \sigma_\alpha^2)$, mentre ε_{it} è l'errore classico $iid N(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

β_1 e β_2 sono vettori di parametri associati con i regressori. α_i è la componente della variazione della variabile dipendente che non è spiegata dall'equazione. Ovvero, essa indica ogni caratteristica specifica di ogni singolo individuo che non è stata catturata dalle variabili inserite come regressori. Tale errore potrebbe essere correlato con i regressori, sia quelli che variano nel tempo sia quelli che non variano nel tempo. ε_{it} si assume che sia non correlato né con i regressori né con α_i .

I modelli statici possono essere stimati facendo ricorso a diversi stimatori basati su assunzioni diverse rispetto all'eterogeneità individuale. Qui di seguito effettueremo una rassegna degli stimatori utilizzati più frequentemente in letteratura, soffermandoci su quelli adottati nella nostra stima empirica.

Il modello Pooled OLS

Il modello più semplice è il pooled OLS. Tale modello

$$DEPVAR_{it} = \alpha + \beta X_{it} + \gamma Z_i + \varepsilon_{it} \quad \text{in cui } \varepsilon_{it} \text{ è } iid N(0, \sigma^2) \quad [2]$$

assume che α_i sia identica per ogni individuo e, di conseguenza, che tutta l'eterogeneità individuale sia spiegata dai regressori e dal termine di errore ε_{it} . Se queste assunzioni sono

rispettate, il modello Pooled OLS produce stime non distorte e consistenti. Tale stimatore diventa inefficiente se gli errori sono correlati tra gli individui.

Il modello ad Effetti Fissi

Date le sue caratteristiche, il modello Pooled non consente di analizzare in maniera esplicita, se presente, l'eterogeneità tra le unità individuali. Per farlo occorrerebbe inserire tante variabili dummy quante sono le unità individuali (Least Squared Dummy Variable), ma questo stimatore presenta difficoltà di gestione se il numero di individui è molto elevato.

Per tenere in considerazione l'eterogeneità individuale dobbiamo utilizzare dei modelli panel specifici. Se assumiamo che l'effetto individuale è fisso per ogni città, possiamo applicare la trasformazione within. Tale trasformazione consiste nello stimare il modello utilizzando la deviazione dal valore medio individuale per ogni variabile. Il modello ad Effetti Fissi può essere così scritto come

$$\Delta DEPVAR_{it} = \alpha_i + \beta \Delta X_{it} + \gamma \Delta Z_i + \Delta \varepsilon_{it} \quad \text{in cui } \varepsilon_{it} = iid N(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad [3]$$

dove $\Delta DEPVAR_{it} = (DEPVAR_{it} - \overline{DEPVAR}_i)$, $\Delta X_{it} = (X_{it} - \overline{X}_i)$, $\Delta Z_i = (Z_i - \overline{Z}_i)$ e $\Delta \varepsilon_{it} = (\varepsilon_{it} - \overline{\varepsilon}_i)$.

Nel modello ad Effetti Fissi gli effetti individuali sono indicati nelle intercette che variano tra le osservazioni, per cui avremo un'intercetta diversa per ogni osservazione.

Le stime ottenute con questo modello sono consistenti e non distorte anche se le variabili dipendenti sono correlate con l'errore individuale, ma la trasformazione within elimina dal modello tutte le variabili che non variano nel tempo.

Poiché spesso i dati socioeconomici di tipo microeconomico sono variabili che non hanno una dimensione temporale o che sono disponibili solo per certe date nel tempo e dunque risultano invariati nel database utilizzato, tale modello elimina parte del potere esplicativo dei regressori inseriti.

Il modello ad Effetti Casuali – GLS

Il modello ad Effetti Casuali, al contrario, permette di stimare anche le variabili che non variano nel tempo.

Un modello alternativo che pone rimedio a questo problema è il modello ad Effetti Casuali stimato con una procedura GLS. Tale modello può essere indicato come

$$DEPVAR_{it} = \alpha + \beta X_{it} + \gamma Z_i + (\alpha_i + \varepsilon_{it}) \quad [5]$$

in cui l'effetto individuale viene specificato come una variabile casuale e l'eterogeneità individuale non osservata viene spiegata per mezzo di un secondo termine di errore α_i , $iid N(0, \sigma_\alpha^2)$, mentre ε_{it} è l'errore idiosincratice $iid N(0, \sigma_\varepsilon^2)$. Si assume che α_i e ε_i siano reciprocamente indipendenti e indipendenti dai regressori. La stima del modello avviene trasformando le variabili – costante compresa – in scarti dalle medie individuali, pesate per un

fattore θ che è un fattore pari a $1 - \psi^{1/2}$, con $\psi = \sigma_\varepsilon^2 / (\sigma_\varepsilon^2 + T\sigma_\alpha^2)$. Il modello GLS è, in effetti, una media ponderata matriciale dello stimatore between (che è analogo allo stimatore within ma utilizza gli scarti rispetto alle medie temporali) e within, in cui i pesi dipendono dalle varianze relative dei due stimatori (quanto maggiore è la precisione dello stimatore, tanto maggiore è il peso che gli viene attribuito).

Il modello ad Effetti Casuali GLS è consistente e più efficiente di quello ad Effetti Fissi, se non vi è correlazione tra gli α_i ed i regressori, mentre in presenza di tale correlazione sono non consistenti.

Gli stimatori a variabili strumentali

In presenza di correlazione tra regressori e eterogeneità individuale non osservata, i modelli ad Effetti Casuali sono non consistenti. Tuttavia, rinunciare a tale stimatore in favore dello stimatore ad Effetti Fissi significa penalizzare la capacità esplicativa del modello, se le variabili importanti non variano nel tempo. In letteratura, la soluzione proposta più frequentemente è l'utilizzo di modelli a variabili strumentali come Hausman – Taylor (HT, 1978), Amemyia and MaCurdy (AM, 1986) e il Breusch, Mizon and Schmidt (BMS, 1989).

Lo stimatore di Hausman e Taylor assume che alcuni dei regressori (sia di quelli che variano nel tempo che di quelli che non variano) siano correlati con la variabile casuale che indica l'eterogeneità individuale, ma che nessuna variabile sia correlata con il termine di errore generale.

Il modello da stimare è il seguente:

$$DEPVAR_{it} = \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \gamma_1 Z_{1i} + \gamma_2 Z_{2i} + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad [6]$$

in cui X_{1it} e Z_{1i} sono le variabili non correlate, che rispettivamente variano e non variano nel tempo, e X_{2it} e Z_{2i} sono quelle correlate, che rispettivamente variano e non variano nel tempo.

La procedura di Hausman – Taylor è una procedura in più stadi. Nel primo stadio viene stimato un modello ad effetti fissi (stimatore within) con le sole variabili che variano nel tempo e si generano i residui. Successivamente si regrediscono, utilizzando sempre uno stimatore within, i residui sulle variabili che non variano nel tempo, utilizzando le variabili non correlate (sia che variano sia che non variano nel tempo come strumenti) ed ottenendo così stime. In questo secondo stadio le variabili che non variano nel tempo sono ripetute T volte nella matrice dei dati. I coefficienti delle variabili che non variano nel tempo così ottenuti, vengono utilizzati, insieme a quelli delle variabili che variano, per stimare gli errori random effect. La varianza dei residui del primo (effetti fissi) e dell'ultimo stadio sono, infine, utilizzati per costruire θ e ottenere la trasformazione standard Effetti Casuali GLS su ogni variabile. Tali variabili trasformate vengono, infine, utilizzate per una stima a variabili strumentali della variabile dipendente sulle variabili che variano e che non variano nel tempo. Gli strumenti sono la trasformazione within delle variabili che variano nel tempo, le variabili che non variano nel tempo non correlate e la media individuale delle variabili che variano nel tempo.

Gli stimatori di Amemyia – MaCurdy e Breusch, Mizon and Schmidt richiedono più stringenti assunzioni sull'esogeneità rispetto all'Hausman – Taylor. Questa procedura, infatti, richiede che soltanto i valori medi (\bar{X}_i) delle variabili che variano nel tempo siano non correlate con l'eterogeneità individuale non osservata, mentre gli altri due stimatori richiedono che le variabili X_{it} siano non correlate in ogni punto del tempo.

Lo stimatore HT è altrettanto preciso dello stimatore ad Effetti Fissi, tuttavia, l'uso di tali modelli richiede che si identifichino le variabili correlate con l'effetto individuale non osservato, sia tra i regressori che variano nel tempo che in quelli che non variano. Tali procedure, perciò, sono soggette a tutte le problematiche relative all'individuazione dello strumento ed alla sua efficacia e soffrono di una certa discrezionalità nella scelta delle variabili da trattare come correlate con gli effetti individuali non osservati.

L'intuizione sulle variabili potenzialmente correlate spetta al ricercatore. Hausman e Taylor (1981) indicano che, se la scelta delle variabili correlate è corretta, gli strumenti non devono essere correlati con il termine di errore che indica l'eterogeneità individuale non osservata: in questo caso i valori dei coefficienti dovrebbero essere molto simili alle stime (consistenti) ottenute con lo stimatore within: questa assunzione può essere stimata confrontando le stime ottenute col modello within con quelle ottenute con il modello a variabili strumentali, utilizzando il test di Hausman. Baltagi e Khanti-Akom (1990) suggeriscono di effettuare un'analisi di sensitività, stimando diversi modelli e variando, di volta in volta, le variabili ritenute correlate con l'eterogeneità individuale non osservata. Questo significa, di conseguenza, variare anche di volta in volta il set di strumenti individuato. Per capire se la scelta delle variabili esogene e dei relativi strumenti è legittima e corretta per il dataset analizzato, gli autori suggeriscono di effettuare il test di Hausman per confrontare i risultati del modello ad Effetti Fissi con quello di Hausman – Taylor.

I software econometrici non forniscono una misura di adattamento di dati per i modelli a variabili strumentali di Hausman – Taylor e Amemyia – MaCurdy. Come sottolinea Verbeek (2006) questo è dovuto al fatto che i classici criteri dello R^2 e dello R^2 corretto sono validi solo se il modello è stimato con i minimi quadrati ordinari (OLS).

In questi casi, una misura dell'adattamento ai dati la si può ottenere calcolando la correlazione tra il valore dato della variabile dipendente ed il valore predetto e poi elevarla al quadrato (Verbeek (2006), pp.18-20; 317-318; Cox, 2003).

Questa definizione ha il vantaggio di produrre valori nell'intervallo $[0,1]$, indipendentemente dallo stimatore utilizzato per generare i valori predetti. Tale definizione corrisponde alla definizione standard dello R^2 (in termini di somma dei quadrati) se il modello è stimato mediante OLS (a condizione che sia incluso un termine di intercetta).

Lo stimatore Fixed Effect Vector Decomposition (FEVD)

Recentemente Plumper e Troeger (2007) hanno proposto un modello che fornisce una soluzione all'alternativa all'uso delle variabili strumentali. Essi partono dalla considerazione che occorre trovare un modello che stimi correttamente sia le variabili che non variano nel tempo, che quelle che presentano variazioni minime nel corso del tempo. Il loro stimatore, denominato FEVD (fixed effect vector decomposition), parte dall'assunto che lo stimatore ad Effetti Fissi non solo elimina dal modello le variabili che non variano nel tempo, ma stima in maniera inefficiente le variabili con minimi cambiamenti nel corso del tempo. Queste ultime sono variabili con una dimensione temporale, il cui valore non varia annualmente ma molto raramente, o perché legate a condizioni strutturali che determinano questo risultato o perché nel periodo analizzato, presentano variazioni relative. Plumper e Troeger (2007) fanno l'esempio delle caratteristiche costituzionali degli Stati: uno stato passa raramente nel corso del tempo da una monarchia ad una democrazia, o cambia di tanto in tanto regime elettorale.

Essi suggeriscono di ottenere gli effetti fissi, scomponendoli successivamente in due parti, una non spiegata ed una spiegata dalle variabili che non variano o variano raramente nel corso del tempo.

Il loro stimatore è uno stimatore in tre stadi in cui dapprima si generano gli effetti fissi (stimati con un modello ad Effetti Fissi), in cui la variabile dipendente viene regredita sulle variabili che variano nel tempo e su quelle che variano raramente. Il secondo stadio consiste nel regredire gli effetti fissi, stimati nel primo stadio, sulle variabili che non variano nel tempo o variano raramente, utilizzando un OLS, ottenendo così la parte degli effetti fissi spiegata dalle variabili che non variano nel tempo e quella non spiegata. Il terzo stadio consiste nello stimare un modello Pooled OLS includendo, come covariate, le variabili che variano nel tempo, quelle che variano raramente e quelle che non variano oltre alla componente non spiegata degli effetti fissi.

I due autori mostrano, con un'analisi Monte Carlo, come tale stimatore abbia una performance altrettanto buona del modello Pooled OLS, dello stimatore ad Effetti Casuali e dello stimatore Hausman-Taylor in assenza di correlazione tra le variabili varianti ed invarianti rispetto al tempo e gli effetti fissi; in presenza di tale correlazione ha una performance migliore degli altri modelli. Inoltre, è più efficiente dello stimatore ad effetti fissi nello stimare i coefficienti delle variabili che variano raramente nel corso del tempo.

La correzione dell'eteroschedasticità nel FEVD può avvenire in due modi: o utilizzando uno stimatore robusto o correggendo contemporaneamente per eteroschedasticità e correlazione contemporanea.

La correlazione contemporanea (Wooldridge, pag. 308) si presenta quando ogni osservazione individuale è correlata con l'errore idiosincratico al tempo t . Tale situazione può verificarsi se vengono omesse importanti variabili esplicative che non variano nel tempo, se sono presenti errori di misurazione nelle variabili che variano nel tempo o simultaneità tra la variabile dipendente e le variabili esplicative che variano nel tempo. La correzione della correlazione contemporanea avviene insieme a quella dell'eteroschedasticità utilizzando una matrice di

varianza covarianza degli errori, corretta per tenere in considerazione i due problemi. La correzione dell'autocorrelazione avviene attraverso la trasformazione Cochrane – Orcutt proposta da Prais – Winsten. La correlazione per l'eteroschedasticità e la correlazione contemporanea avviene nel terzo stadio, mentre quella per l'autocorrelazione nel primo e nel terzo.

La selezione della corretta specificazione è agevolata dalla stima di alcuni test che permettono di valutare quale modello, date le sue assunzioni, è più adatto ai dati analizzati.

Il test di Breusch – Pagan per gli Effetti Casuali

Il test di Breusch – Pagan (1980) ci permette di confrontare il modello Pooled OLS e quello ad Effetti Casuali. Il test verifica se l'ipotesi di nullità della varianza del termine di errore che misura l'eterogeneità non osservata è corretta. Tale ipotesi deriva dalle assunzioni del modello Pooled OLS. Se l'ipotesi nulla viene rigettata significa che la varianza non è nulla, dunque esistono degli effetti casuali che rendono il modello OLS inefficiente. In questo caso va preferito l'uso del modello ad effetti casuali.

Il test di Breusch – Pagan è un test Lagrange Multiplier (LM) basato sui residui della stima con i minimi quadrati ordinari. L'ipotesi nulla da testare è

$$H_0 : \sigma_\varepsilon^2 = 0$$

$$H_1 : \sigma_\varepsilon^2 \neq 0$$

la statistica del test è la seguente:

$$LM = \frac{nT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^n (T e_i)^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right]^2$$

sotto l'ipotesi nulla il LM è distribuito secondo un chi – quadro con un grado di libertà.

I test per la corretta specificazione: i test di Hausman e di Wooldridge

Come abbiamo già visto, un test utile per confrontare due modelli è il test di Hausman (1978). Tale test viene spesso utilizzato per confrontare il modello ad Effetti Fissi con quello ad Effetti Casuali, ma può essere esteso a qualunque confronto tra due modelli, purché uno sia efficiente. Il test di Hausman, nello specifico, è utilizzato per testare l'ortogonalità degli effetti casuali con i regressori. Il test si basa sull'idea che sotto l'ipotesi di assenza di correlazione, sia il modello ad Effetti Fissi che il modello ad Effetti Casuali - GLS sono consistenti, ma gli Effetti Fissi sono inefficienti, mentre sotto l'ipotesi alternativa, gli Effetti Fissi sono consistenti ma gli Effetti Casuali GLS non lo sono. Inoltre sotto l'ipotesi nulla, i due stimatori non dovrebbero presentare

differenze sistematiche nei coefficienti. Il test di basa su questa assunzione e verifica la presenza di differenze sistematiche tra i coefficienti dei due modelli.

Per costruire il test occorre stimare la matrice di covarianza del vettore delle differenze dei coefficienti dei modelli , $[b - \hat{\beta}]$, laddove b rappresenta i coefficienti del modello consistente (in questo caso gli Effetti Fissi), mentre $\hat{\beta}$ rappresenta i coefficienti del modello efficiente (Effetti Random).

Il primo passaggio consiste nel calcolare la varianza della differenza dei coefficienti:

$$Var[b - \hat{\beta}] = Var[b] + Var[\hat{\beta}] - Cov[b, \hat{\beta}] - Cov[\hat{\beta}, b].$$

Uno dei principali risultati ottenuti da Hausman è che la covarianza tra uno stimatore efficiente e la sua differenza da uno stimatore inefficiente è zero. Questo implica che:

$$Cov[b - \hat{\beta}, \hat{\beta}] = Cov[b, \hat{\beta}] - Var[\hat{\beta}] = 0$$

ovvero

$$Cov[b, \hat{\beta}] = Var[\hat{\beta}]$$

sostituendo questo risultato nella prima equazione otteniamo la matrice di covarianza che ci serve per il test

$$Var[b - \hat{\beta}] = Var[b] - Var[\hat{\beta}] = \psi$$

il test chi quadro che si ottiene si basa sul Wald Criterion:

$$W = \chi^2 [K - 1] = [b - \hat{\beta}]' \hat{\psi}^{-1} [b - \hat{\beta}]$$

per ψ , si usa la matrice di covarianza stimata utilizzando le covariate (slope estimator), tranne le dummies, del modello consistente (Effetti Fissi) e la matrice di varianza e covarianza del modello ad Effetti Casuali, esclusa la costante. Sotto l'ipotesi nulla, W ha una distribuzione chi quadro con $K-1$ gradi di libertà.

Tale test verifica la presenza di differenze sistematiche tra i coefficienti dei due modelli e può essere utilizzato anche per verificare l'eventuale presenza di correlazione tra l'eterogeneità individuale non osservata e i regressori. Se il test rigetta l'ipotesi nulla, significa che questa correlazione è presente e che dobbiamo rinunciare al modello ad effetti casuali, poichè inconsistente.

Il test di Hausman, praticamente, genera una matrice che è positiva definita. Questo si ha poichè, essendo gli Effetti Casuali lo stimatore efficiente, presentano una varianza inferiore rispetto agli Effetti Fissi. Questo fa sì che la differenza tra i coefficienti sia positiva. Se gli Effetti Casuali hanno varianza superiore agli Effetti Fissi se, cioè, non sono efficienti a causa della correlazione tra regressori ed eterogeneità individuale non osservata, la differenza non è positiva definita ed il test di Hausman non è in grado di darci una risposta attendibile.

Quando ciò accade è possibile utilizzare un test alternativo, proposto da Wooldridge (2002; pp. 290 – 291). Tale test alternativo consiste nel calcolare lo scarto tra le variabili che variano nel tempo e la loro media individuale ed inserire queste variabili come regressori nei modelli da

stimare. Successivamente, si stima con un Wald test, l'ipotesi nulla che tutte le variabili create precedentemente siano congiuntamente uguali a zero. Se l'ipotesi nulla viene rigettata, gli effetti fissi sono rilevanti e dobbiamo rigettare il modello alternativo; se, al contrario, l'ipotesi nulla viene accettata il modello alternativo è da preferire agli Effetti Fissi.

Infine, la corretta stima del modello necessita il controllo di eteroschedasticità e correlazione seriale, in assenza dei quali le stime non sono efficienti e gli standard error non sono stimati in maniera corretta.

Mentre per la stima dell'eteroschedasticità ci si avvale di un test basato sulle stime pooled OLS, per la correlazione seriale esistono test specifici che si basano sugli stimatori ad Effetti Fissi o su quelli ad Effetti Casuali.

Test di eteroschedasticità

Per verificare la presenza di eteroschedasticità, tra i vari test utilizzabili, abbiamo adottato il test di Breusch – Pagan (1980). Il Breusch-Pagan test è un Lagrange Multiplier test per l'eteroschedasticità nella distribuzione degli errori, condizionata ad un set di variabili che si presume influenzino la varianza dell'errore.

L'ipotesi nulla da testare è

$$H_0 : \alpha = 0$$

$$H_1 : \alpha \neq 0$$

la statistica del test è data da:

$$\sigma_i^2 = \sigma^2 h(z_i' \alpha)$$

dove h è una funzione non nota, continuamente differenziabile che non dipende da i, tale che $h(\cdot) > 0$ e $h(0)=1$. Z è il vettore di dimensione J delle variabili esogene che si presume influenzino la varianza dell'errore, esclusa la costante. Se α è uguale a zero la varianza dell'errore è nulla e dunque siamo in presenza di errori omoschedastici.

Una variante di questo test può essere calcolata moltiplicando il numero di osservazioni per lo R^2 di una regressione ausiliaria, in particolare per la regressione dei residui OLS al quadrato sulle variabili contenute in z, più la costante. La statistica test è data da $\xi = NR^2$ che si distribuisce secondo un chi quadro con J gradi di libertà.

Se l'eteroschedasticità è presente occorre correggere, stimando un'equazione "robusta" che corregge il valore degli standard error, utilizzando lo stimatore di White-Huber-Sandwich per la stima della matrice di varianza dei coefficienti.

Test di autocorrelazione

Test di Durbin – Watson

Un test molto semplice e comune, per stimare la presenza di autocorrelazione di ordine 1 nei modelli ad Effetti Fissi, è il test Durbin – Watson. Il test generale, applicato alle serie temporali, è

$$dw = \frac{\sum_{t=2}^T (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T e_t^2} \quad \text{dove } e_t \text{ è il residuo calcolato con i minimi quadrati ordinati (OLS). Tramite}$$

alcune trasformazioni algebriche si può giungere ad una "regola del pollice" del test di Durbin – Watson

$$dw = 2 - 2\rho .$$

L'ipotesi nulla del test è $H_0 : \rho = 0$. In assenza di autocorrelazione $\rho = 0$, perciò il valore del test è prossimo a 2. Se il valore del test è molto più piccolo di 2, significa che vi è presenza di autocorrelazione positiva ($\rho > 0$), mentre se il valore è maggiore di 2, significa che vi è presenza di autocorrelazione negativa ($\rho < 0$).

I valori critici della statistica dipendono dal numero di anni, T, dal numero di osservazioni utilizzate nelle stime, K. Per ogni combinazione di T e K, avremo due valori tabulati, un valore critico superiore ed un valore critico inferiore. Se il valore della statistica del test è inferiore al valore critico inferiore, c'è autocorrelazione nei dati, mentre se è superiore al valore critico superiore non c'è autocorrelazione. Se la statistica cade all'interno dei due valori critici, siamo all'interno di un'area di indeterminatezza.

Bhargava, Franzini e Narendranathan (1982) propongono una generalizzazione della statistica di Durbin – Watson

$$dw_p = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (e_{it} - e_{i,t-1})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T e_{it}^2} \quad \text{per dati panel. I valori critici della statistica dipendono dal numero di}$$

osservazioni, N, il numero dei regressori inseriti, K, ed il numero degli anni, T. Gli stessi autori hanno costruito delle apposite tavole in cui sono tabulati i valori critici della statistica del test Durbin – Watson generalizzato.

Test di Wooldridge per la correlazione seriale

Per testare la presenza di autocorrelazione nel modello ad Effetti Fissi, Wooldridge (2002, pp.283) propone di utilizzare un test in due stadi. Nel primo stadio occorre stimare il modello Pooled OLS ed ottenere i residui, successivamente si stima una regressione OLS in cui la variabile dipendente sono i residui e la regrediamo sulle variabili dipendenti e valore dei residui al tempo t-1. Il coefficiente dei residui al tempo t-1 è una stima consistente per ρ e il valore della statistica t è un valido test per l'ipotesi nulla di assenza di correlazione.

CAPITOLO 3
ANALISI DELLA DOMANDA D'ACQUA PER
USI RESIDENZIALI

3.1. RASSEGNA DELLA LETTERATURA SULLA STIMA DELLA FUNZIONE DI DOMANDA DI ACQUA PER USI DOMESTICI

La parte più ampia degli studi sulle determinanti della domanda d'acqua proviene da gruppi di ricerca di Università situate in nazioni caratterizzate da problemi di gestione idrica, in particolare Stati Uniti (con un'attenzione particolare per gli Stati del Sud e dell'Ovest, quali California, Texas, Oklahoma) ed Australia. In tali nazioni i primi lavori risalgono agli anni '70 e proseguono tuttora, mentre gli studi effettuati in Europa risalgono alla seconda metà degli anni '90. Il primo lavoro di cui siamo a conoscenza è Hansen (1996) sulla città di Copenhagen, seguito poi altri effettuati in Francia e Spagna. Recentemente, analisi sulle determinanti della domanda d'acqua sono state effettuate anche in Italia, Grecia, Cipro ed altre nazioni europee.

La letteratura sulla domanda d'acqua per usi civili è stata sintetizzata ed analizzata in alcune recenti rassegne: Arbuès, Villanua ed Espineira (2002), Worthington e Hoffmann (2006), Klein et al. (2006) analizzano le caratteristiche principali degli studi in termini metodologici e di scelta delle variabili. Terrebone (2005) invece si focalizza sulla letteratura che si occupa di strumenti di conservazione delle risorse idriche durante i periodi di siccità. Una rassegna degli studi è presente anche nel lavoro di metanalisi di Dalhuisen et al. (2003).

La nostra rassegna è indubbiamente debitrice di questi lavori precedenti, ma cercherà di discostarsene dando maggiore risalto agli studi che utilizzano dati aggregati e metodologie panel ed effettuando i dovuti richiami alla letteratura basata su dati relativi a singole famiglie, quando opportuno. Inoltre, integreremo l'analisi sugli studi che si occupano degli strumenti di gestione della domanda nei periodi di siccità, inserendo studi più recenti e dando attenzione non solo ai risultati, ma anche alla costruzione delle variabili, che rappresentano tali strumenti. La rassegna procederà con l'indicazione degli studi finalizzati all'individuazione delle determinanti del consumo d'acqua, analizzando la scelta della forma funzionale e delle metodologie di stima adottate, e terminare con un quadro dei valori dell'elasticità al prezzo dell'acqua e al reddito e l'analisi dettagliata delle variabili inserite come covariate.

3.1.1 LA LETTERATURA SULLA DOMANDA DI ACQUA: ELEMENTI METODOLOGICI

Lo studio della domanda d'acqua per usi domestici si avvale spesso dell'utilizzo di dati aggregati (Gaudin, 2005). Come notano Hewitt e Hanemann (1995), poco più della metà degli studi, analizzati nella loro rassegna, utilizzano dati relativi alle singole famiglie, anche se questo non permette di tenere in considerazione l'eterogeneità delle singole famiglie, né di modellare correttamente le scelte di consumo in presenza di una struttura tariffaria a blocchi (Scheffer e David, 1985). Tra gli studi che utilizzano dati sulle singole famiglie, raccolti tramite apposite indagini: Lyman (1992), Bachrach e Vaughan (1994), Hewitt e Hanemann (1995), Hansen (1996), Dandy et al., (1997), Pint (1999), Barkatullah (2002), Cavanagh et al., (2002), Strand e Walker (2006).

Nonostante ciò, le difficoltà ed i costi (monetari e di tempi) nella raccolta dei dati hanno portato ad una netta prevalenza nell'utilizzo di dati aggregati a livello di città, contee o singola utility.

Gli studi sulla domanda d'acqua utilizzano, generalmente, una forma funzionale lineare o log – lineare o log - log. Tali specificazioni sono facilmente stimabili e, nel caso delle specificazioni logaritmiche, forniscono direttamente il valore dell'elasticità. Sono state criticate perché forniscono valori dell'elasticità che non variano al variare del livello dei prezzi.

Alcuni studi (Al-Quanibet and Johnston, 1985; Gaudin et al., 2001; Martinez-Espiñeira e Nauges, 2004; Bell e Griffin, 2005) utilizzano una funzione di utilità Stone – Geary che permette di tenere in considerazione l'esistenza di una quantità di consumo, legata ai bisogni primari, per la quale il livello dell'elasticità è più elevato che per i consumi superiori, legati a consumi non essenziali. Bell e Griffin (2005) utilizzano anche una funzione Cobb – Douglas ed una funzione Cobb – Douglas generalizzata.

Pashardes e Hajispyrou (2002) e Hajispyrou et al. (2002) sono i soli studi, di cui siamo a conoscenza, che analizzano le determinanti della spesa per l'acqua delle famiglie ed utilizzano una funzione QAIDS (Quadratic Almost Ideal Demand System) ed una funzione di utilità indiretta. Il secondo, tra gli studi indicati, analizza le conseguenze del passaggio da strutture tariffarie differenti per area ad una struttura unica nell'Isola di Cipro.

Schematizzo gli studi attraverso la metodologia econometrica utilizzata, vediamo una netta prevalenza degli studi che utilizzano dati cross – section time series [Carver e Bole (1980); Hanke e de Maré (1982); Chicoine e Ramamurthy (1986); Deller et al. (1986); Billings (1987); Moncur (1987); Nieswiadomy e Molina (1989); Griffin e Chang (1990); Schneider e Whitlatch (1991); Lyman (1992); Martin e Wilder (1992); Nieswiadomy (1992); Renzetti (1992); Hewitt e Hanemann (1995); Agthe e Billings (1997); Dey et al. (1997); Corral et al. (1998); Renwick e Archibald (1998); Höglund (1999); Pint (1999); Arbués et al. (2000); Nauges e Thomas (2000); Renwick e Green (2000); Martinez-Espiñeira (2002b)].

La maggior parte delle stime sono OLS (cross – section: Gibbs, 1978; Foster e Beattie, 1979; Cochran e Cotton, 1985; Scheffer e David, 1985; Williams, 1985; Agthe et al., 1986; Chicoine et al. 1986; Williams e Suh, 1986; Nieswiadomy e Cobb, 1993; Bachrach e Vaughan, 1994; Hansen 1996; Pint, 1999; Saleth e Dinar, 2000; Mukhopadhyay et al., 2001; Gaudin, 2006; Hoffmann et al., 2006) e pooled OLS (cross sectional time series: Howe e Linaweaver 1967; Carver e Bole 1980; Hanke e de Maré 1982; Chicoine e Ramamurthy 1986; Deller et al. 1986; Billings 1987; Moncur 1987; Nieswiadomy e Molina 1989; Griffin e Chang 1990; Lyman, 1992; Martin e Wilder 1992; Nieswiadomy 1992; Barkatullah, 2002; Bell e Griffin, 2005; Ruijs et al., 2007).

Molti studi utilizzano modelli a variabili strumentali, 2SLS e 3SLS, per correggere il problema della simultaneità confronto i risultati con quelli ottenuti con la stima OLS (Agthe e Billings 1980; Billings 1982; Jones e Morris 1984; Agthe et al. 1986; Chicoine et al. 1986; Deller et al. 1986; Billings 1987; Agthe e Billings 1987; Nieswiadomy e Molina 1989; Martin e Wilder 1992; Nieswiadomy 1992; Renzetti 1992; Bachrach e Vaughan 1994; Renwick e Archibald 1998; Renwick e Green 2000; Barkatullah 2002, Strand e Walker 2002; Ruijs et al. 2007).

Bachrach e Vaughan (1994) e Reynaud et al. (2005), per stimare il loro modello, in presenza di simultaneità, utilizzano un modello a due stadi, proposto da Heckman (1979) per correggere la distorsione da selezione.

Gli studi, che utilizzano tecniche di stime panel, sono pochi e prevalentemente legati all'analisi di dati aggregati: Schneider and Whitlatch (1991); Corral et al. (1998); Höglund (1999); Pint (1999); Arbués et al. (2000); Nauges e Thomas (2000a, 2000b e 2003); Martinez-Espiñeira (2002b); Martinez-Espiñeira e Nauges (2004); Martins e Fortunato (2005); Mazzanti e Montini (2006), Musolesi e Nosvelli (2007).

Gli studi su panel statici sono più numerosi degli studi su panel dinamici. Tra i panel statici, Schneider and Whitlatch (1991) stimano varie specificazioni OLS (Pooled OLS con dummy temporali, LSDV, GLS e Partial Adjustment model) per analizzare i consumi di 16 città dell'Ohio. Hoglund (1999) analizza il consumo di 282 città svedesi per 12 anni. L'autrice confronta i risultati ottenuti con diversi stimatori (pooled OLS, Effetti Fissi, Effetti Casuali – Stimatore Between, Effetti Fissi – GLS ed un modello 2SLS). Nauges e Thomas (2000b) analizzano i consumi degli utenti di 116 comuni francesi - gestiti dalla medesima compagnia - per sei anni, utilizzando diverse specificazioni statiche [pooled OLS, Effetti Fissi ed Effetti Casuali, con le stime ottenute con gli stimatori a variabili strumentali proposti da Hausman-Taylor (1978), Amemyia e MaCurdy (1986) e Breush, Mizon e Schmidt (1989)].

Martinez Espineira (2002) utilizza un panel bilanciato di 122 comuni del Nord della Spagna per un numero di mesi pari a 22.88. In questo caso i comuni differivano sia per tipologia di struttura che per prezzo che per gestione. Anche in questo lavoro vengono confrontati i risultati ottenuti con i modelli ad effetti fissi e ad effetti casuali - stimatore between, i modelli a variabili strumentali e una stima che utilizza la procedura Wooldridge – Mundlak.

Mazzanti e Montini (2006) propongono uno studio su 125 comuni dell'Emilia Romagna per 4 anni (1998-2001) utilizzando uno stimatore ad Effetti Fissi.

Per quanto riguarda le stime panel dinamiche, Nauges e Thomas (2000b) effettuano, sul medesimo panel dello studio citato precedentemente, un'analisi dinamica con uno stimatore Arellano – Bond. Nel successivo studio del 2003, analizzano il medesimo panel con uno stimatore GMM da loro proposto. Musolesi e Nosvelli (2007) propongono un'analisi con uno stimatore GMM proposto da Blundell e Bond su un panel di 102 comuni della Provincia di Cremona per 4 anni (1998 – 2001). Garcia Valina propone, in un primo lavoro non datato, un'analisi GMM su tre comuni spagnoli che hanno adottato strutture tariffarie differenti, mentre in un secondo del 2005 propone un approccio non parametrico su un panel di dati sui consumi di singole famiglie della città di Siviglia. Hoglund (1999) propone anche una stima dinamica.

Hanke e de Maré (1982), Renwick e Archibald (1998), Burkey (2002), Cavanagh et.al. (2002), Arbués et al. (2004) utilizzano stime panel su dati disaggregati.

Gli studi che utilizzano modelli di scelta discreta – continua, per modellare la presenza di una struttura tariffaria a scaglioni, sono sempre più frequenti ma - tranne lo studio di Corral et al. (1998) e Bar-shira et al. (2005) - si basano su dati disaggregati (Hewitt and Hanemann, 1995;

Rietveld et al., 1997; Pint, 1999; Cavanagh et al., 2002; Carter e Milon, 2005; Strazzerà, 2006; Olmstead et al., 2007. Recentemente, Nauges e Blundell (2002) hanno proposto una stima non parametrica per evitare i problemi computazionali legati all'uso della funzione di massima verosimiglianza.

Solo pochi studi utilizzano analisi time series (Sewell and Roueche, 1974; Martin et al., 1984; Chicoine and Ramamurthy, 1986; Martínez-Espiñeira and Nauges, 2001; Fullerton e Elias, 2004).

3.1.2 LA LETTERATURA SULLA DOMANDA D'ACQUA: L'ANALISI DELLE VARIABILI

La variabile dipendente

La variabile dipendente è il consumo medio di acqua erogata dal servizio idrico per famiglia o utenza nell'unità di tempo. Gli studi, basati su dati raccolti con indagini su singole famiglie, utilizzano il dato sul consumo delle singole famiglie, mentre i dati aggregati costruiscono il valore di consumo dell'utente rappresentativo per ogni municipalità, contea o area servita da un determinato gestore (Nieswiadomy, 1992), come rapporto tra i consumi aggregati a livello municipale ed il numero di utenti.

Gli studi con dati aggregati utilizzano principalmente dati sui consumi fatturati alle famiglie, sebbene esistano studi che utilizzano i consumi a livello municipale, che comprendono i consumi domestici e quelli legati alle attività collettive di un comune (Nauges e Thomas, 2000b; Bar Shira et al., 2005) o la totalità dei consumi effettuati all'interno di un centro urbano (Reynaud et al., 2005).

Le covariate

I consumi idrici domestici sono legati ad utilizzi di tipo diverso, quelli cosiddetti "interni", cioè legati ad attività che si svolgono internamente all'abitazione, e quelli "esterni", cioè legati ad attività che si svolgono all'esterno dell'abitazione. Gli usi interni sono quelli legati ai bisogni primari dell'individuo (igiene personale, del vestiario, dell'abitazione), mentre quelli esterni sono legati all'utilizzo dell'acqua per irrigare il giardino o altre attività esterne, quali l'uso di piscine. Nel contesto in analisi, così come negli altri studi che analizzano i consumi in ambito europeo, gli usi esterni riguardano fondamentalmente, se presenti, la sola irrigazione del giardino.

Le variabili indipendenti, inserite negli studi considerati, perciò sono finalizzate a cogliere, quando non è possibile tenerle in considerazione direttamente, le caratteristiche che determinano differenze negli usi interni dell'acqua. Tali variabili possono essere riassunte nelle seguenti sottocategorie:

- Prezzo dell'acqua

All'interno della letteratura analizzata è molto frequente l'utilizzo del prezzo marginale, inserito singolarmente o accompagnato dalla variabile Differenza di Taylor – Nordin o dal prezzo percepito di Shin. Frequente, soprattutto nel caso di studi con dati aggregati, è anche l'uso del prezzo medio.

In presenza di sistemi tariffari a scaglioni, il prezzo marginale inserito è quello associato allo scaglione di consumo scelto dal consumatore. In presenza di una struttura tariffaria uniforme, in cui non esistono scaglioni, il prezzo marginale è unico per ogni livello di consumo (Olmstead et al., 2007).

L'analisi dei risultati degli studi precedenti mostra che la domanda d'acqua sia, generalmente, inelastica: il valore dell'elasticità rispetto al prezzo è inferiore all'unità ed il coefficiente è generalmente basso. Tale risultato non sorprende se si considera che l'acqua è legata ai bisogni primari e che il livello dei prezzi è spesso molto basso, per cui anche in seguito ad incrementi consistenti il livello di consumo non varia in maniera consistente.

Hewitt e Hanemann (1995) e Pint (1999), che utilizzano una specificazione discreta/continua a due errori, trovano, invece, un valore dell'elasticità superiore all'unità e molto elevato. Cavanagh et al. (2002), che utilizzano la medesima specificazione econometrica trovano, invece, un valore molto vicino a quello individuato negli studi precedenti, che utilizzano specificazioni differenti e un vincolo di bilancio lineare. Olmstead et al. (2007) confrontano il valore dell'elasticità rispetto al prezzo marginale di famiglie sottoposte ad un sistema tariffario a blocchi crescenti con quello di famiglie sottoposte a tariffe con prezzo uniforme. Gli autori mostrano come effettivamente la presenza di blocchi crescenti rende i consumatori più reattivi ad aumenti di prezzo rispetto ai prezzi uniformi.

Valori dell'elasticità al prezzo – Prezzo Marginale		
	Valore annuo	Stagionale
Billings e Aghte, 1986	-0.647	
Schneider and Whittlatch, 1991	-0.110 nel breve periodo e -0.262 ne lungo periodo	
Nieswiadomy, 1992	Tra -0.11 a -0.17	
Hewitt e Hanemann, 1995	Da -1.573 a -1.629	
Pint, 1999		Minimo: -0.20 (estate) / -0.33 (inverno); Massimo: -0.47 (estate) / - 1.24 (inverno)
Hoglund, 1999	Da -0.094 a -0.252	
Burkey, 2002	-0.2365	
Cavanagh et al. 2002	-0.3408	
Bar Shira, 2005	-0.047	
Hoffman et al., 2006	-0.588	
Strazzera, 2006	-0.542	
Olmstead et al. 2007	-0.3407 per l'intero campione; -0.64 per le famiglie sottoposte ad un sistema tariffario a blocchi crescenti; - 0.3258 per le tariffe sottoposte a tariffe con prezzo marginale uniforme	

Numerosi studi inseriscono, oltre al prezzo marginale, anche la variabile "Differenza" di Taylor – Nordin. Nieswiadomy e Molina (1988) stimano il modello con prezzo marginale e variabile "Differenza" con il modello OLS, trovando entrambe le variabili significative, mentre nel modello corretto per l'endogeneità, 2SLS, sono entrambe non significative. Renwick e Archibald (1998)

e Renwick e Green (2000) utilizzano il valore stimato del prezzo marginale e della variabile "Differenza" come esplicative dei consumi, per evitare i problemi di simultaneità di cui abbiamo precedentemente discusso. Renwick e Archibald (1998) inseriscono il valore, ritardato di un anno, del prezzo marginale - trovandolo significativo e con coefficiente compreso tra -0.24 a -1.02 - e della variabile "Differenza" trovandola significativa e con coefficiente compreso tra 0.05 e 0.15.

Bachrach e Vaughan (1994) analizzano i consumi di 685 famiglie che vivono nelle aree rurali dell'Argentina utilizzando tre diversi modelli e due diverse metodologie di stima (OLS e 2SLS). Nel primo modello essi inseriscono il prezzo marginale ed una variabile che è la somma della variabile differenza e dei prezzi fissi; nel secondo modello, oltre al prezzo marginale, inseriscono una variabile che è la differenza tra reddito, variabile differenza e prezzi fissi e nel terzo modello viene inserito, oltre al prezzo marginale, una variabile che è la differenza tra reddito e variabile di prezzo suggerita da Opaluch.

Solo alcuni studi (Nieswiadomy e Molina, 1991; Nieswiadomy, 1992; Burkey, 2002) inseriscono la variabile del prezzo percepito di Shin o la variabile di prezzo suggerita da Opaluch (Nauges e Thomas, 2000b). Gli studi che hanno inserito il prezzo di Shin hanno dimostrato che i consumatori rispondono più al prezzo medio che a quello marginale. Nieswiadomy e Molina (1991) stimano anche il modello con prezzo marginale e prezzo percepito di Shin sia con OLS che con 2SLS non riuscendo, però, ad ottenere dei risultati soddisfacenti: prezzo marginale e prezzo percepito di Shin non riescono mai ad essere contemporaneamente significativi e col segno atteso.

Valore dell'elasticità al prezzo – Prezzo Marginale e Variabile Differenza di Taylor e Nordin		
	Prezzo Marginale	Variabile Differenza Taylor - Nordin
Agthe e Billings, 1980	-0.267	-0.123
Nieswiadomy e Molina, 1989	-0.55	1.07 (valore del coefficiente)
Bachrach e Vaughan, 1994	-0.08	-0.07 (con costi fissi)
Corral et al., 1998	Da -0.00051 a -0.17	Sommata al reddito
Renwick e Green, 2000	-0.16	0.01 (non significativa)
Barkatullah, 2002	-0.21	-0.03 (non significativa)
Strand e Walker, 2002	-0.201	0.34
Martins e Fortunato, 2005	-0.558	0.77
Ruijs et al., 2007	-0.45	-0.066
Valore dell'elasticità al prezzo – Prezzo Marginale e Prezzo Percepito di Shin		
	Prezzo Marginale	Prezzo Percepito di Shin
Nieswiadomy, 1992	da -0.29 a -0.45	Da -0.28 a -0.51
Nieswiadomy e Molina, 1991	-0.298	0.128 (non significativa)
Burkey, 2002	-0.2369	-0.0448 (non significativa)
Valore dell'elasticità al prezzo – Prezzo Marginale e Prezzo di Opaluch		
	Prezzo Marginale	Prezzo di Opaluch
Chicoine et al., 1986	-0.47	-0.27
Bachrach e Vaughan, 1994	-0.13	-0.08
Nauges e Thomas, 2000b	-0.072	-0.216

Il prezzo medio è, in genere, il prezzo calcolato ex post come rapporto tra quanto fatturato ed i metri cubi consumati. Il valore dell'elasticità è anche in questo caso inferiore – tranne alcune eccezioni, come Høglund (1999). Il confronto tra i valori delle tre tabelle mostra come il valore dell'elasticità non mostri differenze chiaramente associabili alle diverse variabili di prezzo.

Negli studi in cui sono stati stimati più modelli con differenti diverse specificazioni di prezzo, si nota come la scelta dell'una o dell'altra variabile determini cambiamenti nel livello di significatività delle altre covariate (Nieswiadomy, 1992; Nauges e Thomas, 2000b).

Valore dell'elasticità al prezzo – Prezzo Medio	
	Prezzo Medio
Hanke e de Mare, 1982	-0.15
Jones e Morris, 1984	-0.44
Nieswiadomy, 1992	da -0.22 a -0.60
Høglund, 1999	Da -0.033 a +2.093
Nauges e Thomas, 2000b	-0.215
Ruijs et al., 2007	-0.50

Esistono, infine, alcuni studi che utilizzano specificazioni di prezzo diverse. Lyman (1992) analizza le differenze, nel valore dell'elasticità, nei periodi di consumo di picco ed in quelli non di picco e nella stagione estiva rispetto agli altri periodi dell'anno. Per tenere in considerazione tali differenze utilizza, come variabile di prezzo, delle variabili ottenute dall'interazione tra la variabile ritardata del prezzo marginale per le dummy che indicano la presenza o meno del picco. I risultati ottenuti mostrano come l'elasticità nei periodi di picco sia maggiore (-2.018) di quella nei periodi non di picco (-0.395). Dandy et al. (1997) sono tra i pochi autori ad analizzare i consumi in presenza di una quota d'acqua ceduta gratuitamente agli utenti. Essi verificano un valore dell'elasticità al prezzo pari a -0.28 nel breve periodo e a -0.77 nel lungo periodo, per gli utenti che hanno consumi superiori alla quota ceduta gratuitamente. Høglund (1999) inserisce anche la variabile del prezzo fisso, oltre a quella del prezzo marginale, trovandola significativa e con elasticità che varia tra -0.017 a -0.020. Martinez-Espiñeira (2002) utilizza numerose specificazioni di prezzo alternative alle variabili più comunemente utilizzate, verificando valori dell'elasticità compresi tra -0.155 a -0.418. Strand e Walker (2002) inseriscono, in una specificazione, prezzo marginale e prezzo medio insieme, trovando un valore dell'elasticità pari a -0.085 per il prezzo marginale e -0.221 per il prezzo medio. Martinez-Espiñeira (2003) propone di tenere in considerazione la presenza dei blocchi, pesando la variabile del prezzo marginale e della variabile "Differenza" per la proporzione di utenti, che si trovano all'interno dello scaglione di consumo a cui è associato quel determinato prezzo marginale. Il valore dell'elasticità al prezzo marginale varia tra -0.07 a -0.11. La variabile "Differenza" non è significativa. L'autore stima il medesimo modello anche senza pesare le variabili, trovando che l'elasticità al prezzo marginale, associato all'utente rappresentativo, varia tra -0.059 a -0.083, mentre la variabile "Differenza" è significativa e con segno atteso (il coefficiente varia tra -0.010 e -0.014). Nel lungo periodo i valori dell'elasticità, rispetto al prezzo marginale, per i due campioni sono, rispettivamente, -3.054 e -0.979 e, rispetto al prezzo medio, 1.732 e 0.281 per i

due campioni. Carter e Milon (2005) inseriscono, invece, sia il prezzo marginale associato ad un determinato livello di consumo che il prezzo medio ritardato mensile. Nel breve periodo, il valore dell'elasticità, rispetto al prezzo marginale, è pari a -0.578 , per il sottocampione di coloro che hanno una conoscenza del sistema tariffario in vigore, e -0.211 per chi lo conosce, mentre per il prezzo medio ritardato i valori per i due campioni sono rispettivamente pari a 0.328 e 0.061 . Mazzanti e Montini (2006) inseriscono, come variabile di prezzo, il valore medio della tariffa applicata trovando un valore dell'elasticità che va da -0.99 a -1.18 .

Martinez-Espiñeira e Nauges (2004) utilizzano una specificazione Stone – Geary ed inseriscono come variabile esplicativa il rapporto tra reddito e prezzo. Bell e Griffin (2005) analizzano le differenze, nei valori dell'elasticità, determinanti da diverse forme funzionali non riuscendo a determinare la forma funzionale più efficiente. Essi stimano, inoltre, il valore dell'elasticità mensile verificando valori più elevati nei mesi estivi rispetto a quelli invernali: un risultato opposto a quello individuato da Pint (1999).

Alcuni degli studi che analizzano specificamente il comportamento dei consumatori in periodi o aree di siccità, verificano il valore dell'elasticità in presenza di restrizioni o nei periodi di siccità rispetto ai periodi di approvvigionamento normale. Moncur (1987) verifica come l'elasticità, rispetto al prezzo in una situazione di approvvigionamento normale e in assenza di restrizioni, è pari -0.367 , mentre in presenza di precipitazioni scarse e assenza di restrizioni, il valore dell'elasticità è pari a -0.36 ; con l'introduzione di restrizioni, il valore dell'elasticità aumenta fino a -0.41 .

Corral et al. (1998) verificano che l'elasticità rispetto al prezzo marginale nei mesi piovosi è pari a -0.30 , nei periodi di siccità, e -0.14 nei periodi di approvvigionamento normale, mentre se consideriamo tutti i periodi dell'anno i valori sono rispettivamente -0.12 e -0.00051 .

- *Presenza di beni sostituti/interazione con altri beni*

L'acqua, considerata come bene primario e meritorio, utilizzata per il soddisfacimento dei bisogni primari, non ha sostituti. La presenza di sostituti è limitata al consumo di acqua da bere o per cucinare, laddove possono essere usate le acque minerali in bottiglia nel primo caso e il prelievo di acqua da fonti in entrambe.

In Sardegna si consumano grandi quantità di acqua in bottiglia ma, sfortunatamente, non sono disponibili dati a livello municipale. Così come è molto diffusa l'abitudine di andare a prendere acqua dalle fonti montane o comunali. Infatti, in molti piccoli e medi Comuni esistono aree attrezzate collegate a fonti di acqua potabile in cui è possibile prendere l'acqua gratuitamente. Anche in questo caso non esiste una mappa e dei dati sui prelievi, che permettano di capire se questa abitudine influisca sui consumi totali di acqua. In letteratura abbiamo trovato solo uno studio che inserisce come variabile la quantità di acqua in bottiglia consumata dalle famiglie (Carter e Milon, 2005) trovando che è significativa e con segno positivo. Non abbiamo, invece, trovato alcun riferimento ad una situazione simile per quanto riguarda l'abitudine di prelevare

acqua di fonte: non siamo, perciò, in grado di avere alcun riferimento sulla possibile reale influenza di questi beni.

Lo studio di Thomas e Syme (1998), sui consumi delle famiglie della città di Perth, introduce una variabile che tiene in considerazione la presenza di pozzi nelle abitazioni. I due autori trovano che, specialmente nei periodi di siccità, l'uso del pozzo riduce i prelievi di acqua da rete. Stesso risultato verificano Carter e Milon (2005) nel loro lavoro sui consumi di un campione di famiglie che vivono in Florida.

Lyman (1992) inserisce una variabile dummy che indica che l'acqua viene riscaldata con energia elettrica, trovando che tale variabile è positiva e significativa. Lo studio di Hansen (1996) sulla città di Copenhagen analizza l'impatto dell'aumento del prezzo dell'energia elettrica sui consumi di acqua. Partendo dall'assunto che, in un contesto tipicamente urbano, la maggior parte degli utilizzi domestici sono legati all'uso di acqua calda, verifica se l'aumento del prezzo dell'energia elettrica può indurre una riduzione dei consumi idrici. Egli trova un valore dell'elasticità incrociata pari a -0.2 , mentre il valore dell'elasticità diretta è pari a -0.1 . Nello studio non vengono inserite variabili socioeconomiche, tranne il reddito, mentre vengono inserite delle dummy per le abitazioni singole, case a schiera e i condomini, alcune variabili relative al tipo di impianto idrico presente, i prezzi dell'acqua e dell'energia nell'anno in corso e nell'anno precedente e le variabili climatiche.

- *Reddito*

La variabile del reddito è il reddito medio della famiglia, per gli studi su dati disaggregati, o il reddito medio del comune, nel caso dei dati aggregati. In entrambi i casi, spesso, il dato sul reddito non è disponibile o non è affidabile e vengono utilizzate delle proxy, tra le quali: il valore dell'abitazione (Dandy et al., 1997), la spesa per l'elettricità (Bachrach e Vaughan, 1994) o il potere d'acquisto, stimato sulla percentuale di acquisto di determinati beni (Strazzera, 2004; Martins e Fortunato, 2005).

Alcuni studi inseriscono, oltre alla variabile del reddito, altre variabili utilizzate come proxy della ricchezza e delle preferenze (o abitudini) dei consumatori (valore dell'abitazione: Lyman, 1992; il numero di auto possedute: Nauges e Thomas, 2000b, Bar Shira et al., 2005; tasso di attività industriale: Nauges e Thomas, 2000b).

A sua volta, notano Worthington e Hoffman (2006), il reddito può approssimare la ricchezza delle famiglie, o degli utenti rappresentativi, ed essere considerato come una proxy per il possesso di alcuni beni di lusso (quali le piscine o le vasche idromassaggio) associati a consumi idrici per i quali non è possibile ottenere dei dati. Nel caso degli studi aggregati, vengono utilizzati dati sul reddito imponibile dichiarato pro capite (tra gli altri: Mazzanti e Montini, 2006) a livello comunale o il reddito medio della città quando questo è disponibile.

Complessivamente, la letteratura mostra come l'acqua sia un bene normale. Il valore dell'elasticità al reddito mostra che la domanda è inelastica ed il valore del coefficiente è

piuttosto basso. Occorre sottolineare come questo può essere dovuto al fatto che, dato il livello solitamente basso del prezzo, la spesa per l'acqua è una frazione molto bassa del reddito.

Generalmente il reddito è una variabile significativa, tranne in Nieswiadomy (1992), quando stima il modello senza la variabile del prezzo percepito di Shin, ed in Martins e Fortunato (2005).

Corral et al. (1998) utilizzano una variabile che tiene in considerazione il reddito virtuale, ottenuta dalla somma di reddito e variabile differenza. Bachrach e Vaughan (1994), che propongono diverse specificazioni della variabile di prezzo: in alcune di queste la variabile "Differenza" di Taylor – Nordin e quella di prezzo proposta da Opaluch sono sottratte al reddito. Nelle stime 2SLS, il coefficiente della variabile del reddito non è mai significativa.

Valori dell'elasticità al reddito	
	Valore dell'elasticità
Hanke e de Maré, 1982	0.11
Nieswiadomy e Molina, 1988	0.13
Nieswiadomy e Molina, 1989	0.14
Nieswiadomy e Molina, 1991	0.103
Schneider and Whitlatch, 1991	Da 0.207 a 0.642
Lyman, 1992	0.122
Nieswiadomy, 1992	0.28
Hewitt e Hanemann, 1995	0.15
Corral et al., 1998	Da 0.0009 a 0.00189
Hoglund, 1999	Da 0.053 a 0.489; -0.327
Nauges e Thomas, 2000	0.109/0.092
Renwick e Green, 2000	0.24
Barkatullah, 2002	0.07
Burkey, 2002	0.6118 / 0.5838
Cavanagh et al., 2002	0.1305
Martinez-Espiñeira, 2002	0.58 / 1.29
Strand e Walker, 2002	0.024
Carter e Milon, 2005	0.048
Bar-Shira et al., 2005	0.246
Hoffman et al., 2006	0.239
Mazzanti e Montini, 2006	Da 0.40 a 0.71
Olmstead et al., 2007	0.1306 per l'intero campione; 0.1959 se presenti tariffe a blocchi crescenti; 0.0432 se presenti tariffe uniformi
Ruijs et al., 2007	0.39/0.42

- *Caratteristiche delle famiglie*

I consumi idrici interni, come abbiamo visto, sono strettamente legati all'utilizzo per l'igiene personale, del vestiario e dell'abitazione e per la produzione di cibo. Essi risentono perciò della dimensione del nucleo familiare.

Tutti gli studi in letteratura concordano nel riscontrare un'influenza positiva tra consumi idrici e dimensione media del nucleo familiare. Attualmente non vi è accordo sulla presenza o meno di economie di scala: il valore dell'elasticità, talvolta, indica che il consumo cresce in maniera meno che proporzionale al crescere della dimensione familiare, per l'esistenza di economie di scala nei consumi, talaltra il coefficiente individuato è pari o superiore all'unità e ciò indica aumenti dei consumi proporzionali, o più che proporzionali, all'aumentare del numero di componenti il nucleo familiare. Carter e Milon (2005) inseriscono anche il quadrato della dimensione media familiare. Essi verificano l'esistenza di economie di scala, trovando che il consumo aumenta all'aumentare della dimensione familiare ma, poiché l'effetto marginale è negativo, l'aumento è progressivamente minore.

Hanke and de Maré (1982) inseriscono il numero di adulti per famiglia ed il numero di bambini, trovando per entrambe una associazione positiva con i consumi. Nauges e Thomas (2000) inseriscono la proporzione di famiglie con un solo o con due componenti, trovandola non significativa.

Burkey (2002) – partendo dai risultati trovati da Hewitt e Hanemann (1995), che indicano non significativa la variabile della dimensione familiare se viene inserita la variabile sul numero dei bagni – inserisce la variabile sul numero dei bagni nell'abitazione come proxy della dimensione familiare, trovando un coefficiente pari a 0.0776, nel modello con prezzo marginale, e a 0.0824 nel modello con prezzo percepito di Shin.

Coefficienti della variabile che indica la dimensione familiare	
	Valore del coefficiente
Lyman, 1992	0.366
Nieswiadomy, 1992	0.73
Dandy et al., 1997	0.04/0.19 nel breve periodo e da 0.10 a 0.42 nel lungo periodo
Corral et al., 1998	Da 22 a 27
Hoglund, 1999	Da -0.59 a + 0.85
Barkatullah, 2002	0.17
Cavanagh et al., 2002	1.217
Strazzer, 2004	0.272
Bar-Shira et al., 2005	0.232
Carter e Milon, 2005	0.141
Martins e Fortunato, 2005	1.48
Hoffman et al., 2006	0.212
Mazzanti e Montini, 2006	0.0117
Olmstead et al., 2007	0.19

L'analisi delle caratteristiche qualitative dei componenti del nucleo familiare si concentra sull'influenza che l'età determina sui consumi. Lyman (1992) inserisce tre variabili, che indicano la percentuale di persone in famiglia con età compresa tra 0 e 10 anni, tra 11 e 20 anni e oltre 20 anni, trovando che sono tutte significative e con segno positivo. Nauges e Thomas (2000b) considerano una variabile, che indica la proporzione di abitanti con più di 60 anni, presumendo che gli anziani consumino meno dei giovani, trovando conferma della loro intuizione. Worthington et al. (2006), tuttavia, sottolineano come gli anziani potrebbero avere delle passioni

– quale il giardinaggio – che potrebbero determinare consumi elevati rispetto ai giovani. Strand e Walker (2002) inseriscono una variabile che indica il numero di adulti ed una che indica il numero di bambini presenti nella famiglia. Martinez-Espiñeira (2002) inserisce sia una variabile che tiene in considerazione la percentuale di abitanti con meno di 19 anni, sia una che tiene in considerazione la percentuale di abitanti con oltre 64 anni. I risultati finali mostrano che la prima non è importante nello spiegare i consumi e la seconda assume significatività a seconda delle altre variabili inserite. Martins e Fortunato (2005) trovano che la proporzione di persone con oltre 65 anni è una variabile significativa e con segno negativo. Mazzanti e Montini (2006) inseriscono una variabile che rappresenta la percentuale di popolazione con più di 19 anni ed una che rappresenta la percentuale di popolazione con più di più 65 anni trovandole entrambe non significative.

Allo stesso modo, pochissimi studi verificano l'influenza di differenze culturali nei consumi: Griffin e Chang (1990) e Gaudin et al. (2001), nei loro studi sui consumi nel Texas, inseriscono una variabile che tiene in considerazione la proporzione della popolazione di origine ispanica.

- *Caratteristiche delle abitazioni*

Abbiamo già visto come alcune delle caratteristiche delle abitazioni siano inserite in tali studi come proxy del reddito piuttosto che come variabili che influenzano direttamente il consumo di acqua. Come per il reddito, le caratteristiche dell'abitazione tendono ad essere legate positivamente ai consumi.

La dimensione dell'abitazione (tra gli altri: Nieswiadomy e Molina, 1988 e 1989; Cavanagh, et al., 2002; Olmstead et al., 2007 ma non in presenza di tariffa uniforme,) ed il numero di stanze (Dandy et al., 1997; Barkatullah, 2002) influiscono positivamente sui consumi idrici. Alcuni studi inseriscono una variabile che tiene in considerazione il numero dei bagni (Lyman, 1992; Nauges e Thomas, 2000b; Barkatullah, 2002; Cavanagh et al., 2002; Olmstead et al., 2007) trovando risultati ambigui.

La dimensione del giardino influisce positivamente sui consumi, poiché si suppone che a giardini più ampi corrispondano maggiori consumi legati all'irrigazione e agli altri usi esterni (Nieswiadomy e Molina, 1988 e 1989; Lyman, 1992; Dandy et al., 1997; Burkey, 2002; Cavanagh et al., 2002; Olmstead et al., 2007). Nauges e Thomas (2000) utilizzano la densità come una proxy per la presenza di giardini verificando un segno negativo: a maggiori densità corrispondono comuni con minore diffusione di giardini o giardini di dimensione inferiore e questo influisce negativamente sui consumi. Barkatullah (2002) trova, al contrario, non significative le variabili che indicano la presenza del giardino ed il valore della proprietà dell'abitazione.

Carter e Milon (2005) inseriscono anche il quadrato della dimensione del giardino trovando come l'effetto, al margine, sia negativo: all'aumentare dell'ampiezza del giardino i consumi aumentano meno che proporzionalmente.

La proporzione di abitazioni singole, utilizzata spesso come proxy per la presenza di un contatore unifamiliare (Nauges e Thomas, 2000b), è associata negativamente ai consumi idrici:

in presenza di un contatore condominiale o di una tariffa forfaitaria i consumi tendono ad essere più elevati. Carter e Milon (2005) al contrario trovano un segno positivo, che indica un consumo più elevato per le famiglie che vivono in un'abitazione di proprietà.

Un'altra variabile, che molti autori prendono in considerazione, è l'età dell'abitazione. L'assunzione è che le abitazioni più recenti siano legate a consumi inferiori, dovuti all'uso di tecnologie impiantistiche più efficienti non disponibili per le abitazioni costruite nei decenni passati. Nieswiadomy (1992) inserisce la proporzione di abitazioni costruite prima del 1939 ma la variabile non risulta significativa. Lyman (1992) inserisce, tra le variabili, l'età dell'abitazione trovando che è significativa e positiva. Nauges e Thomas (2000) verificano, invece, consumi più elevati associati alle abitazioni costruite prima del 1949 e consumi meno elevati associati alle abitazioni costruite dopo il 1982. Burkey (2002) trova non significative le variabili che indicano l'età dell'abitazione ed il suo quadrato. Cavanagh et al. (2002) trovano, però, che sia le abitazioni più vecchie che le più recenti sono associate a consumi inferiori. Olmstead et al. (2007) trovano lo stesso risultato: essi ipotizzano che questo risultato sia legato alla dimensione delle tubature presenti nelle case più vecchie.

Carter e Milon (2005) inseriscono come esplicativa il quadrato dell'età dell'abitazione trovandola non significativa.

L'introduzione di variabili, legate alle caratteristiche esterne all'abitazione, permette di controllare direttamente l'effetto degli usi esterni (percentuale di giardino destinato ai fiori, alla vegetazione ecc: Lyman, 1992; piscine: Dandy et al., 1997; particolari sistemi di irrigazione: Carter e Milon, 2005).

Benchè non sia infrequente la prassi di comprendere all'interno del canone d'affitto anche la spesa per l'acqua, solo pochi studi analizzano le differenze di comportamento tra proprietari e affittuari. Nieswiadomy (1992) inserisce una variabile che tiene in considerazione la percentuale di famiglie che vive in case di proprietà, trovandola però non significativa. Hoffmann et al. (2006) sono i soli autori di cui siamo a conoscenza che confrontano il comportamento di proprietari e affittuari, verificando come per i proprietari il valore dell'elasticità, rispetto al prezzo, sia superiore (-0.607) a quello degli affittuari (-0.399), mentre l'opposto accade per l'elasticità rispetto al reddito (0.234 rispetto a 0.276).

Inoltre, non abbiamo trovato alcun riferimento all'eventuale ristrutturazione degli impianti.

- *Caratteristiche geografiche e/o climatiche*

Le caratteristiche geografiche delle città, in cui le famiglie vivono, condizionano sia i consumi esterni che quelli interni e, spesso, sono inseriti come proxy delle caratteristiche climatiche.

Per tenere in considerazione le differenze tra una regione e l'altra della Svezia, Høglund (1999) inserisce delle dummy regionali.

Rispetto agli studi con dati disaggregati, uno dei vantaggi, consistente nell'utilizzare dati aggregati, è quello di poter controllare direttamente per l'elemento geografico senza inserire dummy che indicano le diverse città, o distretti, a cui sono associate le caratteristiche di

interesse, quale ad esempio la variabile dell'altitudine. Mazzanti e Montini (2006) inseriscono tale variabile trovandola significativa e con segno negativo.

Le variabili climatiche vengono inserite in tutti gli studi analizzati, che trovano un'effettiva influenza delle variabili climatiche sui consumi. Klein et al. (2006) sottolineano come le variabili utilizzate prevalentemente siano la temperatura e le precipitazioni. Spesso le variabili climatiche inserite si riferiscono ad una precisa stagione (temperatura estiva o invernale, precipitazioni estive o invernali), oppure alla media climatica storica dell'area considerata (Martinez-Espiñeira e Nauges, 2004; Martins e Fortunato, 2005). Talvolta viene inserita la temperatura massima o minima del mese più caldo o più freddo oppure il numero di giorni in cui la temperatura ha raggiunto un determinato valore. Allo stesso modo, in alcuni studi, le precipitazioni vengono tenute in considerazione inserendo una variabile sui giorni di pioggia nel corso dell'anno o della stagione. Lyman (1992) inserisce la variabile sugli HDD (Heating Degree Days) trovandola molto significativa quando è interagita con la dummy che indica i periodi di consumo di picco, mentre la variabile che indica i CDD (Cooling Degree Days) non è significativa.

Gli autori sottolineano come, poiché è difficile stabilire a quale variabile climatica rispondono realmente i consumatori (precipitazioni versus temperatura), spesso vengono inserite variabili che tengono in considerazione interazioni fra le due variabili: un esempio è il tasso di evapotraspirazione potenziale o quello netto (evapotraspirazione meno precipitazioni), variabile che è in grado di tenere in considerazione interazioni e variazioni delle precedenti e di altre variabili climatiche.

Inoltre viene sottolineata anche l'importanza di capire come gli utenti rispondono alle caratteristiche climatiche: in particolare occorre capire se vi sono differenze quotidiane, mensili e stagionali rilevanti e se, come provocatoriamente scrivono, i consumatori reagiscono semplicemente davanti al fatto che piova o se sono influenzati dalla quantità di pioggia.

I risultati riscontrati nella letteratura mostrano come sia all'aumentare della temperatura (tra gli altri: Lyman, 1992; Corral et al., 1998; Cavanagh et al., 2002; Martins e Fortunato, 2005; Olmstead et al., 2007; Ruijs et al., 2007) che dell'evapotraspirazione (tra gli altri: Burkey et al., 2002; Cavanagh et al., 2002; Carter e Milon, 2005; Olmstead et al., 2007) aumentino i consumi, mentre i consumi si riducono all'aumentare delle precipitazioni (tra gli altri: Hanke e de Maré, 1982; Lyman, 1992; Corral et al., 1998; Carter e Milon, 2005; Ruijs et al., 2007). Lyman (1992) trova un coefficiente positivo quando inserisce le precipitazioni interagite con la dummy che indica il periodo di consumo di picco.

Tuttavia esistono alcuni lavori in cui le variabili climatiche non risultano significative (per la temperatura: Barkatullah (2002); per le precipitazioni: Nauges e Thomas (2000b), Martins e Fortunato (2005)). Ruijs et al. (2007) inseriscono anche il valore delle precipitazioni dell'anno precedente, trovando che sono significative nello spiegare il consumo attuale ed incidono in maniera negativa.

Dandy et al. (1997) – prendendo spunto da Howe e Linaweaver (1967) - inseriscono una variabile climatica chiamata "moisture deficit" che rappresenta la differenza tra evapotraspirazione potenziale e precipitazioni effettive. Essi verificano che è significativa e con segno positivo ma altrettanto lo è la variabile dell'evapotraspirazione primaverile inserita in un modello alternativo. Dzisiak (1999) inserisce anch'egli una variabile che chiama "moisture deficit" che è la differenza tra le precipitazioni ed il valore dell'evapotraspirazione potenziale.

Hoffmann et al. (2006) inseriscono come variabili climatiche il numero di giorni di pioggia (trovando che ha il segno negativo atteso) ed il numero di giorni di caldo (trovando, però, che non è una variabile significativa).

Bar – Shira et al. (2005) inseriscono due dummy temporali che indicano due anni particolarmente siccitosi, trovando coefficienti significativi e negativi.

Alcuni studi, finalizzati a tenere in considerazione la complessità dell'interazione delle variabili climatiche, utilizzano specificazioni econometriche complesse. Renwick e Archibald (1998) e Renwick e Green (2000) inseriscono nell'equazione della domanda il valore stimato del coefficiente delle variabili di temperatura e precipitazione, stimate separatamente per tenere in considerazione le fluttuazioni stagionali. Il risultato finale mostra che la temperatura è significativa e con segno positivo, mentre le precipitazioni non sono significative.

L'uso di dati aggregati, inoltre, permette di considerare direttamente caratteristiche dei comuni. Nauges e Thomas (2000b) utilizzano come variabile dipendente i consumi idrici a livello municipale. Essi inseriscono una variabile sul tasso di attività industriale, verificando che è associata positivamente ai consumi idrici. Martinez – Espineira (2003) suggerisce di tenere in considerazione la specializzazione produttiva ed, in particolare turistica, dei comuni. L'autore, infatti, sottolinea come in molti dei comuni costieri spagnoli la presenza turistica è molto rilevante ed una percentuale elevata di turisti non soggiorna presso le strutture ufficiali (alberghi, residence, camping ecc.) ma in seconde case affittate, spesso irregolarmente, da privati cittadini.

I consumi idrici dei turisti vengono così contabilizzati all'interno dei consumi delle famiglie residenti determinando consumi domestici medi che nei comuni turistici sono più elevati che nei comuni non turistici con la medesima popolazione residente. La variabile inserita è un indice che tiene in considerazione il diverso grado di specializzazione turistica. Tale indice è basato sulla presenza turistica nelle strutture ufficiali. L'indice non risulta essere però significativo: l'autore suggerisce che tale risultato può essere una conseguenza del fatto che i dati in possesso non permettono di tenere adeguatamente in considerazione la presenza turistica nelle seconde case.

- *Prassi di gestione: struttura tariffaria, caratteristiche della bolletta e frequenza della fatturazione*

La scelta della tariffa è un elemento importante per la gestione delle risorse idriche: le tariffe devono essere in grado di garantire la copertura dei costi di gestione senza penalizzare le

famiglie con bassi redditi e, allo stesso tempo, scoraggiare consumi eccessivi. Reynaud et al. (2005) verificano l'incidenza sui consumi aggregati della tipologia tariffaria, analizzando i consumi di alcune città del Canada in cui sono in vigore o tariffe forfaitarie o a prezzi uniformi o a scaglioni crescenti o a scaglioni decrescenti. Essi individuano, innanzitutto, che le tariffe forfaitarie sono in vigore nei comuni di dimensione inferiore e nelle città che non hanno mai avuto problemi di approvvigionamento legati a problemi di qualità (inquinamento) o quantità (sicidità) delle risorse idriche. Essi, inoltre, verificano che la presenza di tariffe forfaitarie è associata a consumi superiori. Liu et al. (2003), analizzando le conseguenze di una proposta di riforma tariffaria in Cina, trovano che le strutture tariffarie a scaglioni crescenti sono più efficienti nell'incentivare il risparmio dell'acqua rispetto alle strutture tariffarie uniformi.

Alcuni studi tentano di capire le conseguenze, sul benessere dei consumatori, dell'adozione di tariffe a scaglioni crescenti. Garcia Valina (2005) propone l'introduzione di prezzi à la Ramsey così come proposti da Feldstein. I prezzi à la Ramsey sono inversamente legati al valore dell'elasticità e questo determina che spesso le classi sociali con consumi o redditi bassi siano penalizzate a causa dell'inelasticità della loro domanda. Feldstein propone una correzione al modello di Ramsey che permette di ridurre la regressività associata a questo tipo di tariffe. Garcia Valina mostra come i prezzi à la Feldstein permettano di accrescere il benessere dei consumatori. Ruijs et al. (2007) effettuano un'analisi sui consumi di un gruppo di famiglie che vivono in Brasile verificando come strutture a scaglioni crescenti, con prezzi marginali progressivamente più elevati al crescere dei consumi, o sistemi tariffari legati al reddito del consumatore garantiscono maggiore equità e permettono l'adozione di sussidi incrociati a favore delle classi più povere.

Shin (1985) aveva intuito che un elemento fondamentale, nelle scelte di consumo delle famiglie, fosse la conoscenza adeguata del prezzo pagato. Egli sosteneva che più semplice ed accessibile è l'informazione, maggiore è la conoscenza che i consumatori hanno del prezzo effettivamente pagato.

Lo strumento più efficiente per veicolare questa informazione è la bolletta. Partendo da questa assunzione, alcuni studi si sono concentrati sull'influenza della frequenza della bollettazione sui consumi. L'ipotesi da verificare è che una frequenza maggiore consenta una maggiore informazione sui prezzi e sulla struttura tariffaria applicata e sia associata a consumi inferiori.

In letteratura, variabili relative alla frequenza ed alle informazioni sulla bollettazione non sono molto frequenti. Gaudin (2006a), nel suo lavoro su un gruppo di città statunitensi, effettua un lavoro di comparazione tra le bollette inviate da 383 differenti società di gestione del servizio idrico, rilevando che l'elasticità al prezzo medio, per le società che riportano informazioni dettagliate sul prezzo, è pari a -0.48 , contro -0.28 associato alle società che non riportano i dati o non lo fanno in maniera dettagliata.

Carter e Milon (2005) analizzano il diverso comportamento di due campioni, selezionati in base alla conoscenza del prezzo pagato per l'acqua, verificata per mezzo di una domanda specifica nel questionario, proposto ad un campione di 742 famiglie servite da diverse utility. Essi inseriscono sia il prezzo marginale, associato ad un determinato livello di consumo, che il prezzo medio ritardato mensile. Nel breve periodo, il valore dell'elasticità rispetto al prezzo

marginale è pari a -0.578 , per il sottocampione di coloro che hanno una conoscenza del sistema tariffario in vigore, e -0.211 per chi lo conosce, mentre per il prezzo medio ritardato i valori per i due campioni sono rispettivamente pari a 0.328 e 0.061 . Questi dati mostrano che chi è consapevole del prezzo pagato per l'acqua è più reattivo alle variazioni del prezzo. Carter e Milon (2005) stimano anche un modello che verifica le variabili che incidono sulla probabilità di conoscere la tariffa. Tra le esplicative, essi inseriscono le dummy che indicano le utilities che adottano un sistema tariffario a scaglioni crescenti, mostrando come in presenza di scaglioni crescenti tale probabilità è inferiore.

Arbués et al. (2003) nella loro rassegna riportano che Stevens et al. (1992) verificano che all'aumentare della frequenza della bollettazione, diminuisce il valore dell'elasticità, mentre Kulshreshtha (1996) non trova alcun risultato certo.

Klein et al. (2006) indicano che alcuni studi condotti negli Stati Uniti mostrano come i consumatori sono consapevoli di quanto pagano mediamente, ma pochi conoscono esattamente la struttura tariffaria, specialmente in presenza di una struttura tariffaria a blocchi. Questi studi, inoltre, verificano come i consumatori, che affermano di conoscere la struttura tariffaria, sono da due a cinque volte più reattivi davanti a cambiamenti nel prezzo, ma in media consumano di più degli utenti che affermano il contrario.

- *Gli strumenti di gestione della siccità: il razionamento idrico ed altre misure di risparmio idrico*

Gli studi sulla domanda d'acqua, benché effettuati spesso in ambiti caratterizzati da scarsità idrica, solo sporadicamente hanno verificato e confrontato l'efficacia, in termini di riduzione dei consumi, dei diversi strumenti adoperati. Recentemente, al contrario, un numero crescente – benché sempre esiguo – di autori si è dedicato all'analisi ed alle conseguenze dell'adozione di diversi strumenti di gestione della domanda d'acqua, suddividendoli tra strumenti price e no price. I primi sono quelli che cercano di indurre una riduzione del consumo di risorse idriche, attraverso una variazione della struttura tariffaria e del prezzo, mentre i secondi agiscono direttamente sulla quantità d'acqua utilizzabile.

La maggior parte degli studi che si occupano di questo argomento, focalizzano la loro attenzione su aree e periodi in cui si sono verificati fenomeni di siccità più o meno prolungati. Lo scopo è individuare gli strumenti utilizzati per gestire la siccità e verificarne l'efficacia. Raramente in studi finalizzati alla stima del valore dell'elasticità sono state inserite, come covariate, variabili che tengono in considerazione pratiche non di prezzo. Nieswiadomy (1992) è un'eccezione: egli inserisce come covariate due dummy che indicano la presenza di campagne di informazione sul risparmio idrico e di politiche di installazione di strumenti di riduzione dei consumi, presso le famiglie, da parte dei gestori del servizio idrico. La prima politica riesce ad indurre riduzioni nei consumi solo in una delle aree analizzate, mentre la seconda politica non è mai in grado di raggiungere lo scopo.

Terrebone (2005) si dedica all'analisi specifica degli studi che analizzano gli effetti delle misure e politiche non di prezzo sui consumi. Lo scopo è capire quali risparmi sono tecnicamente

associati a particolari strumenti e se l'adozione di politiche di incentivo, all'utilizzo di quel particolare strumento, hanno avuto gli effetti ipotizzati o meno. Gli strumenti analizzati sono di diversa natura: si va dalle campagne informative, all'adozione volontaria o obbligatoria di particolari oggetti a risparmio idrico (rubinetti, sciacquoni ecc.), alla proibizione di determinati usi (l'acqua non si può utilizzare per irrigare il giardino o lavare l'auto, ecc.), all'imposizione del razionamento orario all'erogazione del servizio idrico. Gli effetti variano nei vari studi analizzati. Klein et al. (2006) effettuano una lettura critica della letteratura sugli strumenti e le politiche di controllo dei consumi basati su politiche non di prezzo. Essi sottolineano come, frequentemente, le politiche di prezzo e non di prezzo vengano implementate in contemporanea, spesso durante periodi di siccità o crisi idrica. Per catturare l'effettiva efficacia degli strumenti non di prezzo occorre essere certi che non vi siano interazioni tra il prezzo e gli altri strumenti o comprendere la natura dell'interazione. Tuttavia, notano gli autori, molto spesso gli studi effettuati non sono stati in grado di ottenere risultati certi, o significativi, a causa delle carenze nei dati: in più di un'occasione i programmi non di prezzo, analizzati nel complesso, risultano significativi nel ridurre i consumi ma non si è in grado di accertare l'influenza delle singole azioni o strumenti. Spesso tali programmi mostrano un'efficacia decrescente con passare del tempo.

Gli studi analizzati, tuttavia, concordano sul fatto che le politiche e le azioni obbligatorie, ed in particolare le restrizioni agli usi o quelli orari all'erogazione dell'acqua, sono più efficaci degli strumenti volontari.

Klein et al. (2006) sottolineano come, tuttavia, occorra cautela nell'interpretare questi dati. La maggior parte degli studi, infatti, modellano la presenza di tali politiche inserendo una dummy che non riesce a tenere dovutamente in considerazione né le differenze tra città, né le variazioni nel corso del tempo (differenze mensili, orarie, giornaliere).

Il primo ad occuparsi esplicitamente delle politiche di gestione della siccità è stato Moncur (1987), il quale ha confrontato il comportamento degli abitanti di Honolulu, in anni in cui erano presenti delle restrizioni quantitative sull'acqua erogata e anni in cui non erano applicate. L'autore modella le restrizioni inserendo una variabile dummy che assume valore pari a 1, per gli anni in cui erano state applicate delle restrizioni, valore zero altrimenti. Nella stima tale variabile risulta significativa e con segno atteso.

Corral et al. (1998) utilizzano per primi la specificazione proposta da Hewitt e Hanemann (1994) ad un panel di dati aggregati inserendo, tra le variabili, il numero di utenti che si trovano in ciascuno scaglione. In tale studio viene comparata la politica adottata da tre comuni californiani durante la siccità. In particolare, confronta l'aumento del prezzo con l'adozione di restrizioni quantitative e del divieto di determinati usi outdoor. Le variabili inserite sono costruite come dummy categoriali, le cui modalità indicano differenti caratteristiche e modalità della politica adottata. Le dummy indicano la presenza di restrizioni, campagne di educazione al risparmio idrico, informazioni indicate nella bolletta, limitazioni nell'uso e miglioramento dei sistemi di irrigazione e programmi di miglioramento e rinnovo dei rubinetti. Essi trovano che le politiche di prezzo influenzano il consumo durante i mesi non piovosi, mentre durante l'estate le politiche

non di prezzo risultano efficaci in presenza di usi outdoor. I risultati sono differenti a seconda delle specificazioni e delle stime econometriche adottate, ma risulta in ogni caso l'efficacia delle restrizioni nel contenere i consumi.

Martinez Espineira e Nauges (2004) sono i primi di cui siamo a conoscenza a tentare di modellare la presenza di restrizioni orarie all'erogazione senza ricorrere a delle variabili dummy. Essi inseriscono una variabile modellata come una variabile continua indicante il numero di ore giornaliere di restrizione e viene aggiunta una dummy che assume valore 1 in presenza di divieto di determinati usi outdoor dell'acqua potabile erogata dall'acquedotto cittadino. Il risultato più importante che essi rilevano è che le restrizioni orarie non risultano più efficaci rispetto ad un mirato aumento di prezzo, benché la variabile risulti significativa e col segno atteso. Come suggeriscono gli autori, la ragione deve essere ricercata nel prezzo molto basso dell'acqua e, dunque, nella limitatissima incidenza della spesa per l'acqua rispetto al reddito. Strand e Walker (2002), nel loro lavoro sui consumi di un campione di famiglie che vivono in 18 città dell'America Latina, inseriscono due dummy che indicano se le ore di erogazione giornaliera dell'acqua sono state più o meno di 8, trovandole però entrambe significative e con lo stesso segno positivo. Ruijs et al. (2007) propongono invece di utilizzare una variabile dummy che indica gli anni in cui erano presenti le restrizioni, trovando un coefficiente negativo e significativo, ed una variabile che tiene in considerazione il trend dei consumi, trovandola significativa e con segno negativo.

Accanto a questi lavori focalizzati sulla presenza di restrizioni orarie, esistono altri studi che verificano l'impatto di politiche di gestione più complesse. Renwich e Archibald (1998) analizzano il comportamento delle famiglie di due città della California, sottoposte a diverse politiche di gestione della siccità per diversi anni. Nella prima città, dapprima è stata adottata una politica di riduzione dei consumi, attraverso l'adozione di rubinetti e sciacquoni per il risparmio idrico, a cui è seguito un cambiamento tariffario (con il passaggio da una tariffa uniforme ad una a blocchi crescenti e da un primo minimo aumento delle tariffe) seguito, a sua volta, dal divieto di utilizzo dell'acqua per determinati usi outdoor ed, infine, da un secondo più incisivo aumento dei prezzi. Il tutto in un arco temporale che va dall'agosto del 1988 all'aprile del 1990. Nella seconda città, tra il 1984 ed il 1988, dapprima vi sono stati due programmi separati, per l'adozione di rubinetti con consumi ridotti ed in seguito degli sciacquoni, seguita da una forma di restrizioni "ad familiam" (ad ogni famiglia veniva indicato un tetto massimo di consumi annuali oltre il quale si pagavano cospicue ammende), seguito dal passaggio da un sistema tariffario a blocchi crescenti (con un'ampiezza dei blocchi ampia e differenze limitate in termini di prezzo marginale) ad un sistema tariffario uniforme con prezzi elevati. Tutte le variabili sono state inserite sotto forma di variabili dummy e l'analisi condotta sia con un panel relativo alle famiglie, che al consumo aggregato a livello comunitario. Lo studio mostra come le conseguenze, dell'introduzione di strumenti di riduzione della quantità no price, sono strettamente dipendenti dalle caratteristiche socio economiche delle famiglie, perciò suggeriscono una diversificazione degli strumenti da affiancare alle politiche di prezzo, che sono risultate efficaci indipendentemente dalle caratteristiche delle città.

Nel 2000 uno studio simile è stato proposto da Renwich e Green su 8 Water Agencies della California. Rispetto allo studio precedente viene introdotta una variabile dummy, indicante le restrizioni orarie all'erogazione dell'acqua, ed un'altra indicante la volontarietà o meno di alcuni dei programmi di adozione di nuove tecnologie. Viene, inoltre, inserita una dummy che indica la presenza di una tariffa a blocchi o uniforme. Tutte le dummy, tranne quella relativa all'adozione dei rubinetti a basso consumo e quella relativa alla volontarietà dell'adozione, risultano significative e col segno negativo. L'analisi dei coefficienti dimostra che le politiche volontarie e le campagne di informazione sono meno efficaci delle politiche obbligatorie e delle restrizioni, in particolare. Tali politiche, effettuate indipendentemente l'una dall'altra, sono meno efficaci in termini di riduzione dei consumi, di quando sono associate tra loro o sono associate ad una politica di aumento del prezzo.

3.2. ANALISI ECONOMETRICA DELLA DOMANDA D'ACQUA PER USI DOMESTICI NEI COMUNI DELLA SARDEGNA

La Sardegna, come abbiamo visto, è una regione caratterizzata da precipitazioni non costanti che in anni recenti hanno determinato notevoli problemi di approvvigionamento. Finora le politiche di gestione dell'offerta avevano posto rimedio a questo problema con una continua infrastrutturazione del territorio, con la costruzione di nuovi bacini di approvvigionamento e la progressiva integrazione di quelli esistenti. Per anni le politiche di gestione della domanda sono state trascurate e si sono ridotte ai soli interventi emergenziali in periodo di crisi idrica, prevalentemente imponendo restrizioni orarie all'erogazione del servizio. La crescente attenzione sulle politiche di gestione della domanda ha fatto nascere l'esigenza di costruire azioni finalizzate ad una riduzione strutturale dei consumi, incentivando i consumatori ad un uso più efficiente. In un contesto di prezzi molto bassi, e non legati ai prezzi di produzione, una semplice strategia che raggiungesse tale scopo era aumentare il prezzo dell'acqua. Il semplice aumento del prezzo può, però, generare problemi di equità. In generale, le analisi empiriche hanno dimostrato che tale politica può essere più efficace se accompagnata da adeguate riforme della struttura tariffaria e delle prassi di fatturazione e da politiche finalizzate ad incentivare comportamenti più efficienti. Per costruire tali politiche in maniera adeguata, occorre conoscere, non solo il valore dell'elasticità, ma anche quali elementi influenzano i consumi idrici. La recente riforma attuata in Sardegna si pone l'obiettivo di ridurre i consumi idrici attraverso una corretta gestione della domanda. Lo scopo del nostro lavoro empirico è quello di individuare gli elementi che possono essere utili a sostenere le politiche in atto o a mostrarne elementi contraddittori nonché a formulare politiche alternative.

Il nostro panel bilanciato è composto da 240 osservazioni individuali (comuni) per sei anni (2002 – 2005). Il periodo analizzato è stato caratterizzato, come abbiamo visto, sia da un periodo di forte siccità con conseguenti restrizioni idriche, sia dall'attuazione di una riforma tariffaria.

I dati relativi al consumo idrico sono stati raccolti richiedendoli direttamente alle società ed enti gestori. In particolare 220 comuni erano gestiti dall'ESAF (Ente Sardo Acquedotti e Fognature, ente strumentale della Regione Sardegna, attualmente in liquidazione), 18 dal Consorzio di Bonifica del Govossai, 2 dalle rispettive municipalizzate: la SIM, municipalizzata del comune di Cagliari, e la SIINOS, che gestiva il servizio nel Comune di Sassari. Attualmente tutte le società sono confluite nel gestore unico, Abbanoa. I dati ottenuti non sono omogenei rispetto alla dimensione comunale: mancano in particolare osservazioni sui comuni di dimensione maggiore, prevalentemente gestiti in proprio dagli stessi Comuni.

I dati socio economici e quelli sulle abitazioni sono tratti dall'ultimo Censimento Generale della Popolazione Italiana (ISTAT, 2001) eccetto il dato sul reddito, che è stato stimato utilizzando i dati disponibili sul sito web del Ministero dell'Economia e delle Finanze. I dati climatici sono stati forniti dal SAR (Servizio Agrometeorologico della Regione Sardegna). I dati sui comuni costieri

e i dati sui posti letto turistici sono relativi al Piano Regionale per il Turismo Sostenibile (RAS, 2006). I dati ufficiali sulle strutture alberghiere sono di fonte ISTAT (2004).

La rassegna completa delle variabili utilizzate, le modalità di costruzione e le fonti dei dati sono poste in appendice.

Le variabili utilizzate per l'individuazione delle determinanti dei consumi sono molto numerose. L'analisi della letteratura e del contesto ci indicano che i consumi idrici sono influenzati da numerose tipologie di variabili.

La prima, e più importante, scelta è relativa alle variabili di prezzo. La variabile del prezzo marginale ha spesso segno positivo, dovuto al fatto che riflette la presenza di una struttura tariffaria a scaglioni crescenti, piuttosto che la curva di domanda (Cavanagh et al., 2001; Burkey, 2005), ed è causa di simultaneità. Per modellare la presenza di scaglioni, si possono utilizzare la variabile "differenza", così come le variabili suggerite da Shin e Opaluch, ma queste variabili talvolta non sono significative: come suggeriva Shin (1985), questo risultato è conseguenza delle caratteristiche della struttura tariffaria ed, in particolare, della dimensione degli scaglioni. Per ovviare a questi problemi occorre modellare la presenza degli scaglioni con un modello di scelta discreto – continuo, come quello proposto da Hewitt e Hanemann (1995). Sfortunatamente per poter applicare questo modello è necessario conoscere la percentuale di utenti che si situa in ogni scaglione di consumo: questo dato non è facilmente reperibile e, anche nel nostro caso, non è stato fornito dai gestori. L'adozione del prezzo medio consente di risolvere tali problemi. In letteratura viene utilizzato spesso: alcuni studi hanno rilevato che è il prezzo medio la variabile sulla base della quale i consumatori prendono le loro decisioni di spesa (Nieswiadomy e Molina, 1991; Nieswiadomy, 1992; Burkey, 2002). Il prezzo medio, da noi utilizzato, è calcolato come rapporto tra quanto effettivamente fatturato dal gestore ed i consumi rilevati per ogni singolo comune, è inoltre più aderente alla realtà del prezzo marginale che avremo potuto rilevare dalle bollette.

Il reddito è una variabile significativa, e con segno positivo, in tutti gli studi della letteratura. Le variabili socioeconomiche e demografiche riguardano variabili legate alla dimensione familiare, all'età della popolazione, al titolo di studio, allo stato occupazionale. La variabile della dimensione familiare deve tenere in considerazione la relazione tra aumento della dimensione familiare e consumi idrici: per questo motivo ci è sembrato opportuno uniformarci alla letteratura inserendo la dimensione media familiare, piuttosto che variabili che indicavano la quota di famiglie con un determinato numero di componenti. Le variabili sull'età della popolazione servono a capire se vi sono differenze nel comportamento legate alle differenze di età ed, in particolare, se gli anziani consumano più acqua dei giovani. La variabile sul titolo di studio non viene mai inserita in questo tipo di studi: teoricamente, appoggiandoci ai risultati emersi in altre letterature, potremo ipotizzare che le persone con titolo di studio più elevato sono maggiormente consapevoli delle azioni che permettono di ridurre i consumi, ma non abbiamo alcun riscontro di questo tipo. La variabile sullo stato occupazionale non è stata mai inserita negli studi precedenti. Si è deciso di inserirla seguendo la letteratura sui consumi elettrici, in cui vengono inserite variabili che indicano la quota di casalinghe o pensionati come proxy per lo stile delle persone. In tale letteratura, si presume che persone che stanno più tempo a casa

abbiano consumi elettrici e di acqua calda superiori, anche se qualche lavoro ha mostrato un segno negativo legato alla riduzione del consumo di acqua calda dovuto alla minore vita sociale di questi soggetti. Nel caso della domanda d'acqua, un consumo superiore potrebbe essere associato a determinate abitudini – ad esempio più tempo per il giardinaggio o per fare il bagno – che incrementano i consumi idrici.

Le variabili legate all'abitazione riguardano dimensione, numero di stanze, numero di piani o livelli, epoca di costruzione, titolarità dell'abitazione, ristrutturazione degli impianti. La dimensione dell'abitazione è usata in letteratura più come proxy per la ricchezza che non come un'esplicativa diretta dei consumi: l'analisi del contesto mostra, però, come la dimensione dell'abitazione sia legata più ad altre considerazioni, quali le caratteristiche geografiche del territorio, che non alla ricchezza del comune. E' comunque difficile ipotizzare che la dimensione dell'abitazione determini differenze rilevanti nel consumo, dovuti alla necessità di lavare più metri quadri di pavimenti, in un contesto in cui non vi sono differenze rilevanti nelle dimensioni medie delle abitazioni. La variabile sul numero di stanze è, invece, una proxy della dimensione familiare. Le variabili sull'età dell'abitazione hanno mostrato negli studi precedenti comportamenti ambigui, spesso sono risultate non monotone e di difficile interpretazione: teoricamente dovrebbe interpretare la relazione tra manutenzione delle infrastrutture e consumi presumendo che le abitazioni più recenti abbiano infrastrutture più efficienti e, dunque, siano legate a livelli di consumo inferiori. Rispetto agli studi precedenti, abbiamo inserito una variabile che indica la quota di abitazioni nelle quali sono stati effettuati lavori di ristrutturazione agli impianti: tale variabile è, probabilmente, più adatta a tenere in considerazione l'età e l'efficienza degli impianti, rispetto alla variabile che tiene in considerazione l'epoca di costruzione delle abitazioni. Le variabili che indicano la proporzione di case a un solo piano o a tre piani sono proxy, rispettivamente, delle abitazioni singole e dei condomini: la letteratura mostra che i condomini hanno consumi inferiori. La variabile sulla titolarità dell'abitazione è raramente utilizzata nella letteratura sui consumi idrici: essa permette di verificare se tra proprietari ed affittuari esistono differenze nei livelli di consumo.

Le variabili geografiche riguardano: provincia di appartenenza del comune, popolazione del comune (ci attendiamo che esistano differenze nel livello di consumo nei comuni di diversa dimensione), densità (spesso utilizzata come proxy per la presenza di giardini), altitudine (utilizzata come proxy per le caratteristiche climatiche), posizione geografica (i comuni costieri hanno caratteristiche differenti rispetto a quelli interni e queste potrebbero influenzare i consumi idrici), comuni turistici (i comuni turistici con elevata presenza nelle seconde case potrebbero avere consumi più elevati).

Le variabili climatiche che abbiamo utilizzato sono numerose (precipitazioni medie annue, precipitazioni estive, precipitazioni invernali, tasso di evapotraspirazione medio annuo, tasso di evapotraspirazione estivo, tasso di evapotraspirazione invernale, bilancio idrico annuo, bilancio idrico estivo, bilancio idrico invernale, tasso di aridità) ed, alcune di esse, mai utilizzate in questo tipo di studi: abbiamo cercato di capire quali variabili potessero fornire le informazioni più utili e più attinenti all'analisi che volevamo condurre e quali fossero più adatte al contesto analizzato.

Le variabili legate alle pratiche di gestione vengono inserite per verificare se le differenze esistenti nelle pratiche di gestione – e non inserite come esplicitamente – influenzano i consumi. La variabile delle restrizioni ha il compito di verificare l'efficacia dell'introduzione di tale strumento.

La selezione finale ottenuta utilizzando procedure standard (Wald test, F-test) è la seguente:

- La variabile dipendente è il consumo di acqua [consumo medio annuo per utenza per 240 comuni espresso in metri cubi (WATCON)].
- Le variabili inserite come covariate sono:
- il prezzo medio dell'acqua [calcolato ex post come rapporto tra fatturato annuo totale per il consumo di acqua ed il numero di metri cubi (AP)]
- il reddito imponibile medio annuo [INCOME]
- variabili sociodemografiche [la dimensione media del nucleo familiare (HHSIZE), la proporzione delle non forze di lavoro (NLF)],
- variabili legate alle caratteristiche dell'abitazione [la quota di case di proprietà (OWNERS), la quota di abitazioni che non sono state ristrutturate nel periodo 1991-2001 (NORENOV)]
- variabili geografiche [l'altitudine dei comuni (ALT)] e legate a certe caratteristiche produttive (una variabile che indica il livello di specializzazione turistica (TOUR))
- variabili climatiche [tasso di evapotraspirazione estivo (SUMEVATRA)]
- le dummy che indicano le utilities del settore (SIM, SIINOS E GOVOSSAI)
- la variabile che indica le ore effettive di erogazione nel periodo analizzato (HOURS)
- le dummy temporali (YEAR 2001, YEAR 2002, YEAR 2003, YEAR 2004, YEAR 2005)

Le variabili che variano tra gli individui e nel tempo sono: la variabile dipendente, il prezzo medio dell'acqua, il reddito, le ore di erogazione, la variabile climatica e le dummy che indicano le utilities. La variabile sui comuni turistici è una variabile categorica. Tutte le altre variabili hanno valori che variano tra i comuni ma non nel tempo.

Considerando i risultati trovati nella letteratura, ci aspettiamo che la variabile della dimensione familiare abbia un'influenza positiva sul consumo idrico. Per le altre variabili abbiamo meno riferimenti in letteratura. La variabile che indica la proporzione delle non forze di lavoro tiene in considerazione fasce di popolazione con particolari caratteristiche: si tratta di persone che, ufficialmente, non hanno un'attività lavorativa retribuita (casalinghe e pensionati prevalentemente). Questo dovrebbe portarle a passare più tempo in casa e, almeno teoricamente, ad avere una vita sociale meno intensa: due elementi che dovrebbero incidere in maniera opposta sui consumi.

La proporzione di case di proprietà dovrebbe essere associata negativamente ai consumi, in quanto si presume che i proprietari siano più consapevoli del livello di consumi e della spesa associata, mentre questo non accade per gli affittuari se la spesa per l'acqua è compresa nel canone d'affitto. La variabile che indica la quota di abitazioni che hanno subito ristrutturazioni agli impianti idrici ed elettrici non ha precedenti nella letteratura di nostra conoscenza: ci

aspettiamo che questa variabile sia associata ad una riduzione dei consumi. La variabile dell'altitudine, inserita anche da Mazzanti e Montini (2006), è associata negativamente ai consumi idrici: nel loro contesto è una proxy del clima. La variabile che indica il livello di attività turistica ci attendiamo sia associata positivamente ai consumi turistici: così come Martinez – Espineira, presumiamo che l'elevata presenza turistica nelle seconde case incrementi il consumo idrico imputato alle utenze domestiche. Non siamo a conoscenza di altri studi che abbiano ipotizzato l'introduzione di una variabile simile. Rispetto a quella introdotta da Martinez Espineira tale variabile tiene effettivamente in considerazione la presenza dei turisti nelle seconde case. La variabile sull'evapotraspirazione, date le sue caratteristiche ed i risultati degli studi precedenti, ci aspettiamo possa influenzare positivamente i consumi.

Per quanto riguarda le variabili che indicano le gestioni precedenti quella attuale (ABBANO), l'analisi delle politiche di prezzo e dei dati ci fa ipotizzare che la società SIM possa avere consumi più elevati rispetto alla variabile base (ESAF), mentre per la società SIINOS possiamo ipotizzare consumi meno elevati rispetto all'ESAF. Non siamo in grado di effettuare delle ipotesi per quanto riguarda la società GOVOSSAI.

La variabile sulle restrizioni è stata costruita tenendo in considerazione le differenze tra comuni e nel tempo (mesi e anni), sulle ore di erogazione effettiva di acqua durante il periodo di siccità (2000-2003). Ci attendiamo che le restrizioni siano associate negativamente ai consumi.

Le dummy temporali vengono inserite per tenere in considerazione caratteristiche non catturate dalle variabili inserite che hanno un andamento temporale. Il periodo di riferimento è il 2000 e le dummy rappresentano le variazioni rispetto a tale anno.

I risultati sono mostrati nella tabella sottostante. L'equazione da stimare è di tipo lineare e tutte le variabili continue sono state trasformate nel corrispondente logaritmo:

$$\begin{aligned} \text{Log}(WATCON_{it}) = & \text{intercept} + \beta_1 \log(AP_{it}) + \beta_2 \log(INCOME_{it}) + \beta_3 \log(HHSIZE_i) + \\ & \beta_4 \log(NLF_i) + \beta_5 \log(OWNERS_i) + \beta_6 \log(NORENOV_i) + \beta_7 \log(ALT_i) + \beta_8 (TOUR_i) + \\ & \beta_9 \log(SUMEVATRA_{it}) + \beta_{10} \log(HOURS_{it}) + \beta_{11} (SIM_{it}) + \beta_{12} (SIINOS_{it}) + \\ & \beta_{13} (GOVOSSAI_{it}) + \beta_{14} (YEAR2001_{it}) + \beta_{15} (YEAR2002_{it}) + \beta_{16} (YEAR2003_{it}) + \\ & \beta_{17} (YEAR2004_{it}) + \beta_{18} (YEAR2005_{it}) + u_{it} \end{aligned}$$

in cui $u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$

Risultati delle stime

	OLS	FIXED EFFECT	RANDOM EFFECT – GLS	HT ¹	AM ¹	FEVD
INTERCEPT	0.342 (0.59)	2.50*** (3.35)	0.712 (1.20)	1.007 (1.46)	1.181 (1.73)*	1.267*** (2.67)
AP	-0.161*** (-7.53)	-0.139*** (-6.49)	-0.152*** (-7.82)	-0.148*** (-7.45)	-0.147 (-7.38)***	-0.139*** (-7.94)
INCOME	0.199*** (5.91)	0.105 (1.61)	0.167*** (3.75)	0.130** (2.07)	0.108* (1.76)	0.105*** (3.82)
HHSIZE	1.063*** (12.54)	-	1.076*** (7.78)	1.096*** (7.55)	1.110*** (7.64)	1.119*** (16.18)
NLF	-0.265*** (-3.26)	-	-0.291** (2.18)	-0.309** (2.21)	-0.319** (-2.28)	-0.311*** (-4.70)
OWNERS	-0.463*** (-4.65)	-	-0.493*** (-3.00)	-0.513*** (-2.99)	-0.525*** (-3.06)	-0.519*** (-6.40)
NORENOV	0.168** (1.97)	-	0.135 (0.96)	0.117 (0.80)	0.107 (0.73)	0.130* (1.88)
ALT	-0.024*** (-4.28)	-	-0.026*** (-2.88)	-0.027*** (-2.88)	-0.028*** (-2.95)	-0.026*** (-5.81)
TOUR	0.054*** (6.01)	-	0.053*** (3.60)	0.054*** (3.54)	0.055*** (3.61)	0.058*** (7.94)
SUMEVATRA	0.154*** (2.66)	0.083 (1.41)	0.106* (1.92)	0.106* (1.93)	0.107* (1.95)	0.083* (1.76)
HOURS	0.031 (0.62)	0.052 (1.24)	0.045 (1.09)	0.045 (1.10)	0.045 (1.10)	0.052 (1.27)
SIM	0.642*** (5.78)	0.086 (0.40)	0.455*** (3.11)	0.449*** (3.01)	0.454*** (3.04)	0.679*** (7.50)
SIINOS	-0.288*** (-2.59)	0.154 (0.73)	-0.117 (-0.80)	-0.097 (-0.66)	-0.092 (-0.62)	-0.232*** (-2.60)
GOVOSSAI	0.062 (1.47)	-0.046 (-0.80)	0.025 (0.57)	0.021 (0.48)	0.020 (0.46)	0.057* (1.68)
YEAR 2001	0.664*** (27.89)	0.677*** (33.50)	0.669*** (33.87)	0.673*** (33.60)	0.675*** (33.75)	0.677*** (34.90)
YEAR 2002	0.514*** (13.64)	0.551*** (16.23)	0.532*** (16.58)	0.540*** (16.25)	0.545*** (16.44)	0.551*** (17.94)
YEAR 2003	0.551*** (19.67)	0.574*** (20.72)	0.558*** (22.58)	0.567*** (21.02)	0.573*** (21.38)	0.574*** (25.12)
YEAR 2004	0.511*** (12.79)	0.531*** (13.81)	0.515*** (14.73)	0.526*** (13.96)	0.533*** (14.24)***	0.531*** (16.32)
YEAR 2005	0.471*** (11.00)	0.480*** (11.18)	0.470*** (12.36)	0.482*** (11.66)	0.490*** (11.93)	0.480*** (13.76)
N	1440	1440	1440	1440	1440	1440
R-squared	0.62	0.43	0.62	0.62	0.62	0.74
Rho	-	0.59	0.34	0.37	0.37	-
Corr (X _{it} , u _i)	-	0.0783	-	-	-	-

Nelle parentesi: t statistics per OLS, FE, RE-GLS and FEVD, z statistics per gli stimatori a variabili strumentali;

* 10% di significatività, ** 5% di significatività e *** 1% di significatività.

¹ = prezzo medio e reddito sono considerati correlati con l'eterogeneità individuale non osservata

Tutte le stime sono state effettuate utilizzando STATA 9.2. Abbiamo iniziato la nostra analisi partendo dal modello più semplice, il pooled OLS, e confrontandolo con il modello ad Effetti Casuali, il modello ad Effetti Fissi, i modelli strumentali di Hausman-Taylor ed il Modello FEVD. Abbiamo effettuato una serie di test per verificare la bontà dei modelli e selezionare il modello più adatto. Il test di Breusch-Pagan (test: 384.23; p-value: 0.0000) sulla presenza di effetti casuali rigetta l'ipotesi nulla, per cui il modello pooled OLS risulta inefficiente ed è corretto preferirgli il modello ad effetti casuali.

Per confrontare il modello ad effetti casuali con il modello ad effetti fissi occorre utilizzare un test di Hausman per verificare la presenza di correlazione tra i regressori e l'eterogeneità individuale non osservata nel modello ad Effetti Casuali. Il test di Hausman (test: 18.44, p-value: 0.1029) non rigetta l'ipotesi nulla di differenze non sistematiche tra i regressori, però, la matrice

dei quadrati delle differenze delle varianze dei coefficienti è definita non positiva e questo non ci consente di trarre nessuna conclusione definitiva. Questo problema deriva dal fatto che la varianza dei coefficienti ottenuti dal modello ad Effetti Casuali è maggiore di quella ottenuta col modello ad Effetti Fissi. Questo significa che il modello ad Effetti Casuali non è efficiente a causa della correlazione tra effetti individuali e regressori e dunque nemmeno consistente. Il test di Wooldridge indica che le variabili calcolate come scostamento delle variabili che variano nel tempo dalle medie individuali sono congiuntamente uguali a zero, e dunque questo ci porta a non rigettare il modello ad Effetti Casuali.

Contemporaneamente abbiamo condotto alcuni test per verificare la presenza di eteroschedasticità e correlazione seriale nei dati (Breusch-Pagan test per eteroschedasticità: test: 0.01, p-value: 0.9425; Wooldridge test per la correlazione seriale di ordine 1: test: 9.284, p-value: 0.0026; DW = 1.62) i quali hanno indicato l'assenza di eteroschedasticità e la presenza di una leggera correlazione seriale. Come nota Wooldridge (2002, pag. 274), la presenza di correlazione seriale può essere un problema quando vi è una forte correlazione seriale e quando T diviene grande. In presenza di una lieve correlazione e di T piccolo non vi è la medesima necessità di introdurre una correzione per la correlazione seriale.

Abbiamo, comunque, stimato i modelli di Hausman-Taylor e di Amemiya-MaCurdy per confrontarli con i precedenti. Valutando la minima correlazione tra la parte variabile degli effetti individuali ed i regressori, nel modello ad Effetti Fissi, abbiamo constatato che la correlazione, legata alle variabili che variano nel tempo, è probabilmente attribuibile alla variabile del prezzo medio e del reddito. Questo test permette di verificare l'ipotesi di un'eventuale endogeneità del prezzo. Le variabili che non variano nel tempo sono ritenute non essere correlate con l'eterogeneità individuale non spiegata. I test di Hausman (test: 14.51, p-value: 0.2693) e Wooldridge (test: 5.18, p-value: 0.2697) accettano la rispettiva ipotesi nulla con una probabilità superiore a quella rilevata testando le ipotesi rispetto al modello ad Effetti Casuali. Questo risultato indica che l'ipotesi effettuata sulla probabile, seppur minima, correlazione delle variabili indicate può essere considerata corretta.

Test	Valore della statistica del test	p- value
Breusch – Pagan test l'assenza di eteroschedasticità nei Pooled OLS	0.01	0.9425
Wooldridge test per la presenza di autocorrelazione negli Effetti Fissi	9.284	0.026
Durbin Watson test for la correlazione seriale	1.62	Lower DW bound: circa 1.89
Breusch Pagan LM Test per l'assenza di Effetti Casuali	384.23	0.000
Hausman test per l'assenza di differenze sistematiche nei coefficienti tra Effetti Fissi ed Effetti Casuali	18.44	0.1029
Hausman test per l'assenza di differenze sistematiche nei coefficienti tra Effetti Fissi e lo stimatore di Hausman - Taylor	14.51	0.2693
Hausman test per l'assenza di differenze sistematiche nei coefficienti tra Effetti Fissi e lo stimatore di Amemiya - MaCurdy	16.04	0.1893
Wooldridge test per l'assenza di differenze sistematiche nei coefficienti tra Effetti Fissi ed Effetti Casuali	5.24	0.2637
Wooldridge test per l'assenza di differenze sistematiche nei coefficienti tra Effetti Fissi e lo stimatore di Hausman - Taylor	5.18	0.2697
Wooldridge test per l'assenza di differenze sistematiche nei coefficienti tra Effetti Fissi e lo stimatore di Amemiya - MaCurdy	5.18	0.2697

La recente proposta di Plumper e Troeger (2007) consente di calcolare un modello la cui performance è pari a quella del modello ad Effetti Casuali e degli stimatori a Variabili Strumentali. In presenza di correlazione tra i regressori e l'eterogeneità individuale, il FEVD ha una performance migliore di tali stimatori e non è soggetto alla discrezionalità legata all'indicazione delle variabili correlate, come accade nei modelli a variabili strumentali. Il FEVD, inoltre, permette di stimare in maniera più efficiente rispetto a quanto accade nel modello ad Effetti Fissi le variabili che variano raramente nel tempo.

L'analisi dei dati non conduce ad elementi che ci portano a supporre la presenza di correlazione contemporanea. Possiamo notare come i coefficienti delle variabili che variano nel tempo siano molto simili nel modello ad Effetti Fissi e nel FEVD, tranne che per le dummy che indicano le gestioni. Tale differenza è dovuta al fatto che queste variabili variano raramente nel tempo e dunque sono stimate in maniera più efficiente nel FEVD. I coefficienti delle variabili che non variano nel tempo sono invece molto simili nei modelli a variabili strumentali e nel FEVD.

L'analisi dei risultati del modello FEVD mostra che il prezzo marginale è significativo e col segno negativo atteso. Il valore dell'elasticità è pari a -0.139, un valore inferiore a quello trovato in altri lavori della letteratura che utilizzano la variabile del prezzo medio e stime panel con dati aggregati (Hoglund (1999), -0.20; Nauges e Thomas, (2000), -0.22).

La variabile del reddito è significativa e con segno atteso positivo. Il valore del coefficiente è pari +0.105. Mazzanti e Montini (2006) trovano valori molto più elevati rispetto al nostro (da +0.40 a +0.71), mentre Musolesi e Nosvelli (2007) trovano un valore di -0.18. Il valore trovato non è però dissimile dai risultati verificati in letteratura.

La variabile indicante la dimensione familiare è significativa e con segno positivo, così come ampiamente verificato in letteratura. Il valore del coefficiente (+0.957) indica che i consumi aumentano in maniera più che proporzionale all'aumento della dimensione familiare. Il valore individuato è molto più elevato rispetto ai risultati di Mazzanti e Montini (2006; +0.0117), Musolesi e Nosvelli (2007; 0.342) che presentano invece economie di scala.

La proporzione di non forze di lavoro è significativa e con segno negativo: nei comuni con una percentuale maggiore di popolazione non attiva vi è un consumo minore di acqua. Contrariamente a quanto supposto in parte della letteratura sui consumi elettrici, l'elevata presenza di persone che passano la maggior parte del tempo a casa non è, dunque, associato a consumi superiori. Probabilmente questo è dovuto al fatto che, nel contesto analizzato tali categorie non hanno abitudini e stili di vita che influenzano positivamente i consumi. Come notano Liao e Chang (2002) la riduzione dei consumi idrici è probabilmente legata alla riduzione della vita sociale che deriva dall'assenza o dalla ridotta attività lavorativa. Un'ulteriore spiegazione di questo risultato potrebbe essere legata anche al fatto che stando più tempo a casa, tali categorie hanno una gestione diretta, costante e più attenta dell'abitazione e questo potrebbe portare a ridurre sprechi volontari ed involontari.

La maggiore presenza di case di proprietà, rispetto a quelle in affitto, è significativa ed è associata a consumi inferiori. Questo si può spiegare, da un lato con la maggiore frequenza di bollette condominiali e con il fatto che, spesso, le spese idriche sono comprese nell'affitto. Un altro elemento che influenza i livelli di consumo è la manutenzione degli impianti interni ed esterni nelle abitazioni: i comuni nei quali è stata superiore la percentuale di case che non hanno subito ristrutturazione agli impianti negli anni compresi tra il 1991 ed il 2001 sono associati a consumi superiori.

La variabile relativa alla specializzazione turistica dei comuni è significativa e con segno positivo. Questo significa che nei comuni nei quali vi è un'elevata presenza turistica, nelle seconde case affittate durante i mesi estivi, vi sono maggiori consumi idrici. Ciò potrebbe essere legato al fatto i turisti sono poco attenti all'uso dell'acqua ed il numero molto elevato di turisti rispetto alla popolazione residente, determina livelli di consumo maggiori rispetto a comuni di pari popolazione ma non turistici.

L'analisi delle caratteristiche geografiche dei comuni mostra come all'aumentare dell'altitudine diminuiscano i consumi. Questo fatto può essere legato alle tipologie edilizie: nelle zone con altitudine maggiore le case hanno meno frequentemente giardini, o li hanno di dimensione inferiore, rispetto alle zone di pianura. Sfortunatamente non è possibile controllare direttamente la presenza e dimensione del giardino.

La variabile indicante il tasso di evapotraspirazione estiva ci dice che nei comuni nei quali è presente un maggiore tasso di evapotraspirazione estiva vi sono consumi maggiori. In questi comuni il clima è più secco (le precipitazioni sono inferiori) e la temperatura più elevata: tali elementi rendono il clima percepito meno tollerabile. Questo induce un maggiore consumo idrico sia interno (legato al maggior utilizzo di acqua per le docce), sia esterno (per l'innaffiamento dei giardini), sebbene, ancora una volta, l'assenza di dati precisi sulla diffusione di case con giardino non ci permetta di controllare direttamente questo aspetto.

La variabile sulle ore di erogazione non è significativa: questo significa che l'effetto delle restrizioni idriche imposte è stato solo parziale nel contenere i consumi. Tale risultato può essere diretta conseguenza del fatto che, dopo un primo periodo di reale efficacia (anno 2000), la progressiva diffusione delle cisterne e dei serbatoi abbia notevolmente ridotto i disagi e attenuato gli effetti della mancata erogazione.

Se osserviamo le dummy temporali inserite vediamo come esse indichino che, rispetto al 2000, i consumi negli anni successivi siano sempre superiori. L'anno che presenta il maggiore incremento è il 2001, sebbene fossero presenti delle restrizioni, così come il 2003 ed il 2002. Coefficienti inferiori sono associati al 2004 ed al 2005, anni in cui vi era un'erogazione regolare del servizio idrico. Il 2005 presenta il coefficiente più basso: tale anno è caratterizzato dalla assenza di restrizioni ma dall'entrata in vigore della riforma tariffaria promossa da Abbanoa.

Le variabili dummy che indicano le precedenti gestioni ci dicono che gli utenti gestiti dalla società SIM hanno consumi statisticamente più elevati degli utenti ESAF, mentre gli utenti SIINOS hanno consumi statisticamente inferiori agli utenti ESAF. Le differenti strutture tariffarie (in particolare, il numero e l'ampiezza dei blocchi della struttura tariffaria adottata dalla SIINOS penalizzavano i consumi elevati più di quanto non accadesse con la tariffa imposta dalla SIM) oltre alle diverse pratiche di bollettazione (la SIM per un lungo periodo non ha corrisposto le bollette agli utenti) spiegano questo risultato.

3.2.1. CONCLUSIONI

L'analisi congiunta dei risultati ci permette di effettuare alcune considerazioni sui trend di consumo futuri. Le aree costiere e sub costiere sono le aree più popolate dell'Isola, caratterizzate da un numero maggiore di abitazioni in affitto e con una rilevante presenza turistica.

Se tali caratteristiche abitative e socio demografiche e le politiche di sviluppo turistico proseguono nella medesima direzione avremo un crescente stress idrico in queste aree già caratterizzate da consumi elevati.

Il progressivo e generalizzato aumento del valore dell'evapotraspirazione indica un peggioramento del clima. Questo ha conseguenze sia sul lato dell'offerta, che su quello della domanda: dal punto di vista dell'offerta, lascia presupporre una crescente difficoltà di approvvigionamento, mentre, per quanto riguarda la domanda, una crescente richiesta idrica sia per usi interni che esterni. Infatti, l'evapotraspirazione indica il fabbisogno idrico dell'ambiente e, dunque, l'aumento del suo valore indica maggiore richiesta di acqua per innaffiare. Tuttavia, tale variabile è anche una proxy del clima percepito: un aumento dell'evapotraspirazione significa l'aumento della temperatura, dunque un peggioramento, in termini di tollerabilità del clima da parte delle persone. Questo potrebbe condurre ad un aumento dei consumi legati all'igiene personale (col caldo aumenta il numero di docce): considerato l'impatto elevato della dimensione del nucleo familiare sui consumi idrici, il peggioramento del clima potrebbe determinare incrementi rilevanti dei consumi. Tale fenomeno avrà conseguenze importanti soprattutto nelle aree costiere, poichè andrà a sommarsi agli altri

elementi che già conducono ad un maggior consumo idrico, determinando un aggravarsi della situazione. Probabilmente conseguenze meno pesanti potrebbero esserci nei comuni con maggiore altitudine, visto che sono associati negativamente con i consumi. Ciò potrebbe essere legato alle caratteristiche edilizie viste precedentemente: se questa intuizione fosse confermata dai dati, si potrebbero implementare politiche che regolamentano la gestione dei giardini nei comuni delle aree di pianura e costiere quali la tipologia della vegetazione, il tipo di irrigazione (a goccia o nebulizzazione), norme di corretta irrigazione (innaffiare nelle ore serali), l'uso di acque reflue depurate per l'irrigazione.

Sarebbe opportuno, inoltre, incentivare l'adozione di impianti che consentono il risparmio idrico e la loro manutenzione anche nelle abitazioni in affitto: abbiamo visto, infatti, che le case che hanno subito interventi di manutenzione in periodi recenti sono associate a consumi inferiori e, soprattutto, che le case di proprietà sono associate a consumi inferiori. Accanto a ciò, è necessario promuovere ulteriori politiche che incentivino la riduzione dei consumi idrici nelle abitazioni che vengono affittate ai turisti durante il periodo estivo. Una prima azione in questo senso è già stata intrapresa dall'attuale gestore, con l'adozione di una struttura tariffaria con prezzi marginali più elevati per i non residenti – ovvero coloro che possiedono un'utenza attivata per un'abitazione diversa da quella nella quale hanno la residenza anagrafica. Precedentemente solo alcuni gestori applicavano tale differenziazione di prezzo (SIINOS). Attualmente è in corso un programma, coordinato dalla Regione Sardegna finalizzato alla creazione di un registro che contenga l'elenco delle abitazioni affittate durante l'estate e le loro caratteristiche. Questa azione è un elemento importante nello sviluppo di un'azione concordata, omogenea e duratura con i proprietari delle abitazioni.

Dall'analisi dei risultati emerge come non solo il prezzo, ma anche le altre differenze esistenti tra le precedenti gestioni influenzano i consumi. Nel nostro caso le differenze significative, in termini di struttura e pratiche di bollettazione hanno avuto una probabile influenza sui consumi: la SIM, che presenta consumi significativamente più elevati, non solo aveva un sistema tariffario con scaglioni molto più ampi ma, per molto tempo, non ha fatturato i consumi. Questo risultato avvala la posizione di chi ritiene che non si debba agire solo sul livello del prezzo come strumento di contenimento dei consumi, ma anche sulla corretta costruzione della struttura tariffaria e della frequenza della fatturazione. I risultati della variabile del reddito e di quella relativa alla dimensione familiare permettono di effettuare alcune riflessioni sulla decisione della società di gestione ABBANOA di adottare strutture tariffarie che agevolino l'acquisto per le famiglie a basso reddito o numerose.

Tali tariffe sono state introdotte per rendere economicamente meno gravoso l'acquisto dell'acqua necessaria ai fabbisogni primari da parte di categorie economicamente svantaggiate. Per quanto riguarda il reddito, l'agevolazione riguarda solo i livelli di consumo fino a 140 metri cubi, dopo i quali le famiglie a basso reddito pagano lo stesso prezzo di quelle che non hanno avuto agevolazioni. Questa decisione permette di agevolare l'acquisto della quantità d'acqua considerata un bene primario, penalizzando però eventuali sprechi che potrebbero essere indotti da una tariffa agevolata. Per quanto riguarda le famiglie numerose (più di cinque componenti) il discorso è più complesso: la tariffa introdotta prevede scaglioni più ampi e prezzi

più bassi, a parità di consumo, rispetto alle famiglie con dimensione inferiore. I nostri risultati mostrano che all'aumentare della dimensione del nucleo familiare corrisponde un aumento più che proporzionale dei consumi idrici: questo fa pensare che vi siano dei consumi eccessivi ed impropri dell'acqua. Un sistema tariffario che agevola i consumi delle famiglie numerose potrebbe indurre le stesse a sprecare l'acqua.

Se analizziamo più nel dettaglio gli elementi di policy, possiamo vedere come il dato relativo all'anno 2005 sembra mostrare un'effettiva riduzione dei consumi in concomitanza con l'entrata in vigore della riforma tariffaria: con i dati in possesso non è possibile capire se si tratti di una riduzione strutturale o di un "effetto annuncio". L'introduzione di restrizioni orarie all'erogazione sembra, invece, non essere stata in grado di raggiungere lo scopo in maniera duratura, in quanto compensata da altre prassi. Questi elementi potrebbero far riflettere sulla necessità di costruire politiche strutturali di lungo periodo che riducano i consumi idrici piuttosto che tentare di ridurli forzatamente con interventi di tipo emergenziale.

CAPITOLO 4
ANALISI DELLA DOMANDA DI ENERGIA
ELETTRICA PER USI DOMESTICI

4.1. RASSEGNA DELLA LETTERATURA SULLA STIMA DELLA FUNZIONE DI DOMANDA DI ELETTRICITA' PER USI DOMESTICI

Come ricorda Madlener (1996) nella sua citatissima rassegna, dopo lo studio pionieristico di Houthakker (1951) sui consumi delle aree urbane della Gran Bretagna, la letteratura sulla domanda di elettricità ebbe un notevole sviluppo a partire dagli anni '70, in seguito alla crisi petrolifera ed al successivo aumento del prezzo del petrolio. In questo periodo divenne necessario avere una migliore conoscenza del valore dell'elasticità al prezzo ed al reddito per poter costruire le strutture tariffarie, in modo da indurre i consumatori a risparmiare la risorsa. La letteratura, nata in questo periodo e fino a metà degli anni '90, può essere suddivisa in due ampi filoni. Il primo relativo all'individuazione delle determinanti della domanda di energia elettrica, il secondo relativo allo studio delle scelte della tipologia (struttura e tipo di combustibile) di riscaldamento domestico. Negli anni più recenti la crescente attenzione alle problematiche ambientali, legate al riscaldamento climatico del pianeta e all'emissione di gas climalteranti da parte dei combustibili fossili utilizzati nella produzione di energia elettrica, il continuo aumento del costo del petrolio, la crescente diffusione di fonti rinnovabili di produzione energetica, hanno determinato un rinnovato interesse intorno a questo ambito di ricerca. La letteratura sviluppatasi recentemente da un lato rinnova i temi più generali già presenti con analisi specifiche legate a variabili sociodemografiche, economiche e climatiche, dall'altro li arricchisce di nuovi filoni di studio che si sono affiancati ai precedenti. Molto numerosi sono i lavori dedicati allo studio dei fabbisogni energetici ed al calcolo delle emissioni climalteranti, all'influenza della diffusione di apparecchi elettrici ed in particolare dei condizionatori d'aria, oltre alla recente e piuttosto vasta letteratura che analizza la disponibilità degli utenti a scegliere fonti energetiche alternative e apparecchi a risparmio energetico e le determinanti di queste scelte. Nonostante la vastità della materia siamo a conoscenza di ben poche rassegne, la maggior parte delle quali ormai datate: Taylor (1975), Bohi e Zimmermann (1984) e la citata rassegna di R. Madlener (1996). La nostra rassegna si pone come obiettivo quello di verificare quanto è emerso nella produzione più recente cercando di dare una visione comprensiva che racchiuda tutti gli elementi caratterizzanti i diversi filoni presenti in letteratura. La rassegna procederà richiamando dapprima tutti gli studi finalizzati all'individuazione delle determinanti del consumo di energia elettrica sulla base delle caratteristiche del dataset, della forma funzionale e delle metodologie di stima adottate; proseguirà dando una rassegna dei valori dell'elasticità al prezzo dell'energia elettrica, per terminare con l'analisi dettagliata delle variabili inserite come covariate.

4.1.1 LA LETTERATURA SULLA DOMANDA DI ENERGIA ELETTRICA: ELEMENTI METODOLOGICI

Nella sua rassegna, Madlener (1996) fa notare come la maggior parte degli studi effettuino un'analisi delle determinanti microeconomiche utilizzando dati aggregati a livello di nazioni, città o comuni. Negli anni più recenti, la crescente disponibilità di indagini statistiche e rilevazioni sui

consumi delle popolazioni e la maggiore disponibilità finanziaria per apposite indagini hanno portato ad una prevalenza di studi che utilizzano direttamente dati relativi a singole famiglie.

La maggior parte degli studi condotti sull'analisi delle determinanti dei consumi di energia elettrica a livello domestico utilizzano dati sulle singole famiglie provenienti o dalle indagini nazionali sui consumi delle famiglie (Baker e Blundell, 1989; Halvorsen e Larsen, 1999; Nesbakken, 1998; Nesbakken, 1999; Halvorsen e Larsen, 2001a; Halvorsen e Larsen, 2001b; Halvorsen, Larsen e Nesbakken, 2003; Larsen e Nesbakken, 2004; Reiss e White, 2005;) o da apposite indagini su casi studio (Wilder e Willenborg, 1975; Haas e Schipper, 1998; Filippini, 1999; Leth-Petersen e Togeby, 2001; Leth-Petersen, 2002; O'Neill e Chen, 2002; Matsukawa, 2007). Le indagini nazionali sui consumi delle famiglie sono condotte, in tutti gli studi da noi analizzati, dagli Istituti Nazionali di Statistica. Le informazioni rilevate riguardano i consumi ed i beni durevoli posseduti dalle famiglie. La variabile sui consumi di energia elettrica varia a seconda degli studi: in alcuni casi viene rilevato il consumo annuo della famiglia in KWh nel periodo soggetto all'indagine, in altri casi la spesa media nel periodo analizzato. Il prezzo medio, pagato dalle famiglie, viene ottenuto dalle aziende che gestiscono il servizio o da fonti ufficiali (Uffici Statistici Nazionali o Ministeri) ed è il medesimo per tutte le famiglie che hanno il medesimo gestore o che vivono nella medesima area oppure ricavato ex post come rapporto fra la spesa totale ed i consumi totali annui della singola famiglia.

Gli studi con dati aggregati, che effettuano un'analisi delle determinanti microeconomiche dei consumi di energia elettrica, sono, nella letteratura più recente, molto pochi. Shin (1985) analizza i consumi elettrici in 8 comprensori, gestiti da altrettante utilities, dal 1961 al 1980. Filippini (1995a) studia i consumi di energia elettrica di 40 città Svizzere per 4 anni utilizzando i dati aggregati sul consumo medio annuo ottenuti tramite dei questionari inviati alle società ed enti gestori del servizio elettrico. Larivière e Lafrance (1999) si concentrano sui consumi medi annui di energia elettrica per settore di utilizzo di 45 città del Quebec e conducono un'analisi statistica di correlazione per individuare le determinanti dei consumi della città. Garcia – Cerrutti (2000) analizza i consumi medi annui di energia elettrica e gas di 44 contee della California per 15 anni. Benavente et al. (2004) studiano i consumi elettrici residenziali da gennaio 1995 a dicembre 2001 nei comuni serviti da 18 delle utilities che forniscono il servizio in Cile. Bernstein e Griffin (2006) si concentrano sui consumi elettrici residenziali negli Stati Uniti a livello nazionale, regionale, statale e per singola utility dal 1977 al 2004.

Filippini (1995b), Baker e Blundell (1999), Holtedahl e Joutz (2004), Filippini e Pachauri (2004), Levison e Niemann (2004), Reiss and White (2004) e Rehdanz (2007) inseriscono nelle loro analisi delle variabili dummy che permettono di distinguere le città, o le regioni, in cui vivono le famiglie oggetto dell'indagine oppure di caratterizzare le città per alcune loro caratteristiche quali la connotazione urbana o rurale. Infine, Bushnell e Mansur (2005) utilizzano dati orari e giornalieri per studiare le determinanti dei picchi di consumo nella città di San Diego.

Gli studi analizzati utilizzano, prevalentemente, modelli lineari o log-lineari. Gli studi che analizzano più in generale le determinanti del consumo elettrico ed, in particolare, le variabili sociodemografiche che influenzano il consumo utilizzano modelli log-lineari, mentre gli studi che si focalizzano sull'influenza del possesso di determinati impianti di riscaldamento o determinati elettrodomestici utilizzano in prevalenza modelli lineari, tranne Vaage (2000) che usa un modello log-lineare. Zarnikau (2003) propone l'uso di un modello non parametrico dimostrando come questo sia superiore alle specificazioni utilizzate più frequentemente in letteratura. Gli studi finalizzati all'analisi delle determinanti della spesa utilizzano una funzione di domanda indiretta ed una specificazione AIDS (Almost Ideal Demand System) o una sua estensione (Baker e Blundell, 1991; Filippini, 1995b; Halvorsen e Larsen, 2006)

Schematizzando gli studi, attraverso le modalità di analisi econometrica utilizzata vediamo che le analisi cross-section (Leth-Petersen, 2002; Filippini e Pachauri, 2004; Bushnell e Mansur, 2005) sono più frequenti negli studi con dati microeconomici, mentre quelle time series sono molto più frequenti nelle analisi macroeconomiche (Madlener, 1995; Haas e Schipper, 1998; Beenstock et al., 1999; Hondroyannis, 2004; Hotendahl e Joutz, 2004; Narayan e Smyth, 2005; Zachariadis e Pashourtidou, 2006).

Le analisi panel sono meno frequenti e prevale l'uso di stime pooled OLS (Wilder e Willenborg, 1975; Shin, 1985; Nesbakken, 1999; Halvorsen e Larsen, 2001a; Halvorsen e Larsen, 2001b; Matsukawa, 2007) piuttosto che quello delle tecniche propriamente di stima panel (Filippini, 1995a; Garcia-Cerrutti, 2000; Leth-Petersen e Togeby, 2001; Leth-Petersen, 2002; Benavente et al. 2004)³. Wilder e Willenborg (1975) utilizzano una stima OLS ed una 2SLS per l'analisi dei consumi di un gruppo di famiglie degli Stati Uniti negli anni, per 274 semestri. Shin (1985) confronta le stime di un modello LSDV con un approccio IV. Filippini (1995a) utilizza una stima pooled OLS confrontandola con un Error Component model. Garcia-Cerrutti utilizza un modello dinamico a variabili casuali proposto da Swamy (1974), che permette di ottenere stime efficienti e consistenti dell'elasticità anche in presenza di errori eteroschedastici e correlati nel tempo e nello spazio. Le dimensioni di tali panel sono notevoli per quanto riguarda la dimensione individuale – in quanto le indagini sui consumi delle famiglie garantiscono migliaia di unità – con l'eccezione di Garcia-Cerrutti (2000) che usa dati a livello di singole regioni, mentre la dimensione temporale è spesso limitata, in quanto le indagini da cui provengono i dati generalmente risalgono a non oltre 30 anni fa e non vengono ripetute annualmente. Halvorsen e Larsen, che analizzano una serie temporale annuale dal 1975 al 1993, e Garcia-Cerrutti, dal 1983 al 1997, sono le serie storiche più lunghe associate a dei panel che analizzano i consumi residenziali a livello micro. Leth-Petersen e Togeby (2001) adottano un modello ad effetti fissi per analizzare i consumi medi di energia a metro quadro di un gruppo di condomini danesi nel periodo 1984-1995, così come Bernstein e Griffin (2006) che si concentrano sull'analisi dei consumi aggregati negli Stati Uniti.

Benavente et al. (2004) utilizzano un modello di stima dinamico confrontando diverse specificazioni, quali l'OLS, l'Arellano-Bond (1991), il Blundell-Bond (1998) ed un modello proposto da Kiviet (1995). Recentemente una parte della letteratura stima la domanda d'energia

³ Le analisi panel sono invece molto numerose nell'ambito di studi che analizzano i consumi energetici o elettrici di una nazione, nel suo complesso o per singoli usi (residenziali, industriali ecc.), e la crescita del PIL.

utilizzando modelli non parametrici (si veda tra questi Leth-Petersen, 2002) sia nelle stime OLS che time series che panel.

4.1.2. LA LETTERATURA SULLA DOMANDA DI ENERGIA ELETTRICA: L'ANALISI DELLE VARIABILI

La variabile dipendente

La maggior parte degli studi inserisce come variabile dipendente la quantità di energia elettrica consumata espressa in chilowatt (Filippini, 1995a; Madlener, 1995; Beenstock et al., 1999; Halvorsen e Larsen, 1999; Halvorsen e Larsen, 2001a; Halvorsen e Larsen, 2001b; Halvorsen, Larsen e Nesbakken, 2003; Hondroyiannis, 2004; Larsen e Nesbakken, 2004; Reiss e White, 2004; Filippini e Pachauri, 2004; Bushnell e Mansur, 2005; Matsukawa, 2007) o la quantità consumata di energia elettrica e gas (Garcia-Cerrutti, 2000; Petersen, 2002) o la quantità di energia elettrica, gas e legna da ardere (Halvorsen, Larsen e Nesbakken, 2003). In alcuni studi la variabile dipendente è la spesa annuale per l'energia (Nesbakken, 1999; Labandeira et al., 2005) o solo per l'elettricità (Baker e Blundell, 1991; Filippini, 1995b e 1999; Rendhanz, 2007). Leth-Petersen e Togeby (2001) utilizzano come variabile dipendente il consumo medio di energia elettrica per metro quadrato.

Le covariate

L'OECD (2002) individua ne: i) la dimensione dell'abitazione; ii) il reddito disponibile; iii) i cambiamenti negli stili di vita (uso di un numero maggiore di apparecchi elettrici e con maggiore frequenza); iv) le tecniche ed i materiali di costruzione delle abitazioni; v) la crescita della popolazione, l'invecchiamento progressivo e l'aumento delle famiglie composte da una sola persona, i fattori che comportano un aumento dei consumi elettrici, mentre individua nell'adozione di tecnologie e di regole e standard che mirano al risparmio energetico sia negli elettrodomestici che nelle abitazioni, fattori che possono influire positivamente sulla riduzione dei consumi.

Negli studi da noi analizzati vengono inserite numerose altre variabili, oltre a quelle indicate dall'OECD. Le variabili indipendenti inserite possono essere riassunte nelle seguenti sottocategorie:

- Prezzo dell'energia elettrica

Contrariamente a quanto accade nella letteratura sulla domanda d'acqua per usi domestici, in quella sulla domanda di energia elettrica non vi è alcun dibattito in corso sul sistema tariffario. Ciò è probabilmente determinato dal fatto che nel settore elettrico sono ampiamente diffuse tariffe binomie e a blocchi crescenti, legate ad un consumo misurato con dei contatori, e

generalmente i livelli di prezzo sono piuttosto elevati, al contrario di quanto accade nel settore idrico⁴.

Molti degli studi analizzati non indicano nel dettaglio le diverse tariffe presenti nell'ambito analizzato, probabilmente perché, utilizzando dati disaggregati su famiglie servite da diversi gestori, tale rassegna sarebbe costosa in termini di acquisizione delle informazioni. Filippini (1995a) indica che la tariffa presente in Svizzera è binomia con una parte fissa ed una legata al consumo. Reiss and White (2005) indicano che nelle contee californiane è presente un sistema tariffario a due blocchi crescenti. Il loro studio è l'unico che effettua un'analisi dettagliata dei problemi e delle alternative di stima, derivanti dalla presenza di un sistema tariffario a blocchi crescenti. Il prezzo dell'energia elettrica, inserito negli studi che utilizzano un modello lineare con consumi annuali è il prezzo medio per chilowatt (tra gli altri: Filippini, 1995; Garcia – Cerrutti, 2000). Tale variabile è ottenuta direttamente dai gestori o da altre fonti ufficiali. In altri casi viene calcolato ex post come rapporto tra la spesa totale ed il consumo totale di energia elettrica della singola famiglia. Solo Shin (1985) utilizza il prezzo marginale insieme ad una seconda variabile di prezzo che tiene in considerazione la presenza di blocchi crescenti.

In genere l'elasticità della domanda di energia al prezzo è molto bassa, tranne che in Bernstein e Griffin (2006) che ottengono valori di breve periodo superiori all'unità in alcuni Stati e addirittura positivi nel lungo periodo. Il valore dell'elasticità rispetto al prezzo negli studi, che utilizzano un modello lineare, è riassunta nella tabella sottostante.

Studi con dati aggregati a livello nazionale – Analisi Time Series con variabili macroeconomiche		
	Breve periodo	Lungo periodo
Beenstock et al., 1999	-	-0.13 e -0.214
Hondroyannis, 2004	-	-0.41
Hotendahl e Joutz, 2004	-	-0.15
Narayan e Smyth, 2005	-0.541	-0.263
Zachariadis e Pashourtidou, 2006	-	-0.43
Studi con dati panel		
	Breve periodo	Lungo periodo
Wilder e Willenborg, 1975	-1.31	-
Shin, 1985 ^{##}	-0.143/-0.120	-
Filippini, 1995a [#]	-0.60 e -0.79	-0.71 e -1.92
Garcia-Cerrutti, 2000 [#]	-0.04	-
Benavente et al., 2004 [#]	-0.0548	-0.39
Bernstein e Griffin, 2006 [#]	-0.24 a livello nazionale; da -0.4 a -0.31 a livello regionale; da -0.004 a -1.026 a livello di singolo stato	-0.32 a livello nazionale; da -0.18 a -0.98 a livello regionale; da -0.005 a 0.666

* prezzo marginale; [#] dati aggregati

Negli studi con modelli di scelta discreta/continua o con domanda condizionata, la variabile di prezzo utilizzata è il prezzo medio per chilowatt tranne che in Dubin e McFadden (1984) e

⁴ Si veda, per un confronto internazionale sui prezzi: Paniccia I. (1997). Confronti internazionali di prezzo dell'energia elettrica. AEEG, e IEA (2006). Key World energy Statistics.

Herriges and King (1994) e Matsukawa (2007), che usano il prezzo marginale. I valori dell'elasticità sono riportati nella tabella sottostante.

Studi con modelli di scelta discreta, discreti/continui e domanda condizionata		
	Breve periodo	Lungo periodo
Durbin e McFadden, 1984*	-0.25	-
Herriges and King, 1994*	-0.2/-0.4	-
Nesbakken 1998 e 1999	da -0.24 a -0.57	-
Vaage, 2000	-1.29 e -1.24	-0.7
Halvorsen e Larsen, 2001a	-0.4	-0.8
Halvorsen e Larsen, 2001b	-0.433	-0.442
Matsukawa, 2007*	-0.583/-0.328	-

* prezzo marginale

Herriges and King (1994) mostrano che il valore dell'elasticità è maggiore nei mesi invernali (-0.4) rispetto a quelli estivi (-0.2). Essi rilevano come il valore dell'elasticità al prezzo, per prezzi marginali inferiori, decresce al crescere del reddito ed è quasi nulla per i redditi più elevati, mentre nel caso di prezzi marginali superiori è quas nulla per i redditi inferiori e tende a crescere con l'aumentare del reddito. Pireddu e D'Ascenzo (1996) stimano l'elasticità diretta al prezzo dei combustibili rispetto alla scelta del tipo di riscaldamento ed ottengono che l'elasticità al prezzo del gasolio, rispetto al sistema di riscaldamento autonomo a gasolio, è pari a -2.478, del prezzo del metano, rispetto al sistema autonomo a metano, è -1.520, del prezzo del metano rispetto alla stufetta a gas è -2.857 e del prezzo dell'elettricità, rispetto alla stufetta elettrica, è -7.183. McFadden, Puig e Kirshner (1977) utilizzano al posto del prezzo marginale i diversi prezzi marginali associati ai diversi scaglioni come strumento per il prezzo marginale. Il problema di questa specificazione è, come notano Reiss e White (2005), che lo strumento è debole poichè spesso vi è poca variabilità tra le osservazioni.

- *Prezzo o presenza di altri combustibili*

In quasi tutti gli studi analizzati, ed, in particolare, in quelli che analizzano nello specifico la domanda di energia per riscaldamento, sono inseriti anche i prezzi delle altre forme di energia disponibili, quali il GPL, il gasolio o kerosene, la legna da ardere e viene stimata anche l'elasticità incrociata tra beni sostituti o complementi.

Garcia Cerrutti (2000) individua che il gas è un bene complemento dell'energia elettrica e non un sostituto. Halvorsen e Larsen (1999, 2001a e 2001b) trovano che il kerosene sia un bene sostituto, mentre l'olio combustibile sia un complemento. Halvorsen e Nesbakken (2002) inseriscono nel loro lavoro il numero di apparecchi che utilizzano kerosene ed olio da riscaldamento e quelli che utilizzano legna da ardere: i primi risultano essere sostituti degli apparecchi che utilizzano energia elettrica, mentre i secondi sono complementi. Halvorsen e Nesbakken (2004) sottolineano come l'impatto del prezzo della legna e dell'uso della legna da ardere siano influenzati dall'abitudine delle famiglie norvegesi di procurarsi la legna nei boschi.

Durbin e McFadden (1984) individuano che il gas è un complemento dell'energia elettrica: essi commentano che, probabilmente questo risultato è conseguenza di fattori non osservati che influenzano le scelte dei consumatori nell'ambito analizzato. Leth – Petersen (2002) trova, invece, che il gas è un sostituto (+0.1134). Benavente et al. (2004) verificano altresì che il GPL (+0.025 e +0.178) è un sostituto.

Filippini (1995a) non inserisce il prezzo del gas, ma semplicemente una variabile dummy che indica la disponibilità, o meno, nel centro abitato del gas. Pireddu e D'Ascenzo (1996) stimano l'elasticità incrociata aggregata del prezzo dei combustibili rispetto alle alternative di riscaldamento. L'elasticità del prezzo del gasolio rispetto alle altre alternative, è 1.552 (bene sostituto), del prezzo del metano è 1.547 (bene sostituto) e dell'elettricità è 0.733 (bene sostituto). Da questi dati emerge come vi sia una notevole sostituibilità, indotta dalle variazioni del prezzo del gasolio e del metano, mentre più rigida appare la domanda di energia elettrica e ciò può essere dovuto all'esistenza di un mercato vincolato per le utenze domestiche.

- *Reddito*

Numerosi studi mostrano come il reddito non sia una variabile esplicativa significativa (tra gli altri: Durbin e McFadden, 1984; Filippini, 1995a; Henley e Pearson, 1998; Garcia Cerrutti, 2000; Reiss e White, 2005). Questo risultato è conseguenza del fatto che i consumi elettrici non sono direttamente dipendenti dal reddito ma dal possesso di apparecchi elettrici ed il reddito incide più sull'acquisto del bene che sul consumo finale di energia elettrica (Reiss and White, 2005).

Haas e Schipper (1998) trovano che, considerando il livello di efficienza energetica dei consumi elettrici nel settore residenziale, la variabile del reddito diventa significativa e l'elasticità assume valori elevati tra 0.22 e 0.96. Narayan and Smyth (2005) mostrano come il reddito sia una variabile esplicativa importante nel lungo periodo nelle analisi time series, poichè è in grado di determinare differenze temporali nello stock di elettrodomestici posseduti (a tal proposito si vedano anche Halvorsen e Larsen, 1999, 2001a e 2001b; Ruth e Lin, 2006). Stesso risultato si può trovare in Hondroyannis (2004) e in Nesbakken (1999).

Tuttavia, Herriges and King (1994) mostrano come l'elasticità al reddito di breve periodo non sia indipendente dalla dimensione del reddito e come il suo valore sia maggiore per redditi inferiori e tenda a decrescere all'aumentare del reddito.

Halvorsen e Larsen (1999, 2001a e 2001b), considerando la crescente capacità di spesa dei pensionati, inseriscono come variabile il reddito medio da pensione (sul crescente potere di spesa dei pensionati si vedano Ironmonger et al., 1995; Yamasaki e Tominaga, 1997; Liao e Chang, 2002).

- *Caratteristiche delle famiglie*

Le caratteristiche delle famiglie sono inserite tra le determinanti in riferimento sia ad aspetti quantitativi sia qualitativi. Le caratteristiche quantitative sono quelle che misurano il numero di componenti del nucleo familiare ed il numero di bambini, ragazzi ed anziani anche se, spesso,

queste ultime variabili sono inserite come variabili dummy che ne indicano la semplice presenza. Altre caratteristiche qualitative inserite negli studi sono la presenza di pensionati e di casalinghe (Filippini, 1995b; Filippini e Pachauri, 2004) e di disoccupati (Rehdanz, 2007; Rehdanz e Stowhase, 2007) che, stando maggiormente in casa, dovrebbero essere associati a consumi superiori (sebbene i risultati verificati in letteratura non siano concordanti), la professione e l'età del capofamiglia (Filippini, 1995b; Filippini e Pachauri, 2004).

Il titolo di studio è una variabile raramente utilizzata in questa letteratura, contrariamente a quanto accade in quella che analizza i fabbisogni e l'efficienza energetica. In questi studi è stato dimostrato che le persone con un titolo di studio elevato hanno maggiore conoscenza delle tematiche del risparmio energetico e, a parità di conoscenza, sono più propensi ad utilizzarle, sia che riguardino l'adozione di comportamenti che l'acquisto di apparecchi ed elettrodomestici (Mansouri et al., 1996; Shen e Sajio, 2008).

Solo Levison e Niemann (2004) inseriscono il titolo di studio del capofamiglia per analizzare le determinanti della temperatura interna dell'abitazione, variabile che influenza direttamente il consumo elettrico per riscaldamento.

E' indubbio che le caratteristiche del nucleo familiare influenzano i consumi domestici. Numerosi studi hanno dimostrato come il consumo di energia elettrica non cresca proporzionalmente all'ampiezza del nucleo familiare ma che, le famiglie con un numero minore di componenti, tendano a consumi maggiori, associati ad un maggior benessere economico (UN –DESA, 2007). Al contrario, Halvorsen e Larsen (1999, 2001a e 2001b) e Halvorsen, Nesbakken e Larsen (2003) inseriscono una variabile che indica le famiglie composte da un solo componente trovando che queste consumano meno delle famiglie più numerose. Questo risultato viene confermato da altri studi che utilizzano la dimensione media familiare, ottenendo un coefficiente positivo: Filippini (1995a) trova un coefficiente pari a 0.81/1.11, Haas e Schipper (1998) un coefficiente pari a 0.37; Matsukawa (2007) un coefficiente pari a 0.109. Reiss e White (2005) mostrano come la numerosità familiare influisca positivamente, se si considerano tutti i consumi elettrici ed il consumo dovuto agli scaldabagni elettrici, mentre influisce negativamente se si controlla singolarmente l'impatto sul riscaldamento elettrico.

Alcuni studi sono focalizzati sulle relazioni tra consumi e specifiche caratteristiche delle famiglie studiate. Esiste un ambito della letteratura che si concentra sulla presenza di anziani, o pensionati, all'interno del nucleo familiare (Yamasaki e Tominaga, 1997; Matsukawa, 2004). Ironmonger et al. (1995) osservano come le famiglie meno numerose sono penalizzate dal fatto di non poter usufruire delle economie di scala esistenti nel consumo domestico: col progressivo invecchiamento della popolazione questo problema andrà a riguardare fasce sempre più deboli della popolazione, quali anziani e pensionati. Liao e Chang (2002) analizzano la domanda di riscaldamento dell'ambiente e dell'acqua verificando come l'uso di energia elettrica per il riscaldamento degli ambienti cresca con l'età – al contrario di quanto accade per gas e kerosene -, mentre il consumo di acqua calda diminuisce col crescere dell'età a causa, probabilmente, della riduzione delle attività della vita sociale. Casey e Yamada (2002) trovano che gli anziani che vivono soli hanno consumi superiori, rispetto alle famiglie unipersonali di età inferiore, ma accade il contrario se vivono in famiglie più numerose.

Higgs et al. (2006), al contrario, mostrano come la più recente coorte di pensionati del Regno Unito non sia una categoria di consumo residuale ma che per età e capacità di spesa, almeno una quota di essi, abbia consumi che possono influire notevolmente sul consumo energetico degli Stati Europei, indipendentemente dall'esistenza di economie di scala per i nuclei numerosi. Gli autori sottolineano come occorra tenere in considerazione questo aspetto quando si predispongono tariffe e politiche sociali.

Leth-Petersen (2002) analizza in maniera esplicita le differenze di comportamento delle diverse classi d'età, inserendo una serie di dummy che indicano la presenza di persone in determinate classi di età all'interno del nucleo familiare. L'analisi per fasce di età permette di verificare le differenze nei consumi dovute a differenti stili di vita. L'autore trova che il consumo nella classe di età 40 – 65 anni è inferiore a quello delle classi di età più giovane, mentre le famiglie con bambini hanno consumi più elevati di quelle che non ne hanno ma non sembra che vi siano differenze determinate dalle diverse età dei figli.

Alcuni studi si concentrano sull'influenza della titolarità dell'abitazione sui consumi di energia, verificano cioè se l'essere proprietario di un'abitazione o un affittuario determina comportamenti differenti. Leth-Petersen e Togeby (2001) e Levison e Niemann (2004) analizzano il problema partendo dall'osservazione che i consumi elettrici tendono ad essere più elevati quando il costo dell'energia consumata è compreso nel canone d'affitto. Leth-Petersen e Togeby (2001) trovano che l'assenza di contatori per singolo appartamento rende inefficace l'introduzione di politiche di incentivo alla riduzione dei consumi. Levison e Niemann (2004) analizzano due gruppi di abitazioni differenti in cui in un gruppo il costo del riscaldamento è compreso nell'affitto, nell'altro separato. I risultati mostrano che quando il riscaldamento è compreso nell'affitto la temperatura interna delle abitazioni tende ad essere più elevata e gli affittuari tendono a tenere il riscaldamento acceso anche in loro assenza. Vaage (2000), al contrario, analizzando la scelta della tipologia di energia per il riscaldamento, inserisce una dummy che indica se l'abitazione è data in affitto trovando una relazione negativa con il consumo di energia.

Wilder e Willenborg (1975) e Poyer et al. (1997) analizzano invece le differenze derivanti dall'appartenenza razziale nel consumo energetico come ulteriore variabile esplicativa nel consumo domestico degli Stati Uniti. Wilhite et al. (1996) verificano come le differenze culturali e quelle nelle abitudini consolidate, tra Giappone e Norvegia, influenzino i consumi di energia elettrica.

Accanto a questi aspetti, rimane importante l'educazione del consumatore ad un uso sostenibile delle apparecchiature elettriche. Faiers et al. (2007) mostrano come le scelte del consumatore, rispetto alle tecnologie e beni a basso consumo energetico, siano determinate non solo dalle condizioni del mercato ma anche da valori e attitudini personali nonché da fenomeni di status, di social learning e networks. Sebbene si ritenga che alcune misure, quali politiche di incentivazione all'adozione di determinati comportamenti o beni (quali sussidi, introduzione di standard e tasse), siano utili nell'indurre comportamenti più sostenibili da parte del consumatore (UN – DESA, 2007). Boonekamp (2007), in uno studio sui Paesi Bassi, mostra come tali misure siano meno efficienti di adeguate politiche di prezzo nell'indurre riduzioni di consumo.

- *Caratteristiche delle abitazioni*

Una parte degli studi analizzati include informazioni sulle caratteristiche delle abitazioni. L'ampiezza dell'abitazione influisce positivamente sui consumi [si veda ad esempio: Leth-Petersen (2000); Halvorsen e Larsen (2001b); Halvorsen, Nesbakken e Larsen (2004)], mentre il numero di stanze dà risultati discordanti [Reiss e White (2005) trovano un coefficiente positivo, ma Baker e Blundell (1991) trovano che la relazione positiva è associata alla presenza di più di 6 stanze, mentre per quelle con un numero inferiore il segno è negativo]. Kalumia e Green (2004) inseriscono sia la dimensione dell'abitazione come superficie che il numero di stanze, trovando che influenzano positivamente i consumi.

Alcuni degli studi utilizzano come variabili esplicative elementi strutturali quali l'isolazione, il numero di finestre ecc. Queste ultime variabili influenzano la temperatura interna dell'abitazione e possono determinare variazioni nell'uso dell'energia elettrica per riscaldamento (Levison e Niemann, 2004). Reiss e White (2005) inseriscono il numero di bagni per tenere in considerazione l'impatto del riscaldamento elettrico dell'acqua. L'epoca di costruzione delle abitazioni è una variabile che dà risultati ambigui. Nelle abitazioni più recenti possono esserci tecnologie e metodi di costruzione più efficienti dal punto di vista energetico che comportano una riduzione nei consumi [Leth-Petersen (2002), Halvorsen e Larsen e Nesbakken (2003); contra Halvorsen e Larsen (2001b)], talvolta però le case più vecchie non sono dotate di riscaldamento elettrico e perciò risultano avere consumi inferiori di quelle più recenti (Leth-Petersen e Togeby, 2001). Leth-Petersen (2002) e Halvorsen e Larsen (1999, 2001a e 2001b) inseriscono una variabile sulla tipologia dell'abitazione (singola o semi-indipendente) trovando che le abitazioni in condominio sono associate a consumi inferiori. Halvorsen, Nesbakken e Larsen (2003) inseriscono sia una dummy, che indica se l'abitazione è un appartamento (verificando un'influenza negativa sul consumo), sia una che indica se l'abitazione è singola (in questo caso trovando un'influenza positiva).

Solo Rendhansz e Stowhase (2007) hanno inserito, tra le variabili esplicative, del loro lavoro sulla spesa per il riscaldamento, una variabile che considera la ristrutturazione degli impianti di riscaldamento o degli infissi.

- *Possesso di apparecchi elettrici ed elettrodomestici*

Gli studi sui consumi delle famiglie contengono spesso informazioni sul possesso di apparecchi elettrici ed elettrodomestici.

Abbiamo già detto che la crescente diffusione di apparecchi elettrici ed elettrodomestici contrasta in molti casi, la crescita nell'efficienza delle apparecchiature stesse. Allo stato attuale della nostra ricerca solo lo studio di Haas et al. (1998) sull'Austria mostra come la progressiva diffusione di criteri e standard di efficienza energetica abbia consentito il calo dei consumi energetici, nonostante trend di consumo crescente di apparecchi elettrici ed elettrodomestici. Reiss and White (2004), nel loro studio su un campione di famiglie residenti in California,

rilevano che l'elasticità rispetto al prezzo varia a seconda degli elettrodomestici posseduti, per cui è molto bassa, se non nulla, per gli elettrodomestici più diffusi e considerati beni base (quali il frigorifero, la lavatrice, il forno a microonde e la televisione), mentre per il riscaldamento la presenza di altri combustibili aumenta il valore dell'elasticità rispetto al prezzo dell'energia elettrica.

Ruth e Lin (2006) inseriscono il trend dei consumi e considerano tale variabile come una proxy dell'andamento della diffusione dei condizionatori nel corso tempo (si vedano a tal proposito Matsukawa e Ito, 1998), ritenendo che la progressiva diffusione di tale elettrodomestico abbia una notevole rilevanza per i consumi aggregati. La medesima variabile sul trend dei consumi è inserita da Halvorsen e Larsen (1999, 2001a, 2001b), i quali verificano l'esistenza di un trend che influenza positivamente il consumo medio delle famiglie norvegesi, dovuto all'aumento costante del numero di famiglie, della percentuale di anziani detentori di una pensione e del numero di alcuni elettrodomestici (lavastoviglie ed asciugatrici in particolare). Essi verificano, inoltre, la forte presenza di un rebound effect poiché, sebbene sia aumentata l'efficienza energetica (e dunque diminuito il fabbisogno energetico del singolo elettrodomestico), l'aumento del numero di elettrodomestici ed apparecchi elettrici determina un aumento del consumo medio di energia più che compensa i guadagni di efficienza. Solo Leth-Petersen e Togeby (2001) ottengono un coefficiente negativo e significativo associato alla variabile del trend.

Solo Halvorsen e Larsen (1999, 2001a e 2001b) verificano la probabilità di un acquisto futuro di elettrodomestici, individuando che l'acquisto di cucine elettriche e congelatori è associata ad una riduzione dei consumi di elettricità, mentre quella di lavatrici, lavastoviglie e frigoriferi è legata ad un aumento: tuttavia tutte le variabili risultano non significative tranne quella relativa alla lavatrice. Una possibile spiegazione del segno negativo può essere legata alla sostituzione di apparecchi più vecchi. Contrariamente per lo stock di elettrodomestici già posseduto tutte le variabili sono significative, tranne la variabile che indica il congelatore, e con segno positivo.

- *Tipologia dell'impianto di riscaldamento e scelta del combustibile*

È generalmente riconosciuto che il riscaldamento degli ambienti e quello dell'acqua determinano il maggior consumo di energia elettrica, sebbene il progressivo aumento del prezzo di quest'ultima abbia condotto negli ultimi anni alla sua progressiva sostituzione con il metano o il GPL e con la legna da ardere (laddove possibile) (UN – DESA, 1999).

L'analisi delle scelte fatte dalle famiglie sul tipo di riscaldamento da adottare o sul possesso di apparecchi elettrici è oggetto di appositi studi. In questi studi la domanda di energia elettrica è modellata come una domanda derivata dal possesso e dall'uso di specifici apparecchi e/o elettrodomestici. Lo studio principale di questo filone è il lavoro di Durbin e McFadden (1984) il quale presenta la decisione sul tipo di riscaldamento con un modello di scelta discreta/continua. Tale studio è stato usato come base per una serie di altri lavori sia sul riscaldamento (Vaage, 2000; Nesbakken, 1998; Nesbakken, 1999; Liao e Chang, 2002), sia sul possesso di altri beni energivori ed elettrodomestici (Halvorsen e Larsen, 1999; Halvorsen e Larsen, 2001a; Halvorsen e Larsen, 2001b) in cui vengono utilizzati modelli di scelta discreta/continua e

discreta/discreta. Larsen e Nesbakken (2004) sviluppano un modello di analisi simile, utilizzando un modello di domanda condizionata, per determinare i fabbisogni energetici necessari a soddisfare gli usi finali di energia derivanti dal possesso di beni energivori e dalla tipologia di riscaldamento utilizzata. Un lavoro simile viene effettuato anche da Reiss e White (2005).

Dubin e McFadden (1984) elaborano un modello di scelta discreto/continuo in cui le famiglie scelgono dapprima la tipologia di riscaldamento degli ambienti e dell'acqua e la relativa fonte energetica (scelta discreta), sulla base del prezzo delle differenti energie disponibili, e poi il consumo annuo di energia, come domanda derivata dalla scelta precedente (scelta continua). Pireddu e D'Ascenzo (1996) analizzano le scelte di riscaldamento di 7060 famiglie italiane che vivono in case monofamiliari e di proprietà, in quanto si presume abbiano effettivamente valutato la scelta dell'impianto di riscaldamento, contrariamente a quanto generalmente accade per chi vive in un appartamento in condominio o è in affitto. I risultati indicano che la scelta di una tipologia di riscaldamento è legata al prezzo con segno negativo e positivamente col reddito e la dimensione della abitazione. La scelta dei sistemi che usano gas naturale è legata soprattutto alla sua economicità, mentre quella dell'elettricità è legata positivamente al suo presunto scarso impatto ambientale e negativamente alla sua economicità, mentre la scelta del gasolio è legata negativamente sia alla qualità ambientale, sia all'economicità che alla pericolosità. Il modello propone, dapprima la scelta tra sistema di riscaldamento autonomo e stufetta e, poi, quella tra gasolio o gas naturale e gas naturale o elettricità. La stima mostra che il reddito sembra la variabile più importante nella scelta del riscaldamento autonomo. Nesbakken (1998) inserisce tra le variabili esplicative anche le caratteristiche dell'abitazione e le eventuali strategie di risparmio energetico. Vaage (2000) verifica come la scelta sulla quantità di energia da utilizzare è condizionata alla scelta del tipo di riscaldamento ed è modellata come una scelta continua. In entrambe le scelte il prezzo dell'energia è la variabile maggiormente significativa nello spiegare le decisioni dei consumatori assieme alle caratteristiche delle famiglie. Rehdanz (2007) analizza le determinanti della spesa mensile delle famiglie per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua in Germania. Si tratta di uno studio con dati panel sui consumi delle famiglie in cui oltre al prezzo dell'energia elettrica, al reddito e alle caratteristiche delle famiglie e delle abitazioni sono inserite tra le variabili esplicative delle dummy che indicano il tipo di riscaldamento ed il combustibile utilizzato, il titolo di possesso dell'abitazione e la dimensione della città in termini di popolazione e una dummy che indica il Laender in cui si trova.

Tali lavori stimano un valore dell'elasticità al prezzo che è perlopiù di breve periodo dovuto al fatto che la scelta dell'impianto di riscaldamento, una volta fatta, rimane tale per molti anni. Numerosi autori rimarcano come sia ancora carente la raccolta di informazioni relative all'efficienza e all'uso degli apparecchi, così come vengono raccolte poche informazioni sulla conoscenza delle pratiche di risparmio energetico e delle etichettature e marchi ecologici.

Herriges and King (1994) si concentrano sulla stima del valore dell'elasticità in presenza di una tariffa a blocchi, proponendo una metodologia alternativa a quelle utilizzate in precedenza. Partendo dalla procedura ML di stima della domanda proposta da Burtless e Hausman (1978) e

modificandola, essi confrontano la loro proposta con le altre metodologie e analizzano il comportamento dei consumatori utilizzando i prezzi marginali degli scaglioni di consumo in cui si trovano.

Esistono, inoltre, studi che utilizzano come variabili esplicative il tipo di riscaldamento utilizzato. Baker e Blundell (1991) analizzano l'impatto che il prezzo dei combustibili e delle tipologie di riscaldamento hanno sulla spesa annua in elettricità delle famiglie inglesi. Essi inseriscono tra le covariate sia il prezzo dei diversi combustibili (gas, elettricità, carbone) che delle variabili dummy che indicano la presenza o meno di determinate tipologie di riscaldamento (riscaldamento centralizzato a gas, elettrico o con altri combustibili). Schuler et al. (2000) studiano separatamente le determinanti del consumo di energia elettrica derivanti dall'uso di elettricità per il riscaldamento e poi le determinanti socio economiche di quest'ultimo. Tra le variabili esplicative del primo modello – oltre alle variabili che normalmente troviamo relative ad ampiezza ed età, tipologia e titolarità dell'abitazione, numerosità familiare e reddito ecc. - gli autori inseriscono una dummy che indica il tipo di riscaldamento (impianto centralizzato o autonomo, apparecchi di riscaldamento ecc.), la quantità di combustibile acquistata (energia elettrica, carbone, olio ecc.), una dummy che indica il combustibile prevalente utilizzato per il riscaldamento e una che indica la tipologia del riscaldamento dell'acqua (con energia elettrica, con scaldabagno, insieme al riscaldamento dell'abitazione ecc.).

Anche il raffreddamento degli ambienti con pompe di calore o condizionatori è una pratica che determina un notevole consumo di energia elettrica e che si va sempre più diffondendo. Matsukawa e Ito (1998) verificano le determinanti del numero di condizionatori acquistati da una famiglia giapponese, trovando che il prezzo di acquisto svolge un ruolo importante nella scelta, solo parzialmente, avversato dall'eventuale incremento del prezzo dell'energia elettrica. Sailor e Pavlova (2003) analizzano come il cambiamento climatico ed il riscaldamento del pianeta influiscano sulla progressiva diffusione dei condizionatori e mostrano come l'aumento della temperatura spieghi solo in parte l'aumento della diffusione di condizionatori.

L'OECD (2001d) analizza le determinanti della scelta di sostituire apparecchi di riscaldamento elettrici e di adottare i condizionatori presso le famiglie degli Stati Uniti, trovando che questa scelta è fortemente influenzata dall'età dell'impianto e da quella del capofamiglia, molto più che dalle condizioni di accesso al credito al consumo; altri studi effettuati nel medesimo contesto mostrano come oltre all'età del capofamiglia sia importante il reddito.

- *Caratteristiche climatiche e/o geografiche*

Tutti gli studi sulla domanda di energia inseriscono tra le variabili esplicative anche variabili climatiche. Reinders et al. (2003) mostrano come le differenze climatiche siano una variabile altamente esplicativa quando si studiano le differenze nei fabbisogni energetici dei diversi stati comunitari.

La maggior parte degli studi sulla domanda di energia elettrica e quelli più datati utilizzano la variabile degli heating (HDD) and cooling degree days (CDD). Queste variabili sono degli indici costruiti utilizzando come dato base la temperatura. In pratica, lo HDD è il numero di giorni

durante l'anno in cui vi è un valore superiore alla media, del valore medio annuo, delle differenze giornaliere tra la temperatura media e i 18 gradi centigradi (considerati come la temperatura alla quale non è necessario riscaldare l'abitazione), mentre il CDD si calcola come differenza rispetto alla temperatura base di 28 gradi centigradi (temperatura considerata la massima tollerabile senza condizionatore). Tali variabili sono state elaborate appositamente per catturare l'influenza del clima sull'uso del riscaldamento e del raffreddamento delle abitazioni ed il conseguente consumo di energia elettrica. Negli studi più recenti tali variabili sono soggette a critiche sia perché trascurano elementi climatici che influiscono sulla temperatura interna (esposizione al sole e al vento ed umidità), sia perché le soglie utilizzate sono un'approssimazione della soggettività della temperatura che rende confortevole lo stare in un edificio senza/con riscaldamento o raffreddamento.

Il clima e la sua variabilità influiscono in maniera notevole sui consumi energetici ed elettrici in particolare: i fenomeni climatici estremi sono una delle principali cause dei picchi di consumo dovuti alla necessità di equilibrare la temperatura interna rispetto a quella esterna (Bigano, Bosello e Marano, 2006).

Lo studio dell'interazione fra fenomeni meteorologici, aree bioclimatiche e consumi elettrici ha dato vita ad un altro filone di studi che assume sempre maggiore importanza col progressivo intensificarsi del cambiamento climatico. Henley e Peirson sono tra i primi ad occuparsi in maniera esplicita delle relazioni tra temperatura e consumo di energia elettrica in una serie di studi sul Regno Unito (1994, 1996, 1997 e 1998; si veda anche Peirson e Henley, 1994). Essi rilevano che il variare della temperatura influenza i consumi energetici in maniera non lineare, influenzando anche il valore dell'elasticità al prezzo. Sailor (2001) analizza la sensibilità dei consumi di elettricità al variare del clima, utilizzando come variabili climatiche la temperatura, l'umidità, la velocità del vento e la nuvolosità. Amato et al. (2004) analizzano l'impatto della temperatura sul consumo energetico verificando come le variabili climatiche incidano più di quelle demografiche sul crescente trend di consumo. Levison e Niemann (2004) verificano come l'influenza della temperatura sui consumi sia inferiore, quando l'abitazione è ben isolata, al crescere del prezzo dell'energia elettrica e quando il costo del riscaldamento non è incluso nell'affitto. Moral-Carcedo e Vicéns-Otero (2005) elaborano un modello che tiene in considerazione zone climatiche e temperatura media in vari periodi dell'anno. Lo scopo di questo studio è duplice: da un lato si cerca di valutare le differenti conseguenze delle variazioni di temperatura se si considerano giorni festivi e giorni lavorativi, dall'altro si cerca di dimostrare che la temperatura è una misura migliore di HDD e CDD.

Mentre la maggior parte degli studi affronta l'analisi a livello di una singola nazione, utilizzando l'analisi delle serie storiche, Bigano, Bosello e Marano (2006) e De Cian, Lanzi e Roson (2007) utilizzano un'analisi panel dinamica per stimare l'influenza della temperatura sulla domanda di energia in diverse nazioni. I primi analizzano l'influenza che la temperatura ha sul consumo nazionale di varie tipologie energetiche per diverse tipologie di consumatori. I risultati relativi ai consumi domestici indicano una generale influenza negativa sui consumi, tranne che per il carbone. Tale relazione negativa è dovuta al fatto che l'aumento della temperatura determina

una riduzione del riscaldamento: poiché il possesso di condizionatori è strettamente legato ad elevati livelli di reddito la loro diffusione non è tale da indurre una relazione positiva nel caso dell'energia elettrica come ci si sarebbe potuto attendere.

Il lavoro di De Cian, Lanzi e Roson (2007) prende spunto dal lavoro precedente introducendo alcune diverse ipotesi di analisi. Partendo dall'assunto che il riscaldamento ed il raffreddamento degli ambienti sono gli usi che maggiormente incidono sui consumi domestici, verificano come la variazione della temperatura ha conseguenze diverse sui consumi perché non incide direttamente e sempre allo stesso modo sulle scelte di consumo. Come già indicato da Henley e Pearson (1998) la relazione tra temperatura ed energia può non essere lineare. La non linearità è determinata dalle caratteristiche geografiche (l'aumento o la diminuzione della temperatura hanno effetti diversi a seconda che ci si trovi in un paese caldo o freddo), alle differenze stagionali, dal tipo di combustibile (abbiamo già visto come per il riscaldamento degli ambienti l'energia elettrica possa avere il gas e la legna da ardere come sostituti) e dal livello di reddito (la diffusione dei condizionatori dipende dal livello di reddito). Per tenere in considerazione tali elementi, gli autori dividono il panel in due gruppi che tengono in considerazione le differenze geografiche, ed inseriscono come covariata il prodotto tra temperatura e reddito per tenere in considerazione tale non linearità. Le differenze stagionali sono tenute in considerazione inserendo come covariate le temperature medie stagionali. I risultati ottenuti confermano che le differenze geografiche e stagionali interagiscono con le variazioni della temperatura ed influiscono sui consumi energetici attraverso il riscaldamento ed il raffreddamento delle abitazioni, mentre nessuna influenza sembra avere il reddito in questa analisi.

Nel medesimo ambito di ricerca si possono inserire, inoltre, degli studi che verificano l'influenza del clima utilizzando come chiave di lettura elementi particolari. Uno studio di Summerfield et al. (2007) parte dall'assunto che è la temperatura interna delle abitazioni ad influenzare il consumo energetico e che la temperatura esterna influenza solo parzialmente quella interna. Essi confrontano il comportamento di alcune famiglie a dieci anni di distanza individuando come, nonostante la temperatura media esterna sia aumentata, la temperatura interna delle abitazioni sia rimasta la medesima. In questo studio viene inserita come variabile climatica anche il valore medio dell'umidità. Levison e Niemann (2004) analizzano le determinanti della temperatura interna delle abitazioni sia quando le persone che le abitano sono in casa sia quando sono assenti. La dimensione del nucleo familiare incide positivamente, così come la presenza di neonati, di bambini tra 1 e 12 anni e di persone con più di 65 anni. Il numero di finestre ha un impatto negativo, mentre l'età dell'abitazione è una variabile significativa solo durante la permanenza in casa, mentre non è mai significativo il livello di isolamento.

Matsukawa (2007) inserisce delle dummy che indicano il consumo nei mesi estivi, trovando un impatto positivo sui consumi (+0.600 a luglio e +0.396 ad agosto).

- *Differenze tra città o regioni*

Alcuni dei lavori che utilizzano dati microeconomici sulle famiglie considerano le differenze tra città, regioni o nazioni inserendo apposite dummy o variabili che indicano tali differenze (Baker e Blundell, 1991; Levison e Niemann, 2004).

Holtedahl e Joutz (2004) analizzano il consumo elettrico nell'isola di Taiwan inserendo come variabile esplicativa il grado di urbanizzazione. Gli autori suggeriscono di introdurre tale variabile per catturare gli effetti che non riescono ad essere catturati dal reddito, in particolare nei paesi in via di sviluppo. Sebbene il coefficiente di tale variabile sia significativo, gli autori sottolineano come il progressivo incremento nell'elettrificazione delle aree rurali rende sempre meno attendibile l'introduzione di tale tipologia di variabili.

Filippini (1995b) analizza la spesa per l'energia elettrica di 220 famiglie di 19 città svizzere, sia nei periodi di picco che in quelli di consumo normale, inserendo tra una variabile che indica le città nelle quali si verificano determinate condizioni climatiche.

Filippini e Pachauri (2004) analizzano il consumo elettrico delle famiglie Indiane, che vivono in ambiente urbano, inserendo una dummy che indicante se la città ha più o meno di un milione di abitanti (a tale dimensione corrispondono maggiori infrastrutture energetiche) e alcune dummy indicanti la regione in cui si trova la città. La dummy cittadina è significativa ad indicare che la dimensione della città influenza i comportamenti delle famiglie. Le dummy regionali confermano invece che le regioni più povere hanno consumi inferiori.

Reiss and White (2004) analizzano il consumo elettrico di un campione di famiglie della California utilizzando come variabili esplicative due dummies che indicano se le famiglie vivono in distretti rurali o urbani. I risultati mostrano che le famiglie che vivono nei distretti rurali consumano meno energia elettrica.

4.2. ANALISI DELLE DETERMINANTI DEI CONSUMI DOMESTICI DI ENERGIA ELETTRICA NEI COMUNI DELLA SARDEGNA

Le politiche di riduzione dei consumi elettrici sono politiche che nascono a livello comunitario e nazionale e si ripercuotono poi a livelli amministrativi inferiori. Tali politiche mirano, innanzitutto, a ridurre i consumi elettrici, attraverso un uso più accorto di apparecchi ed elettrodomestici ed una maggiore diffusione di apparecchi ed elettrodomestici più efficienti. Parallelamente, si cerca di ridurre l'uso di energia elettrica a favore di altri combustibili o di sostituire questa con energia prodotta da fonti energetiche alternative. Queste politiche, attualmente, non sono state in grado di compensare il livello crescente dei consumi elettrici, dovuto sia alla maggiore diffusione degli elettrodomestici ed al loro uso più intenso, sia alla diffusione di elettrodomestici altamente energivori, quali i condizionatori e le pompe di calore. Tutto ciò nonostante il crescente prezzo dell'energia elettrica, legato all'andamento del prezzo del petrolio.

La Sardegna in questo quadro presenta alcuni aspetti peculiari. Essa non dispone di metano, il principale sostituto dell'energia elettrica in Italia e non vi sono state, negli anni passati, politiche che siano riuscite ad ampliare la diffusione di fonti energetiche alternative. Inoltre, i consumi elettrici sono cresciuti notevolmente negli anni più recenti.

Le politiche di riduzione dei consumi elettrici, data la limitata efficacia delle politiche di prezzo, sono sempre più frequentemente politiche non tariffarie. La pianificazione di queste politiche necessita di comprendere le determinanti attuali dei consumi energetici, ricostruirne i trend futuri e ipotizzare l'influenza sui consumi. Tali elementi serviranno inoltre alla costruzione delle politiche finalizzate alla riduzione dei consumi elettrici. Il nostro lavoro ha come obiettivo quello di individuare le determinanti dei consumi elettrici nei comuni della Sardegna e rilevare elementi utili alla costruzione delle politiche future di gestione.

I dati utilizzati per la stima del modello hanno una struttura panel di tipo bilanciato statico con N (374 comuni) di gran lunga maggiore di T (11 anni). I dati relativi al consumo elettrico sono di fonte ENEL, i dati sul prezzo sono stati rilevati dalle delibere ufficiali del CIP e dell'AEEG, i prezzi delle altre energie sono tratti dalla Rilevazione Settimanale sui Prezzi all'Ingrosso ed al Dettaglio della Provincia di Cagliari, effettuata dalla Camera di Commercio di Cagliari. I dati socio economici e quelli relativi alle abitazioni sono relativi all'ultimo Censimento Generale della Popolazione Italiana (ISTAT, 2001) tranne il dato sul reddito, che è stato stimato utilizzando i dati disponibili sul sito web del Ministero dell'Economia e delle Finanze. I dati climatici sono stati forniti dal SAR (Servizio Agrometeorologico della Regione Sardegna). I dati sui comuni costieri e i dati sui posti letto turistici sono relativi al Piano Regionale per il Turismo Sostenibile (RAS, 2006). I dati ufficiali sulle strutture alberghiere sono di fonte ISTAT (2004). La rassegna completa delle variabili, le modalità di costruzione e le statistiche descrittive delle variabili inserite nelle stime sono poste in appendice.

Se ci focalizziamo sul contesto analizzato e sull'analisi della letteratura, possiamo fare una rassegna delle categorie di variabili che sono ritenute importanti nello spiegare il livello di consumi di energia elettrica ad uso domestico. La domanda Marshalliana indica la quantità

prodotta di un bene in funzione del prezzo del bene stesso, del reddito e del prezzo degli altri beni. La scelta della variabile del prezzo dell'energia elettrica è, come nel caso delle risorse idriche, una esplicativa importante. Contrariamente a quanto abbiamo visto nel caso delle risorse idriche, la variabile del prezzo marginale e la variabile "Differenza" risultano coerenti con la teoria economica. Questo è dovuto al fatto che la struttura tariffaria è costruita in maniera tale da rendere rilevante il passaggio da uno scaglione all'altro. La variabile del reddito viene inserita in tutti gli studi ma spesso non risulta significativa: come abbiamo già indicato, numerosi studi indicano questo risultato come conseguenza del fatto che la domanda di energia elettrica è una domanda derivata dall'uso degli elettrodomestici. Il reddito influenza maggiormente la domanda di questi beni piuttosto che la domanda diretta di energia elettrica. Il prezzo degli altri combustibili serve a capire quali combustibili sono sostituti o complementi dell'energia elettrica. Le variabili socioeconomiche e demografiche, inserite in letteratura, sono alquanto numerose. La dimensione del nucleo familiare influisce positivamente sui consumi, in genere in maniera meno che proporzionale all'aumento della dimensione familiare. Le variabili sulla proporzione di abitanti, che appartengono a determinate classi di età, servono a capire se l'età è associata a caratteristiche che influenzano il livello di consumi: tale letteratura verifica nel dettaglio le differenze nei livelli di consumo per numerose e dettagliate fasce di età. Generalmente, la variabile che tiene in considerazione la proporzione di abitanti che hanno determinati livelli di istruzione viene inserita per verificare se realmente le persone più istruite hanno maggiore conoscenza dei temi del risparmio energetico e se questo determina effettivamente una riduzione dei consumi. La variabile che indica la proporzione di abitanti non appartenenti alle non forze di lavoro viene inserita per verificare se queste categorie sociali, che si presume passino la maggior parte del proprio tempo a casa, hanno consumi superiori; allo stesso tempo, altri studi verificano se i pensionati, in particolare, hanno consumi inferiori legati all'abbandono dell'attività lavorativa.

Numerose politiche di risparmio energetico sono finalizzate al miglioramento dell'efficienza energetica delle abitazioni. La dimensione dell'abitazione ed il numero di stanze sono direttamente legate alle esigenze di illuminazione, riscaldamento e condizionamento delle abitazioni. L'età delle abitazioni ha, anche nel caso dei consumi elettrici, risultati non uniformi: sia abitazioni molto vecchie che abitazioni molto recenti possono essere associate a consumi inferiori, dovute nel primo caso all'assenza di riscaldamento elettrico, nel secondo ad impianti più efficienti o all'uso di altri combustibili per il riscaldamento. Niente vieta che case molto vecchie possano adottare impianti di riscaldamento elettrico oppure impianti che utilizzano altri combustibili: per questo motivo abbiamo deciso di inserire la variabile che indica la proporzione di abitazioni che hanno subito la ristrutturazione degli impianti nel periodo 1991 – 2001. Il numero di piani o livelli può essere considerata una proxy per il numero di case singole o in condominio: tale variabile, tuttavia, viene utilizzata raramente. La variabile sulla titolarità dell'abitazione rileva le differenze in termini di consumi elettrici tra proprietari ed affittuari: l'ipotesi è che gli affittuari, in particolare quando il canone d'affitto include anche le spese per l'energia, consumino maggiormente.

I consumi energetici sono fortemente influenzati dalle caratteristiche dell'impianto di riscaldamento: le variabili possedute riguardano sia la tipologia dell'impianto (condominiale o singolo) che l'impianto di riscaldamento utilizzato per il riscaldamento dell'abitazione e dell'acqua. Le diverse combinazioni di tipologia e combustibile possono avere risultati differenti sui consumi elettrici.

Alcuni studi inseriscono delle variabili che tengono in considerazione il trend di consumo: accanto a questa variabile ne abbiamo inserito un'altra che tiene in considerazione il tasso di variazione della diffusione del riscaldamento elettrico nelle abitazioni dei comuni della Sardegna.

Le variabili geografiche riguardano provincia di appartenenza del comune, popolazione del comune (ci attendiamo che i consumi elettrici crescano al crescere della popolazione del comune), posizione geografica (i comuni costieri hanno caratteristiche differenti rispetto a quelli interni e queste potrebbero influenzare i consumi elettrici) ed infine i comuni turistici. Nessuno ha, finora, tenuto in considerazione l'effetto della presenza turistica sui consumi domestici: l'intuizione è che, come nel caso dei consumi idrici, i consumi dei turisti presenti nelle seconde case vengono contabilizzati all'interno dei consumi domestici.

Le interazioni tra clima e consumi elettrici sono state analizzate nel dettaglio all'interno della letteratura. Le variabili climatiche utilizzate (precipitazioni medie annue, precipitazioni estive, precipitazioni invernali, tasso di evapotraspirazione medio annuo, tasso di evapotraspirazione estivo, tasso di evapotraspirazione invernale, bilancio idrico annuo, bilancio idrico estivo, bilancio idrico invernale, tasso di aridità) tengono in considerazione il clima, piuttosto che singoli aspetti di esso. Alcune di esse non sono mai utilizzate in questo tipo di studi: abbiamo cercato di utilizzare le variabili che contenessero le informazioni più utili e più attinenti all'analisi che volevamo condurre e fossero più adatte al contesto analizzato.

Le variabili inserite sono state selezionate utilizzando procedure standard (Wald test, F-test). La specificazione finale comprende il consumo di energia elettrica (consumo medio per utenza per 374 comuni espresso in KWh) come variabile dipendente, mentre le variabili inserite come covariate sono:

- il prezzo dell'energia elettrica [prezzo marginale medio annuo dello scaglione di consumo associato al consumo più elevato (ELCON)]
- la variabile "Differenza" di Taylor e Nordin (DIFF),
- il reddito imponibile medio (INCOME),
- il prezzo degli altri combustibili [il prezzo medio annuo del GPL e della legna da ardere (PGLP10 e PWOOD)],
- variabili sociodemografiche (la dimensione media del nucleo familiare (HHSIZE) e la proporzione di abitanti che hanno più di 65 anni (OL65), che non appartiene alle non forze di lavoro (NLF), che possiede il diploma di scuola media superiore e la laurea (EDUC),
- variabili legate alle caratteristiche dell'abitazione [il numero medio di stanze per abitazione (NROOMS), la superficie media dell'abitazione (SURFACE), la quota di case

di proprietà (OWNERS), la quota di abitazioni che non sono state ristrutturate nel periodo 1991-2001 (NORENOV) e dell'impianto di riscaldamento (la quota di abitazioni in cui si riscalda l'acqua con l'energia elettrica (WELECT, la quota di quelle in cui vi è il riscaldamento elettrico dell'abitazione (HELECT), la quota di quelle in cui vi è il riscaldamento con legna da ardere (HWOOD) e la quota di quelle in cui vi è il riscaldamento a GPL (HGPL)],

- variabili legate a certe caratteristiche produttive [una variabile che indica il livello di specializzazione turistica (TOUR)],
- variabili climatiche [tasso di aridità estivo e tasso di aridità invernale (AISUMMER, AIWINTER)].

Le variabili che variano tra gli individui e nel tempo sono: la variabile dipendente, il prezzo marginale dell'energia e la variabile differenza, il reddito, la quota di popolazione con più di 65 anni e le variabili climatiche. I prezzi degli altri combustibili variano nel tempo ma non tra i comuni. La variabile sui comuni turistici è una variabile categorica. Tutte le altre variabili hanno valori che variano tra i comuni ma non nel tempo.

I risultati sono mostrati nella tabella sottostante. L'equazione da stimare è di tipo lineare e tutte le variabili continue sono state trasformate nel corrispondente logaritmo.

Il modello utilizzato è il seguente:

$$\begin{aligned} \text{Log}(ELCOM_{it}) = & \text{int } ercept + \beta_1 \log(MP_{it}) + \beta_2 \log(DIFF_{it}) + \beta_3 \log(INCOME_{it}) + \\ & \beta_4 \log(PGPL10_{it}) + \beta_5 \log(PWOOD) + \beta_6 \log(HHSIZE_i) + \beta_7 \log(OL65_{it}) + \beta_8 \log(NLF_i) + \\ & \beta_9 \log(EDUC_i) + \beta_{10} \log(NROOMS_i) + \beta_{11} \log(SURFACE_i) + \beta_{12} \log(OWNERS_i) + \\ & \beta_{13} \log(NORENOV_i) + \beta_{14} \log(WATELECT_i) + \beta_{15} \log(HELECT_i) + \beta_{16} \log(HWOOD_i) + \\ & \beta_{17} \log(HGPL_i) + \beta_{18} (TOUR_i) + \beta_{19} \log(AISUMMER_{it}) + \beta_{20} \log(AIWINTER_{it}) + u_{it} \end{aligned}$$

in cui $u_{it} = \alpha_i + e_{it}$

L'analisi della letteratura ci fornisce delle indicazioni sui segni attesi dei coefficienti delle variabili. La variabile "Differenza" ci attendiamo abbia segno positivo e sia significativa. La variabile del reddito ha segno positivo, tuttavia, non possiamo fare delle supposizioni circa la significatività. Ipotizziamo che GPL e legna siano combustibili sostituiti dell'energia elettrica e, dunque, il coefficiente del rispettivo prezzo abbia segno positivo. La dimensione familiare, nella maggior parte degli studi, incide positivamente sui consumi elettrici, mentre si suppone che gli anziani abbiano consumi inferiori. Le non forze di lavoro sono associate in letteratura a consumi superiori, anche se non mancano risultati opposti (Liao e Chang, 2002). La variabile sul titolo di studio, se cattura effettivamente il livello di conoscenza delle tematiche del risparmio energetico, ha segno negativo. La variabile sul numero di stanze ha risultati non omogenei: non siamo perciò in grado di trarre alcuna considerazione sul segno atteso. La dimensione dell'abitazione

è invece associata ad un segno positivo. Date le considerazioni precedenti, la variabile sulla quota di abitazioni di proprietà è associata a consumi inferiori. La variabile sulle ristrutturazioni ha rare applicazioni in letteratura: ci attendiamo sia associata ad una riduzione dei consumi. Le variabili che utilizzano energia elettrica per il riscaldamento dell'abitazione e dell'acqua sono associate positivamente ai consumi elettrici, mentre ci attendiamo un segno negativo per le variabili che indicano impianti di riscaldamento che utilizzano altri combustibili. La variabile turistica pensiamo sia legata positivamente ai consumi elettrici.

I dati climatici hanno interpretazione più complessa: ci aspettiamo che il tasso di aridità estivo ci indichi che, laddove il clima è più arido, ci siano consumi superiori e viceversa durante l'inverno. Tali variabili non sono mai state utilizzate in precedenza in questa letteratura.

I risultati delle stime sono riassunti nella tabella seguente.

Risultati delle stime

	OLS con Robust S.E.	FIXED EFFECT con Robust S.E	RANDOM EFFECT – GLS con Robust S.E.	HT¹ Con bootstrap standard errors	AM¹ Con bootstrap standard errors	FEVD con le opzioni pcse (per l'eteroschedasticità e la correlazione contemporanea) e ar1 (per la correlazione seriale)
INTERCEPT	4.577*** (33.32)	6.91*** (55.77)	5.398*** (26.45)	5.50*** (21.83)	5.49*** (21.76)	5.67*** (120.15)
MP	-0.187*** (-16.55)	-0.080*** (-8.30)	-0.093*** (-9.63)	-0.081*** (-5.53)	-0.082*** (-5.53)	-0.065*** (-3.44)
DIFF	0.159*** (26.76)	0.052*** (7.22)	0.064*** (9.23)	0.052*** (4.39)	0.053*** (4.40)	0.047*** (4.65)
INCOME	0.065*** (7.16)	-0.002 (0.26)	0.008 (1.18)	0.009 (0.09)	0.001 (0.12)	-0.011 (-0.79)
PGPL10	0.088*** (4.02)	0.146*** (10.30)	0.143*** (10.03)	0.148*** (9.99)	0.147*** (9.93)	0.132*** (3.52)
Pwood	-0.006 (-0.46)	-0.012 (-1.37)	-0.013 (-1.36)	-0.013 (-1.28)	-0.013 (-1.27)	-0.021 (-0.77)
HHSIZE	0.476*** (17.84)	-	0.610*** (10.60)	0.634*** (5.91)	0.632*** (5.90)	0.759*** (18.13)
OV65	-0.136*** (-13.08)	-0.132*** (-6.44)	-0.140*** (-8.31)	-0.136*** (-3.87)	-0.136*** (-3.87)	-0.069*** (-3.40)
EDUCATION	-0.013*** (-5.04)	-	-0.010* (-1.72)	-0.010 (-1.33)	-0.010 (-1.34)	-0.009*** (-4.60)
NLF	-0.068*** (-3.57)	-	-0.089** (-2.06)	-0.095 (-1.57)	-0.095 (-1.57)	-0.135*** (-11.53)
OWNERS	-0.135*** (-5.84)	-	-0.171*** (-3.41)	-0.178** (-2.37)	-0.177** (-1.57)	-0.203*** (-15.75)
ROOMS	-0.241*** (-7.90)	-	-0.277*** (-4.35)	-0.287*** (-3.06)	-0.287*** (-3.06)	-0.353*** (-30.08)
SURFACE	0.194*** (7.89)	-	0.228*** (4.55)	0.235*** (3.43)	0.225*** (3.44)	0.259*** (21.53)
NORENEW	-0.082*** (-4.43)	-	-0.099** (-2.12)	-0.101 (-1.53)	-0.101 (-1.53)	-0.094*** (-5.64)
WATELECT	0.109*** (11.03)	-	0.125*** (5.18)	0.126*** (4.58)	0.126*** (4.58)	0.116*** (12.66)
HELECT	0.028*** (11.66)	-	0.035*** (6.39)	0.036*** (4.28)	0.036*** (4.28)	0.038*** (37.15)
HWOOD	-0.077*** (-13.29)	-	-0.092*** (-8.16)	-0.094*** (-4.69)	-0.094*** (-4.70)	-0.096*** (-30.42)
HGPL	-0.002 (-0.98)	-	-0.002 (-0.32)	-0.002 (-0.27)	-0.002 (-0.27)	-0.000 (-0.24)
TOUR	0.012*** (6.11)	-	0.015*** (3.39)	0.016*** (2.68)	0.016*** (2.69)	0.017*** (8.52)
Alsummer	-0.006** (-2.24)	-0.003** (-2.12)	-0.003** (-2.17)	-0.003* (-1.70)	-0.003* (-1.72)	-0.009*** (-3.15)
Alwinter	0.003 (1.04)	0.011*** (5.51)	0.010*** (4.89)	0.010*** (4.77)	0.010*** (4.77)	0.011** (2.57)
N	4114	4114	4114	4114	4114	3740
R-squared	0.74	0.57	0.71	0.70	0.70	0.92
Rho	-	0.87	0.54	0.71	0.71	-

Nelle parentesi: t statistics per OLS, FE, RE-GLS and FEVD, z statistics per gli stimatori a variabili strumentali;
* 10% di significatività, ** 5% di significatività e *** 1% di significatività.

1 = prezzo medio, variabile differenza e prezzo del GPL sono considerati correlati con l'eterogeneità individuale non osservata

Tutte le stime sono state effettuate utilizzando STATA 9.2. Abbiamo iniziato la nostra analisi partendo dal modello più semplice, il Pooled OLS, e confrontandolo con il modello ad Effetti Casuali, il modello ad Effetti Fissi, i modelli strumentali di Hausman-Taylor e di Amemiya-Macurdy ed il Modello FEVD. Abbiamo effettuato una serie di test per verificare la bontà dei modelli e selezionare il modello più adatto. Il test di Breusch-Pagan (test: 6988.99; p-value: 0.000) sulla presenza di effetti casuali rigetta l'ipotesi nulla, per cui il modello pooled OLS risulta inefficiente ed è corretto preferirgli il modello ad effetti casuali.

Per confrontare il modello ad Effetti Casuali con il modello ad Effetti Fissi occorre utilizzare un test di Hausman. Il test permette di verificare la presenza di correlazione tra i regressori e l'eterogeneità individuale non osservata nel modello ad Effetti Casuali. Il test di Hausman (test: 30.90, p-value: 0.0001) ha rigettato l'ipotesi nulla di differenze non sistematiche tra i regressori, però la matrice dei quadrati delle differenze delle varianze dei coefficienti è definita non positiva e questo non ci consente di trarre nessuna conclusione definitiva. Questo problema deriva dal fatto che la varianza dei coefficienti ottenuti dal modello ad Effetti Casuali, è maggiore di quella ottenuta col modello ad Effetti Fissi. Questo significa che il modello ad Effetti Casuali non è efficiente, a causa della correlazione tra effetti individuali e regressori e, dunque nemmeno consistente. Tale problema si presenta anche nel confronto con i modelli a variabili strumentali (per i quali è impossibile stimare il test perché il modello stimato non soddisfa le assunzioni asintotiche del test di Hausman). Il test di Wooldridge rigetta l'ipotesi nulla della non significatività congiunta delle variabili costruite come scarto dalla media individuale nel modello ad Effetti Casuali, confermando il risultato del test di Hausman.

Contemporaneamente, abbiamo condotto alcuni test per verificare la presenza di eteroschedasticità e correlazione seriale nei dati (Breusch-Pagan test per eteroschedasticità: test: 43.53, p-value: 0.000; Wooldridge test per la correlazione seriale di ordine 1: test: 132.35, p-value: 0.000) i quali hanno indicato la presenza sia del primo problema che del secondo. I modelli pooled OLS, Effetti Fissi ed Effetti Casuali sono stati stimati utilizzando la matrice di varianza – covarianza di White – Huber – “Sandwich” per correggere l'eteroschedasticità e ottenere standard error robusti. Tale opzione di correzione non è disponibile per i modelli a variabili strumentali. In questi modelli gli standard error sono stati generati con il bootstrap: questi standard error sono più efficienti di quelli stimati senza alcuna correzione.

Il risultato dei test di Hausman e Wooldridge, porta a considerare stimatori alternativi, sia allo stimatore ad Effetti Casuali sia allo Stimatore ad Effetti Fissi. Nel primo caso perché lo stimatore risulta, come visto, inefficiente e non consistente, a causa della presunta correlazione tra regressori ed eterogeneità individuale non osservata, il secondo perché elimina dal modello tutte le variabili esplicative che non variano nel tempo.

La soluzione più frequentemente proposta in letteratura fa riferimento all'utilizzo di modelli a variabili strumentali, quali quello di Hausman-Taylor e di Amemiya-MaCurdy. Tali modelli richiedono l'indicazione delle variabili che si suppone siano endogene. Valutando la correlazione tra la parte variabile degli effetti individuali ed i regressori nel modello ad Effetti Fissi, abbiamo constatato che tale correlazione è probabilmente attribuibile, per quanto riguarda le variabili che variano nel tempo, alla variabile del prezzo marginale dell'energia elettrica, alla variabile differenza ed al prezzo del GPL.

La stima di tali modelli fornisce risultati soddisfacenti in termini di segni e di coefficienti, ma il test di Wooldridge rigetta l'ipotesi nulla della non significatività congiunta delle variabili costruite come scarto dalla media individuale. Le ulteriori specificazioni provate variando di volta in volta le variabili che potevano essere ritenute correlate ed il set di strumenti non ha portato ad ottenere specificazioni migliori di quella presentata in termini di capacità esplicativa del modello

e di correzione della correlazione. In tale contesto la soluzione prospettata dalla letteratura è quella di utilizzare gli Effetti Fissi nonostante gli inconvenienti già indicati.

Test	Valore della statistica del test	p- value
Breusch – Pagan test l'assenza di eteroschedasticità nei Pooled OLS	43.53	0.0000
Wooldridge test per la presenza di autocorrelazione negli Effetti Fissi	132.355	0.000
Durbin Watson test for la correlazione seriale	0.83	Lower DW bound: about 1.89
Durbin Watson test for la correlazione seriale	1.60	Lower DW bound: about 1.89
Breusch Pagan LM Test per l'assenza di Effetti Casuali	6988.99	0.000
Hausman test per l'assenza di differenze sistematiche nei coefficienti tra Effetti Fissi ed Effetti Casuali*	30.90	0.0001
Hausman test per l'assenza di differenze sistematiche nei coefficienti tra Effetti Fissi e lo stimatore di Hausman - Taylor	Il test non è calcolabile perché il modello stimato non riesce a soddisfare le proprietà asintotiche del test di Hausman	
Hausman test per l'assenza di differenze sistematiche nei coefficienti tra Effetti Fissi e lo stimatore di Amemiya - MaCurdy	Il test non è calcolabile perché il modello stimato non riesce a soddisfare le proprietà asintotiche del test di Hausman	
Wooldridge test per l'assenza di differenze sistematiche nei coefficienti tra Effetti Fissi e lo stimatore di Hausman - Taylor	384.60	0.000
Wooldridge test per l'assenza di differenze sistematiche nei coefficienti tra Effetti Fissi e lo stimatore di Hausman - Taylor	363.62	0.000
Wooldridge test per l'assenza di differenze sistematiche nei coefficienti tra Effetti Fissi e lo stimatore di Amemiya - MaCurdy	375.18	0.000

* matrice non positiva definita

La recente proposta di Plumper e Troeger (2007) consente di calcolare un modello efficiente e più affidabile degli altri modelli indicati, anche in presenza di correlazione contemporanea tra le variabili che variano nel tempo e gli errori individuali, senza rinunciare alle variabili che non variano nel tempo come accade nel modello ad Effetti Fissi. Così come suggeriscono gli stessi autori, il modello è stimato correggendo per l'eteroschedasticità, per la correlazione contemporanea tra regressori time variant e per la correlazione seriale di ordine 1. L'eteroschedasticità dei dati è provata anche nei modelli precedenti. La correlazione contemporanea (Wooldridge, p.308) è probabilmente imputabile alla presenza di variabili omesse: nel nostro caso è alquanto probabile che questo problema si verifichi per la mancanza di variabili che segnalano le variazioni nello stock di beni ed apparecchi elettrici posseduti ed in particolare dei condizionatori. Probabilmente questa è la medesima informazione che determina la correlazione tra regressori ed effetti individuali nel modello ad Effetti Casuali. Sfortunatamente, non siamo riusciti ad individuare un regressore che potesse essere considerato una proxy del possesso di beni, che ci permettesse di correggere nel modello a variabili strumentali la correlazione presente. La statistica del test di Durbin Watson fornita dall'output dello stimatore stesso indica la presenza di correlazione seriale (DW=0.83): il valore

del test calcolato dopo aver applicato la correzione di Cochrane-Orcutt indica una correzione abbastanza soddisfacente del problema ($DW=1.60$)⁵.

L'analisi dei risultati mostra come il prezzo marginale sia molto significativo e col segno negativo atteso. Il valore dell'elasticità è pari a -0.065 . Shin (1985), che utilizza il prezzo marginale, ottiene un valore di $-0.143/-0.120$ nei due modelli stimati. Filippini (1995a) ottiene un valore di -0.60 . Garcia Cerruti (2000) ottiene un valore di -0.04 mentre Benavente et al. (2006) un valore di -0.0548 . Questi studi utilizzano come variabile esplicativa il prezzo medio.

La variabile "Differenza" di Taylor – Nordin è significativa e con segno positivo come atteso. Come già indicato, tale variabile viene introdotta per tenere in considerazione l'impatto sui consumi della presenza degli scaglioni, anche in presenza di una struttura linearizzata. La formulazione da noi adottata rappresenta il sussidio implicito che la presenza dei blocchi ha sui consumi. Tale sussidio è tanto maggiore quanto più elevati sono i consumi, poiché rappresenta i risparmi che si ottengono dal pagamento delle unità intermarginali ad un prezzo inferiore a quello che si pagherebbe se tutte le unità fossero pagate al prezzo marginale più elevato.

Il reddito non è significativo. Questo risultato è comune a non pochi studi in letteratura (tra gli altri: Durbin e McFadden, 1984; Filippini, 1995a; Henley e Pearson, 1998; Garcia-Cerruti, 2000; Reiss e White, 2005). Questo risultato è conseguenza del fatto che i consumi elettrici non sono direttamente dipendenti dal reddito, ma dal possesso di apparecchi elettrici ed il reddito incide più sull'acquisto del bene che sul consumo finale di energia elettrica (Reiss and White, 2005). I prezzi degli altri combustibili presentano comportamenti differenti. Il prezzo del GPL è altamente significativo e con segno positivo, ad indicare che tale combustibile è un bene sostituto dell'energia elettrica (si veda Benavente et al., 2004), mentre il prezzo della legna non risulta significativo. La presenza di numerosi piccoli comuni, nei quali tradizionalmente è presente il diritto al legnatico della popolazione e la diffusa abitudine di piantare alberi utilizzabili come legna da ardere anche nei piccoli appezzamenti di terreno, fa sì che solo in parte la legna venga acquistata e che dunque il prezzo non risulti significativo (per un commento su una situazione simile si veda Halvorsen e Nesbakken, 2004).

La variabile indicante la dimensione familiare è significativa e con segno positivo, così come individuato in letteratura da Filippini (1995a), Halvorsen e Larsen (2001b) e altri. Il valore dell'elasticità individuato da Filippini (che utilizza un modello log-lineare direttamente comparabile col nostro) è di 0.81 , non distante dal valore da noi individuato di 0.76 .

La variabile che indica la quota di persone con oltre 65 anni è significativa e con segno negativo. In letteratura l'impatto del consumo delle classi di età più elevate presenta risultati contrapposti che dipendono dagli stili di vita adottati: risultati simili al nostro sono stati individuati in Casey e Yamada (2002) e Matsukawa (2007). La giustificazione di un risultato negativo è da ricercarsi nell'abbassamento del potere d'acquisto delle persone in età avanzata e nel cambiamento degli stili di vita che portano a ridurre alcuni comportamenti legati alla riduzione della vita sociale, che influenzano i consumi elettrici (Liao e Chang, 2002).

⁵ Per la verifica del valore del test Durbin Watson sono state utilizzate le tavole con i valori critici stimati da Bhargava et al. (1982).

La variabile legata al livello di istruzione non è inserita frequentemente come esplicativa dei consumi, tuttavia in tutti i lavori che analizzano l'efficacia delle politiche di riduzione dei consumi, titoli di studio più elevati sono associati ad una maggiore conoscenza e comprensione dei temi del risparmio e dell'efficienza energetica e dunque ad un consumo inferiore (Mansouri et al., 1996; Shen e Sajio, 2008), risultato analogo a quello da noi ottenuto.

La variabile che indica la quota della popolazione non inserita nelle forze di lavoro è significativa e presenta segno negativo. Tale variabile è stata inserita per tenere in considerazione il comportamento delle persone che, per differenti motivi, non svolgono attività lavorative (studenti, casalinghe e ritirati dal lavoro). Nel nostro caso, poiché tale variabile è una caratteristica comunale, essa dà un'indicazione dello status lavorativo della popolazione e dunque indica come nei comuni con minore popolazione appartenente alle forze di lavoro i consumi siano inferiori. In letteratura gli studi che inseriscono le variabili relative alla presenza di pensionati, casalinghe e disoccupati sono finalizzate a capire se la presenza di persone che stanno per molto tempo in casa conduce a maggiori consumi. Nel nostro caso, tali fasce di popolazione sono legate a stili di vita che conducono a consumi inferiori.

Passando ad analizzare le caratteristiche delle abitazioni, notiamo come anche nel nostro contesto la maggiore presenza di case di proprietà è significativa ed è associata a consumi inferiori. In letteratura le spiegazioni sono molteplici, legate da un lato alla possibilità che l'affitto pagato mensilmente comprenda anche le bollette, dall'altro da una maggiore efficienza energetica delle abitazioni e degli elettrodomestici acquistati dai proprietari delle abitazioni per il loro utilizzo diretto (tra gli altri: Leth-Petersen e Togeby, 2001; Levison e Niemann, 2004).

La dimensione dell'abitazione, considerata in termini di metri quadri di superficie disponibile, è significativa ed è associata ad un segno positivo, mentre quella legata al numero di stanze è significativa e legata ad un segno negativo. Il primo risultato – ampiamente riscontrato in letteratura – suggerisce che case più ampie necessitano di maggiori consumi elettrici, sia per l'illuminazione che per il riscaldamento o il condizionamento. Il numero delle stanze da risultati non omogenei (Baker e Blundell, 1991; Kalulumia e Green, 2004) in letteratura: nel nostro lavoro il segno negativo indica che all'aumentare del numero delle stanze si riducono i consumi, molto probabilmente poiché parte delle stanze dell'abitazione non vengono usate quotidianamente o, in maniera costante, e dunque non sono né riscaldate né associate a elevati consumi per l'illuminazione. Associando i due risultati, possiamo ragionare sul fatto che all'aumentare della tendenza, verificatasi negli ultimi decenni, a ridurre il numero di stanze a favore di ambienti più ampi si associno consumi superiori. Questo è spiegabile col fatto che stanze più ampie e più utilizzate richiedono più punti luce e maggiore quantità di energia elettrica per il riscaldamento.

La variabile che ci indica la quota di abitazioni che non hanno effettuato interventi di ristrutturazione sugli impianti elettrici o gli infissi, nel periodo intercensuario, è significativa e con segno negativo. Saremo indotti a pensare che, chi ha operato delle modifiche a tali infrastrutture domestiche, lo abbia fatto per ridurre i consumi ed abbia sostituito il consumo elettrico con altre tipologie e che l'assenza di tali interventi comporti consumi superiori. Otteniamo invece segni opposti. Una spiegazione di questo dato la possiamo individuare

analizzando i dati reali i quali mostrano, nel periodo 1991-2001, un progressivo aumento ed una maggiore diffusione del riscaldamento elettrico, molto probabilmente dovuto all'incremento della diffusione e dell'utilizzo delle pompe di calore, rilevato dalle indagini dell'ISTAT (2001-2005). Risultati simili ed analoghe considerazioni possono ritrovarsi in Matsukawa e Ito (1998) e in Sailor e Pavlova (2003).

Andando a considerare le tipologie strutturali legate al riscaldamento vediamo che, in maniera abbastanza ovvia, il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua con l'uso di energia elettrica inducono consumi più elevati e che la diffusione del riscaldamento basato su legna da ardere induca consumi inferiori. Contrariamente a quanto emerso con i prezzi, in questo caso la variabile legata alla quota di abitazioni che utilizzano il GPL come combustibile da riscaldamento non è significativa, sebbene abbia il segno atteso (negativo): questo risultato è spiegabile col fatto che, sebbene la diffusione di questo combustibile sia cresciuta negli anni, la diffusione tra i comuni dell'isola non è omogenea ed in alcuni è presente solo in maniera residuale. Ciò accade soprattutto nei comuni in cui la maggioranza delle abitazioni è dotata di apparecchi che utilizzano la legna da ardere.

La variabile sul livello di intensità turistica indica che all'aumentare della specializzazione turistica dei comuni cresce il loro consumo elettrico. Questo ultimo dato può essere interpretato considerando la presenza massiccia dei turisti nelle seconde case, affittate nel periodo estivo, che vengono contabilizzate come abitazioni residenti.

Le variabili climatiche sono significative ed hanno il segno atteso. In particolare, il tasso di aridità estivo ci dice che al ridursi delle condizioni di aridità e dunque con la riduzione del valore dell'evapotraspirazione, si hanno consumi inferiori di elettricità – spiegabili con un probabile minore ricorso ai condizionatori per il raffreddamento dell'ambiente -, mentre il tasso di aridità invernale presenta segno positivo ad indicare che al ridursi delle condizioni di aridità e dunque ad un progressivo aumento delle precipitazioni, si fa maggiore ricorso all'energia elettrica – probabilmente per un maggiore uso del riscaldamento elettrico.

4.2.1. CONCLUSIONI

L'analisi della domanda di elettricità per usi domestici mostra come questa sia molto anelastica: puntare su un aumento tariffario per ridurre i consumi avrebbe poca efficacia e rischierebbe di avere effetti regressivi. Le recenti proposte di applicazione di regimi tariffari agevolati, finalizzate al mantenimento della capacità di acquisto di energia di categorie disagiate quali le famiglie a basso reddito o gli anziani, se analizzate alla luce dei nostri risultati su reddito e popolazione anziana, fanno ipotizzare che tali politiche siano in grado di agevolare economicamente le categorie svantaggiate senza determinare variazioni nel livello di consumo.

L'analisi dei prezzi degli altri combustibili indica che il prezzo del GPL è significativo e con segno positivo (dunque si comporta come un bene sostituto), mentre il coefficiente del prezzo della legna non è significativo, probabilmente per la vasta diffusione della raccolta spontanea e della cessione gratuita di legna da parte dei Comuni nei piccoli centri. La variabile che indica la quota di abitazioni che hanno il riscaldamento a GPL non è significativa – molto probabilmente

a causa della scarsa diffusione di questo combustibile – mentre la presenza del riscaldamento a legna ha un'influenza negativa sui consumi elettrici. Considerando l'impatto di ridotto in termini di emissioni di questo tipo di combustibile (legna) e la sua influenza negativa con il livello di consumo, si potrebbero ipotizzare politiche future che agevolino il mantenimento di questa tipologia di riscaldamento, senza tuttavia determinare altre tipologie di impatto ambientale.

L'analisi mostra, inoltre, come la dimensione media familiare sia associata a consumi superiori, ma meno che proporzionalmente: sono, perciò, presenti economie di scala, al contrario di quello che accade nei consumi idrici. La presenza di popolazione con titolo di studio elevato è associato a consumi inferiori: questo confermerebbe che effettivamente le persone più istruite hanno una maggiore conoscenza delle tematiche del risparmio e dell'efficienza energetica e, soprattutto, ne tengono conto nelle loro scelte di consumo.

La quota di non forze di lavoro è associata a consumi inferiori: in Sardegna, dunque, l'associazione delle persone che passano la maggior parte del loro tempo a casa con consumi superiori non è verificata. Lo stile di vita delle persone che ricomprende in questa categoria non sembra influenzare positivamente il consumo di energia elettrica.

L'analisi delle caratteristiche strutturali delle abitazioni indica come l'attuale tipologia costruttiva che riduce il numero di stanze ampliandone la dimensione (il numero delle stanze è associato negativamente ai consumi, mentre la superficie dell'abitazione è associata a consumi crescenti) possa portare ad un aumento dei consumi. L'analisi della variabile sulla quota di abitazioni che non hanno subito recentemente ristrutturazioni agli impianti elettrici o agli infissi mostra un'associazione negativa col consumo: ciò porta ad ipotizzare consumi crescenti legati ad interventi strutturali sull'abitazione.

Questo risultato, come abbiamo indicato precedentemente, è opposto a quello che ci saremo attesi, in quanto ritenevamo che le ristrutturazioni fossero legate all'adozione di infissi più efficienti e alla sostituzioni di impianti di riscaldamento elettrici con impianti che utilizzano combustibili meno inquinanti e meno dispendiosi. Il risultato ottenuto può derivare da ristrutturazioni non legate a scelte efficienti in materia energetica e dalla crescente diffusione di impianti di riscaldamento elettrico e condizionamento che vanno a sostituire quelli che utilizzano altri combustibili. Questa scelta può essere legata alla presenza, negli scorsi anni, di incentivi finanziari per l'acquisto di pompe di calore, ma anche alle condizioni climatiche.

Possiamo notare come i comuni che durante l'inverno hanno un clima più rigido sono associati a consumi superiori (probabilmente legati ad un uso maggiore del riscaldamento elettrico), mentre i comuni che presentano un clima estivo più tollerabile sono associati ad un consumo inferiore (probabilmente dovuto al fatto che è meno necessario il ricorso al condizionamento degli ambienti). La lettura complessiva dei risultati suggerisce l'introduzione di adeguate politiche di efficienza e risparmio energetico delle abitazioni nonché di politiche che incentivino l'adozione di combustibili alternativi per contrastare l'aumento del consumo associato alla progressiva diffusione delle pompe di calore.

CONCLUSIONI

La conoscenza delle determinanti dei consumi domestici d'acqua e di elettricità è fondamentale per la costruzione di politiche di riduzione dei consumi eque ed efficienti.

Lo scopo del lavoro, contenuto in questa tesi, è stato verificare il valore dell'elasticità al prezzo ed al reddito e comprendere in che modo le caratteristiche socioeconomiche, demografiche, edilizie, geografiche e climatiche influenzano i consumi e come è possibile trarne elementi per la costruzione delle policy future.

Per quanto riguarda i consumi idrici, il valore dell'elasticità al prezzo nonché la significatività di alcune delle dummies, che indicano le utilities presenti nel territorio, suggeriscono che non solo la differenza di prezzo ma anche altri elementi, quali possono essere la struttura tariffaria (numero e dimensione degli scaglioni) e la frequenza della bollettazione, influenzano i consumi. Le caratteristiche socioeconomiche delle famiglie indicano che la variabile del reddito è associata a consumi più elevati e che la variabile, indicante la dimensione familiare, segna un aumento più che proporzionale del consumo all'aumentare della dimensione del nucleo familiare. Tali elementi in qualche maniera offrono spunti di riflessione, rispetto all'introduzione di differenziazioni tariffarie, a favore dei redditi più bassi e delle famiglie numerose, proposto dall'attuale gestore unico del Servizio Idrico Integrato.

L'agevolazione per le famiglie meno abbienti riguarda solamente i livelli di consumo ritenuti necessari al soddisfacimento dei bisogni primari, onde evitare che tariffe agevolate spingano a consumi eccessivi. Più complesso è invece il discorso per quanto riguarda la dimensione familiare: in questo caso la nuova struttura tariffaria prevede scaglioni più ampi e prezzi inferiori, a parità di consumo, rispetto alle famiglie con meno di cinque componenti. Considerando che, nel nostro contesto, all'aumentare della dimensione del nucleo familiare corrisponde un aumento più che proporzionale dei consumi idrici, tali tariffe potrebbero indurre consumi eccessivi nelle famiglie numerose.

L'analisi congiunta dei risultati a scala comunale ci permette di effettuare ulteriori considerazioni sui trend di consumo futuri. I comuni costieri e sub costieri sono caratterizzati da una maggiore densità di popolazione, da una maggiore presenza di abitazioni in affitto e da una maggiore presenza turistica. Queste aree sono perciò associate ad una serie di caratteristiche abitative, socio demografiche ed economiche che determinano un consumo maggiore di risorse idriche. Tale situazione risulta aggravata dal crescente tasso di evapotraspirazione estivo più elevato. Questo fenomeno climatico, comune a tutte le aree dell'Isola, potrà avere conseguenze sia sull'offerta idrica (riducendo le capacità di approvvigionamento), sia sulla domanda (essendo associato a condizioni di minori precipitazioni ed aumento della temperatura), sia per gli usi esterni dell'acqua, che per quelli interni. L'aumento dell'evapotraspirazione potrebbe determinare, infatti, una crescente necessità di acqua per l'irrigazione dei giardini e per l'igiene personale, poiché temperature più elevate rendono meno tollerabile il clima da parte delle persone.

Tale situazione potrebbe essere meno gravosa nei comuni con maggiore altitudine: le tipologie edilizie prevalenti, con case prive o con piccoli giardini, possono fornire la spiegazione del motivo per cui all'aumentare dell'altitudine si riducono i consumi. Se in futuro tale supposizione verrà suffragata dai dati, questo vorrà dire che introdurre politiche di gestione efficiente dei giardini (in termini di irrigazione e scelta delle colture) potrà indurre consumi inferiori anche nei comuni in cui le tipologie abitative prevedono giardini più o meno ampi.

Incentivare l'adozione di impianti che consentono il risparmio idrico e la loro manutenzione (i comuni in cui vi è stata una quota minore di ristrutturazioni sono associati a consumi superiori) anche nelle abitazioni in affitto, in particolare in quelle che vengono affittate ai turisti durante il periodo estivo, sono alcune azioni da affiancare alla decisione, già presa, di introdurre tariffe più elevate per i consumatori non residenti.

Passando dall'analisi degli elementi strutturali a quelli di policy, possiamo notare come l'introduzione di standard che limitano i consumi, quali le restrizioni all'erogazione, non sia sempre una politica efficace. Nell'ambito analizzato, tale risultato può essere spiegato dal fatto che le famiglie hanno adottato delle misure (installazione di cisterne e serbatoi) per attenuare i disagi imposti dalle restrizioni. Questo suggerisce come possa essere più opportuno utilizzare altre politiche e strumenti (quali la corretta struttura tariffaria, una più efficiente frequenza della bollettazione ecc.) per indurre una riduzione strutturale dei consumi idrici.

L'analisi della domanda di elettricità per usi domestici mostra come questa sia molto anelastica: puntare su un aumento tariffario per ridurre i consumi avrebbe poca efficacia e rischierebbe di avere effetti regressivi. L'analisi dei prezzi degli altri combustibili indica che il prezzo del GPL è significativo e con segno positivo (dunque si comporta come un bene sostituto), mentre il coefficiente del prezzo della legna non è significativo, probabilmente per la vasta diffusione della raccolta spontanea e della cessione gratuita di legna da parte dei Comuni nei piccoli centri. Il riscaldamento a legna, tuttora il più diffuso nell'Isola, consente non solo di ridurre i consumi elettrici, ma anche di ridurre le emissioni climalteranti: questi elementi dovrebbero spingere a politiche che inducano i consumatori a non abbandonare tale riscaldamento a favore di quello elettrico.

Per quanto riguarda le politiche tariffarie, recentemente vi sono state proposte di applicazione di regimi tariffari agevolati finalizzate al mantenimento della capacità di acquisto di energia di categorie disagiate, quali le famiglie a basso reddito o gli anziani. I nostri risultati mostrano come il reddito non risulti significativo nell'influenzare i consumi diretti di energia elettrica e come la quota di popolazione anziana sia già associata a consumi inferiori. Questo spinge ad ipotizzare che tali politiche siano in grado di agevolare economicamente le categorie svantaggiate senza determinare significative variazioni nel livello di consumo.

La presenza di una quota più ampia di persone con titoli di studio elevati è legata negativamente ai consumi elettrici. Questo risultato può essere conseguenza del fatto che le persone più istruite sono più informate sulle tematiche del risparmio energetico e ne tengono in considerazione quando effettuano le loro scelte di acquisto e consumo. Questo elemento porta a considerare la necessità di una maggiore, migliore e più accessibile informazione che riesca ad incidere sul comportamento di tutti i consumatori, indipendentemente dal titolo di studio.

L'analisi delle caratteristiche strutturali delle abitazioni indica come l'attuale tipologia costruttiva, che riduce il numero di stanze ampliandone la dimensione, possa essere associata ad un aumento dei consumi. Stessa conseguenza può essere verificata con l'analisi della variabile sulla quota di abitazioni che non hanno subito ristrutturazioni agli impianti elettrici o agli infissi recentemente, la quale mostra un'associazione negativa col consumo. Saremmo portati ad associare la scelta della ristrutturazione ad una riduzione dei consumi, dovuta all'adozione di infissi più efficienti ed alla sostituzione di impianti di riscaldamento elettrici con impianti che utilizzano combustibili meno inquinanti e meno dispendiosi. Il risultato ottenuto può derivare da ristrutturazioni non legate a scelte efficienti in materia energetica e dalla crescente diffusione di impianti di riscaldamento e condizionamento elettrico che vanno a sostituire quelli che utilizzano altri combustibili. Questa scelta può essere legata alla presenza, negli scorsi anni, di incentivi finanziari per l'acquisto di pompe di calore. Sfortunatamente non è stato possibile ottenere dati sulla diffusione dettagliata di tali apparecchi ed avere una prova certa di questa relazione.

La diffusione di tali apparecchi può essere in parte legata alle condizioni climatiche. Possiamo notare come i comuni che durante l'inverno hanno un clima più rigido sono associati a consumi superiori (probabilmente legati ad un uso maggiore del riscaldamento elettrico), mentre i comuni che presentano un clima estivo più tollerabile sono associati ad un consumo inferiore (probabilmente dovuto al fatto che è meno necessario il ricorso al condizionamento degli ambienti). La crescente minore tollerabilità del clima potrà indurre una necessità maggiore di raffreddare le abitazioni ed un conseguente aumento dei consumi elettrici. La lettura complessiva dei risultati suggerisce l'introduzione di adeguate politiche di efficienza e risparmio energetico delle abitazioni e di campagne di informazione capillare su come utilizzare in maniera efficiente apparecchi elettrici ed elettrodomestici, nonché di politiche che incentivino l'adozione di combustibili alternativi, per contrastare l'aumento del consumo, associato alla progressiva diffusione delle pompe di calore. Queste politiche divengono necessarie se al continuo e progressivo aumento del prezzo continuerà a corrispondere un aumento dei consumi elettrici.

Oltre ai risultati legati alla stima empirica, il nostro lavoro presenta elementi di interesse di tipo metodologico.

Il primo elemento di rilievo è il tentativo di raccordare gli elementi comuni delle due letterature. Infatti, i problemi relativi alla funzione di domanda e alla specificazione della variabile di prezzo, in presenza di una struttura tariffaria a blocchi, sono i medesimi nei due ambiti. Inoltre, quando opportuno, abbiamo cercato di integrare le variabili esplicative utilizzate in un ambito nell'altro.

Abbiamo inoltre proposto nuove variabili che potrebbero essere utili anche per altri lavori quali la variabile turistica, la variabile delle restrizioni e le variabili climatiche.

L'uso del modello FEVD è un altro elemento di innovazione. Tale specificazione permette di risolvere problemi legati alla presenza di variabili che non variano nel tempo o che variano raramente all'interno dei panel e alla presenza di correlazione seriale tra regressori ed eterogeneità individuale non osservata.

Accanto a ciò, siamo pienamente coscienti di alcuni limiti del presente lavoro, legati in particolare alla mancata disponibilità o alla difficile reperibilità di dati che – come la proporzione di utenti in ogni scaglione di consumo o i dati capillari sulla diffusione degli elettrodomestici e di altri elementi – potrebbero permettere sia di confrontare ulteriori metodologie di stima, sia di avere ulteriori informazioni sui comportamenti delle famiglie.

APPENDICE

Appendice cartografica

Tassonomia delle variabili

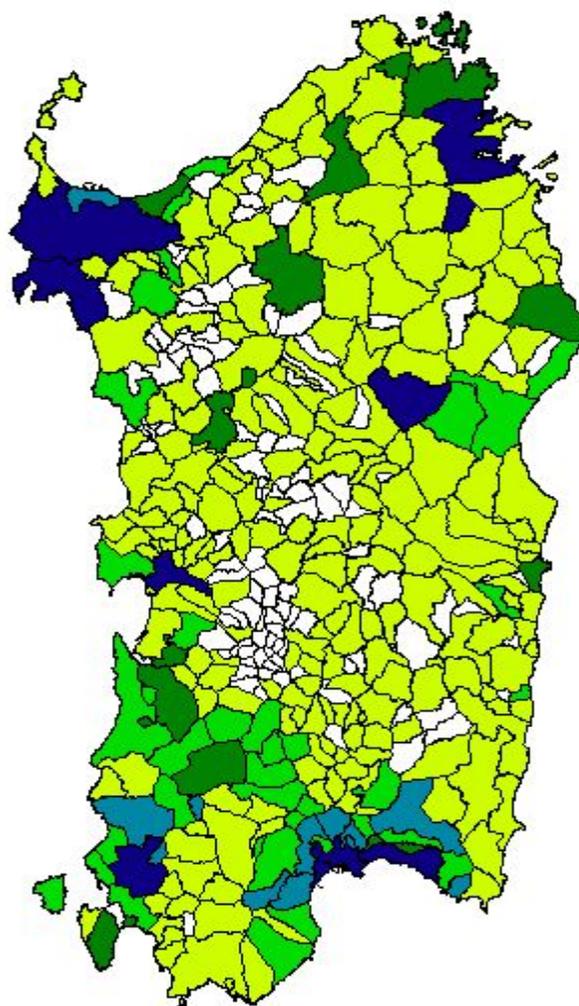
Appendice statistica

APPENDICE CARTOGRAFICA

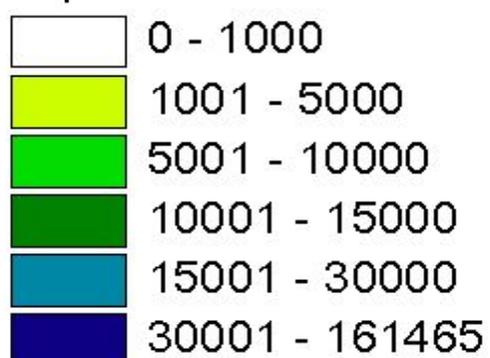
ELENCO DELLE MAPPE:

- MAPPA 1. COMUNI DELLA SARDEGNA PER POPOLAZIONE
- MAPPA 2. DISTRIBUZIONE TRA I COMUNI DEL REDDITO IMPONIBILE MEDIO (ANNO 2005)
- MAPPA 3. DIMENSIONE MEDIA DELL'ABITAZIONE PER COMUNE (IN METRI QUADRI)
- MAPPA 4. NUMERO MEDIO DI STANZE PER ABITAZIONE PER COMUNE
- MAPPA 5. COMUNI DELLA SARDEGNA PER ALTITUDINE
- MAPPA 6. COMUNI TURISTICI PER LIVELLO DI SPECIALIZZAZIONE
- MAPPA 7. PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE (1995)
- MAPPA 8. PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE (2000)
- MAPPA 9. PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE (2005)
- MAPPA 10. TASSO DI EVAPOTRASPIRAZIONE ESTIVO (1995)
- MAPPA 11. TASSO DI EVAPOTRASPIRAZIONE ESTIVO (2000)
- MAPPA 12. TASSO DI EVAPOTRASPIRAZIONE ESTIVO (2005)
- MAPPA 13. INDICE DI ARIDITA' INVERNALE (1995)
- MAPPA 14. INDICE DI ARIDITA' INVERNALE (2000)
- MAPPA 15. INDICE DI ARIDITA' INVERNALE (2005)
- MAPPA 16. INDICE DI ARIDITA' ESTIVO (1995)
- MAPPA 17. INDICE DI ARIDITA' ESTIVO (2000)
- MAPPA 18. INDICE DI ARIDITA' ESTIVO (2005)

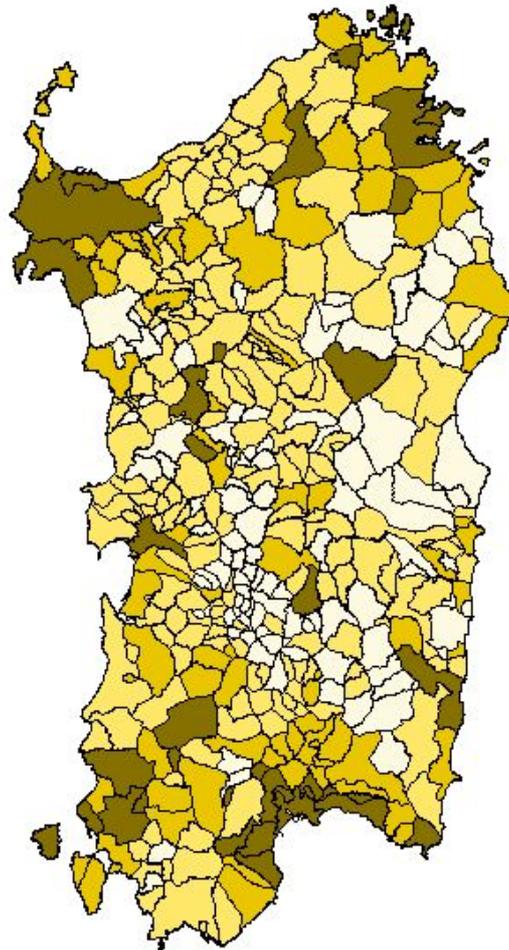
MAPPA 1. COMUNI DELLA SARDEGNA PER POPOLAZIONE



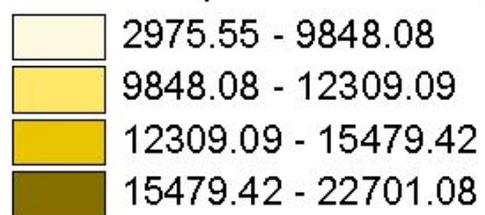
Popolazione



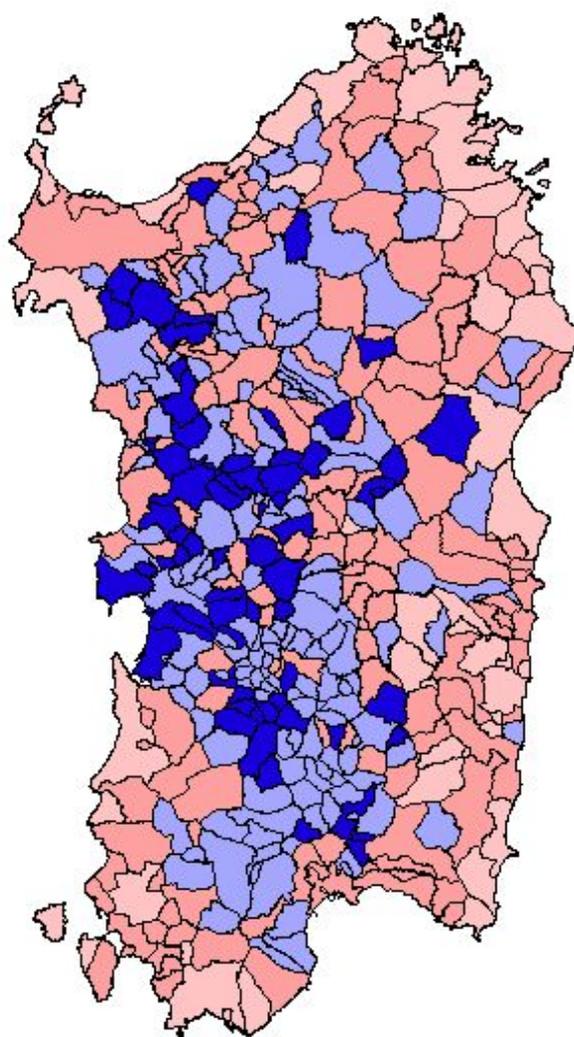
**MAPPA 2. DISTRIBUZIONE TRA I COMUNI DEL REDDITO IMPONIBILE MEDIO
(ANNO 2005)**



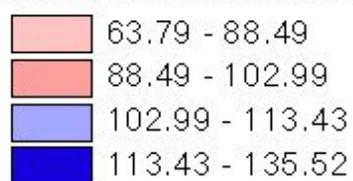
Reddito Imponibile 2005.shp



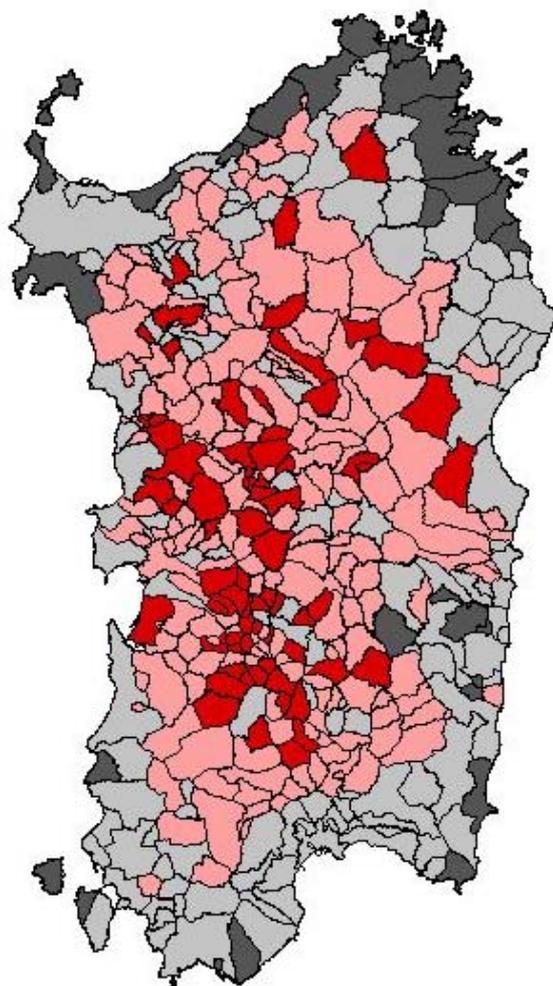
MAPPA 3. DIMENSIONE MEDIA DELL'ABITAZIONE PER COMUNE (IN METRI QUADRI)



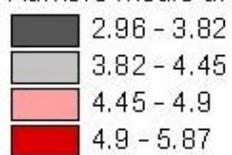
Dimensione media dell'abitazione.shp



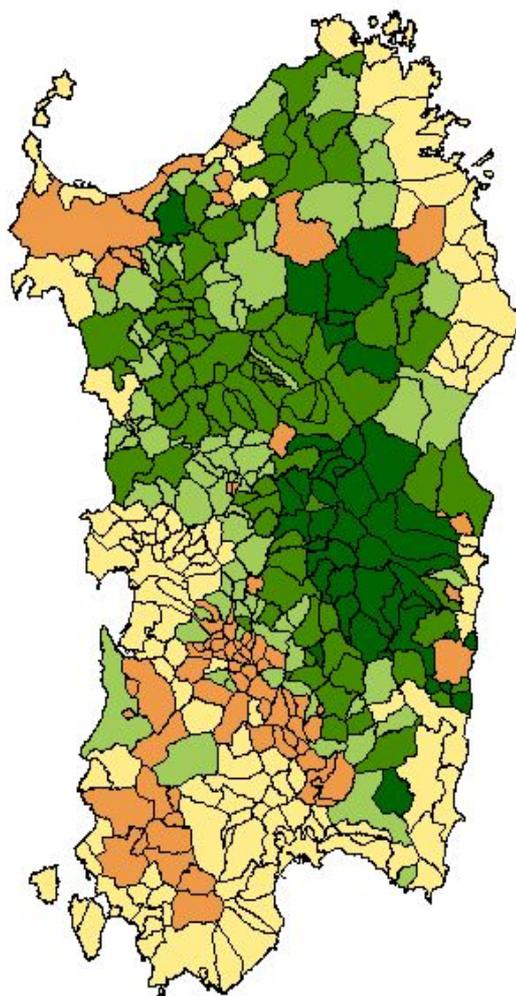
MAPPA 4. NUMERO MEDIO DI STANZE PER ABITAZIONE PER COMUNE



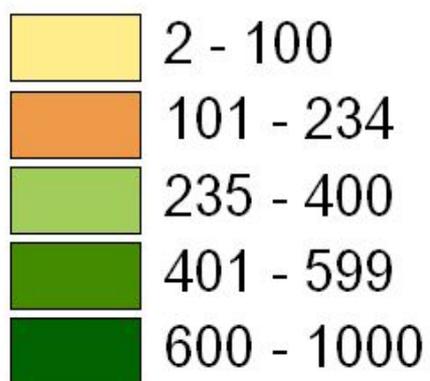
Numero medio di stanza per abitazione.shp



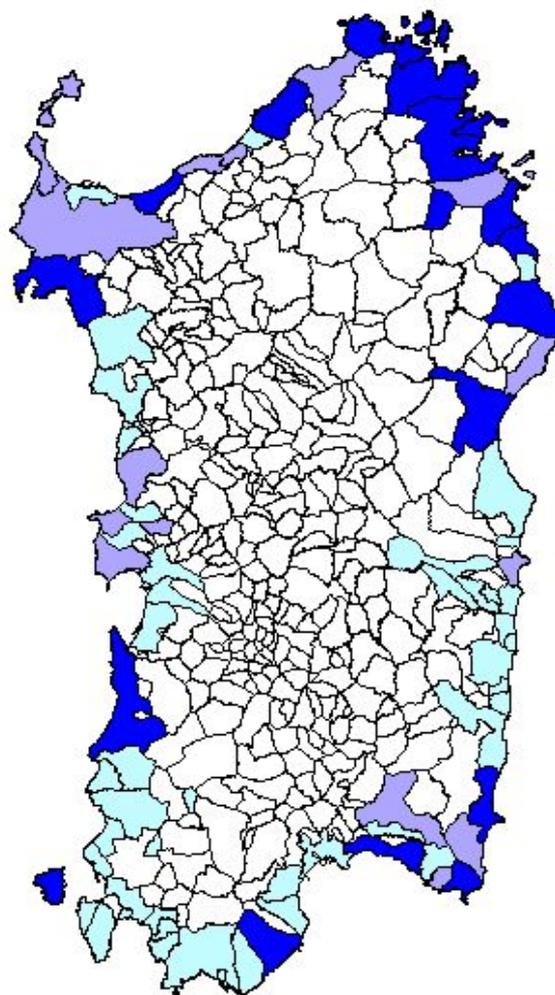
MAPPA 5. COMUNI DELLA SARDEGNA PER ALTITUDINE



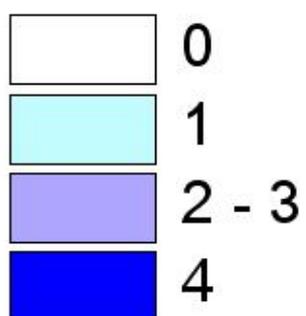
Altitudine



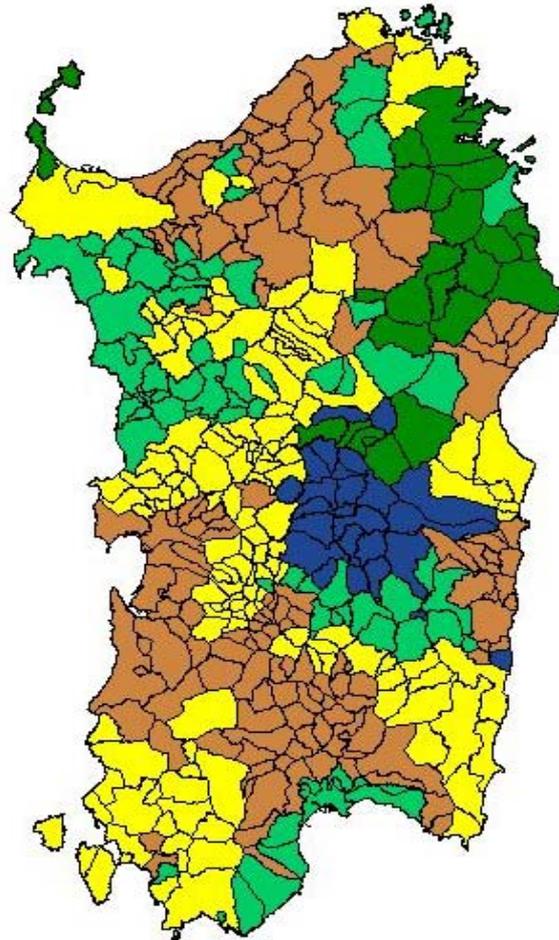
MAPPA 6. COMUNI TURISTICI PER LIVELLO DI INTENSITA' DELL'ATTIVITA'



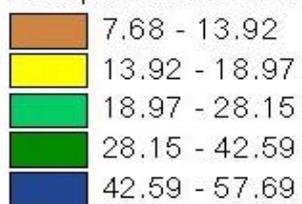
Comuni Turistici.shp



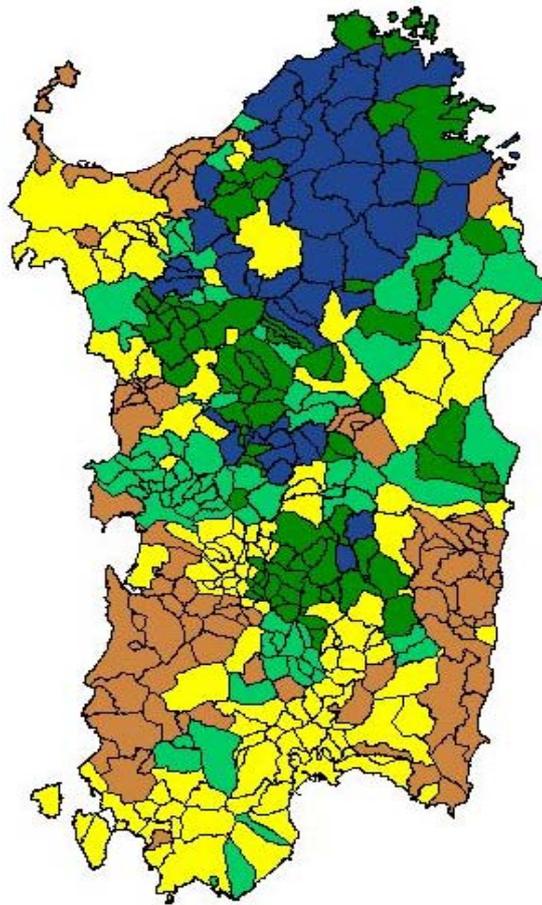
MAPPA 7. PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE (1995)



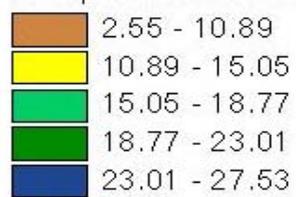
Precipitazioni medie annue (1995).shp



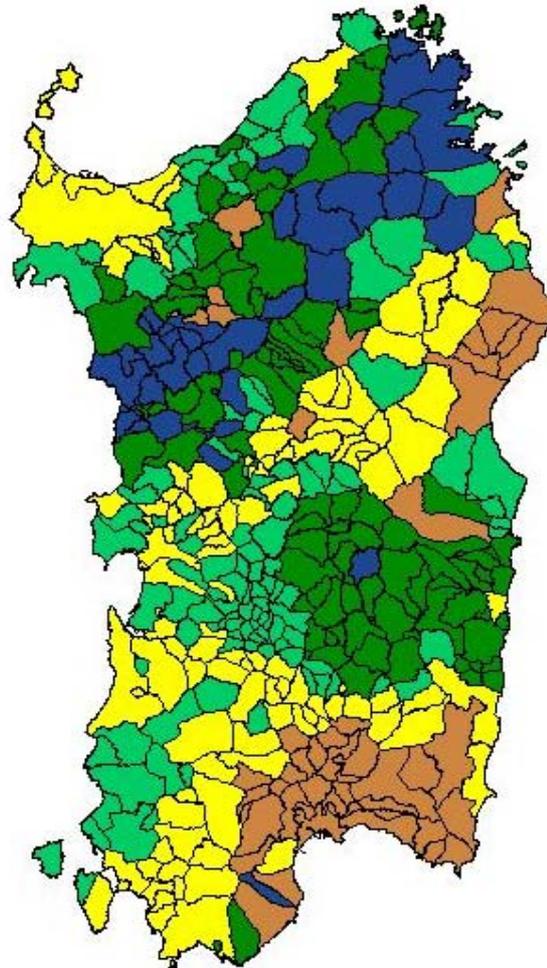
MAPPA 8. PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE (2000)



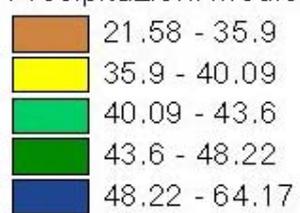
Precipitazioni medie annue (2000).shp



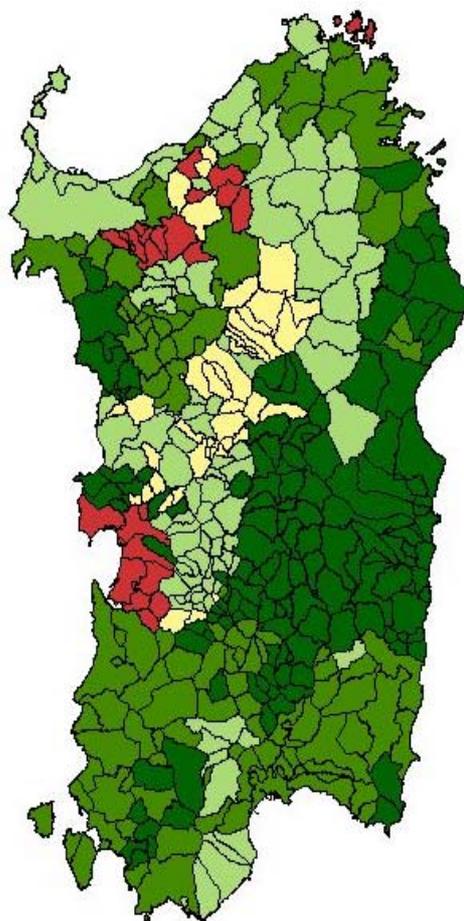
MAPPA 9. PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE (2005)



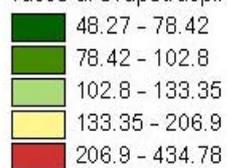
Precipitazioni medie annue (2005).shp



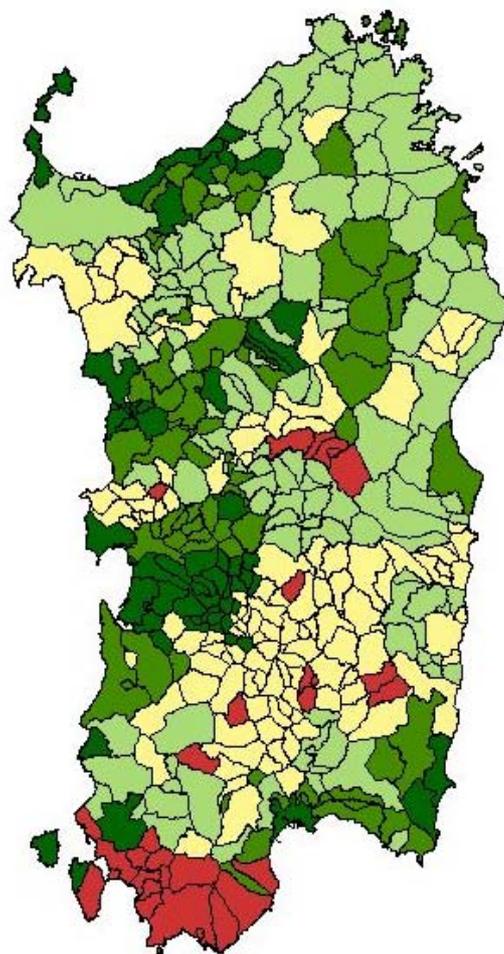
MAPPA 10. TASSO DI EVAPOTRASPIRAZIONE ESTIVO (1995)



Tasso di evapotraspirazione estivo (1995).shp



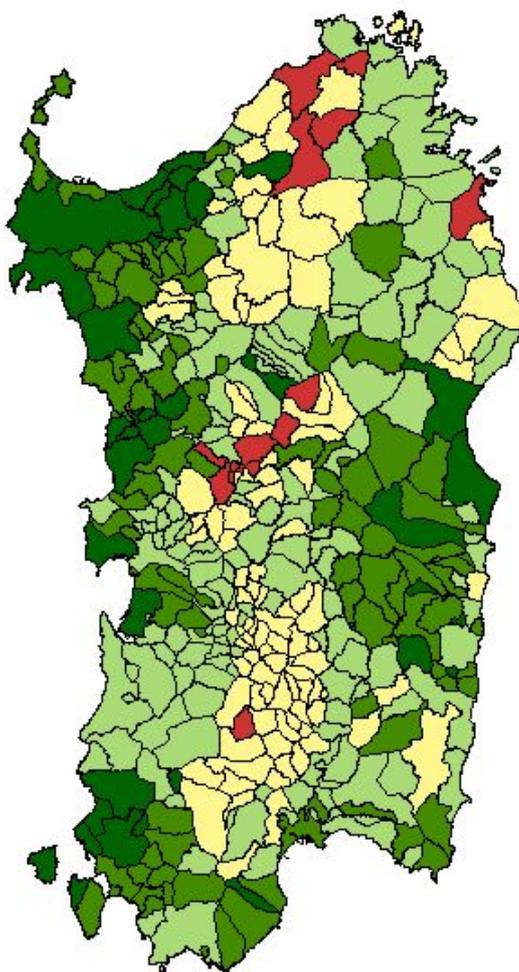
MAPPA 11. TASSO DI EVAPOTRASPIRAZIONE ESTIVO (2000)



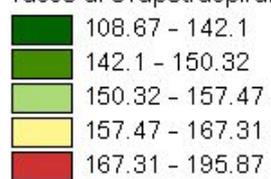
Tasso di evapotraspirazione estivo (2000).shp



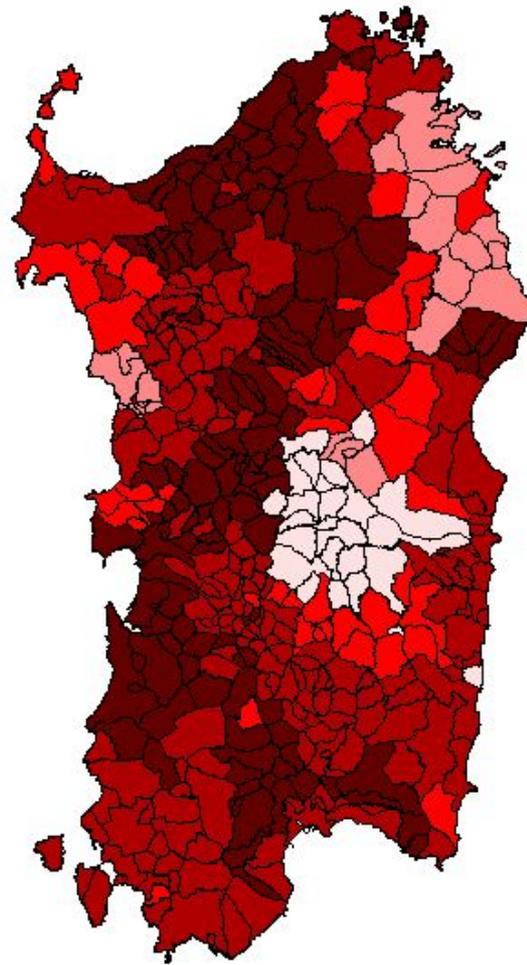
MAPPA 12. TASSO DI EVAPOTRASPIRAZIONE ESTIVO (2005)



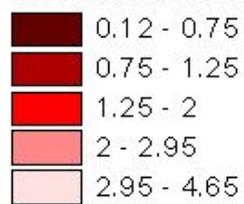
Tasso di evapotraspirazione estivo (2005).shp



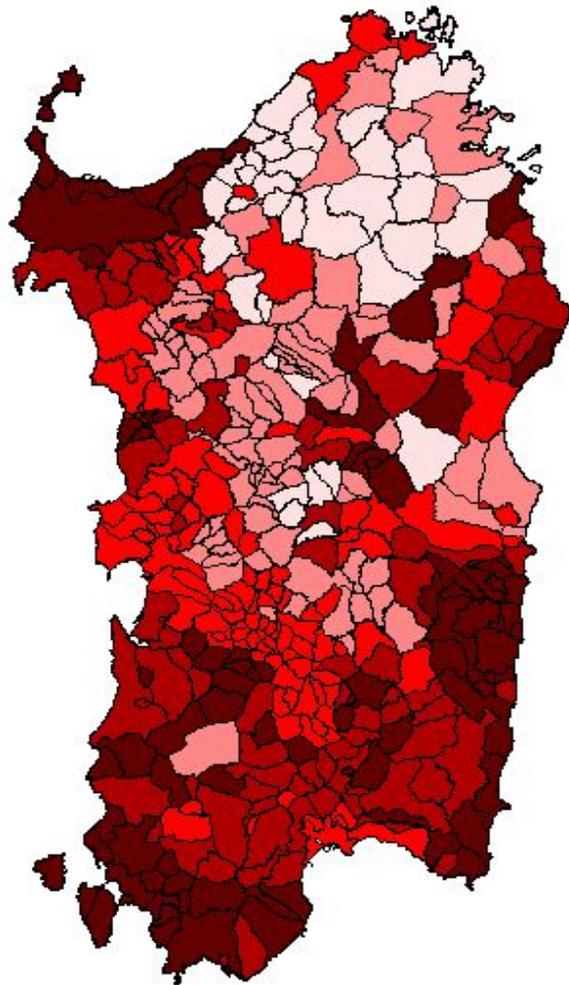
MAPPA 13. INDICE DI ARIDITA' INVERNALE (1995)



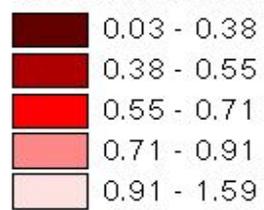
Tasso di aridità invernale (1995) .shp



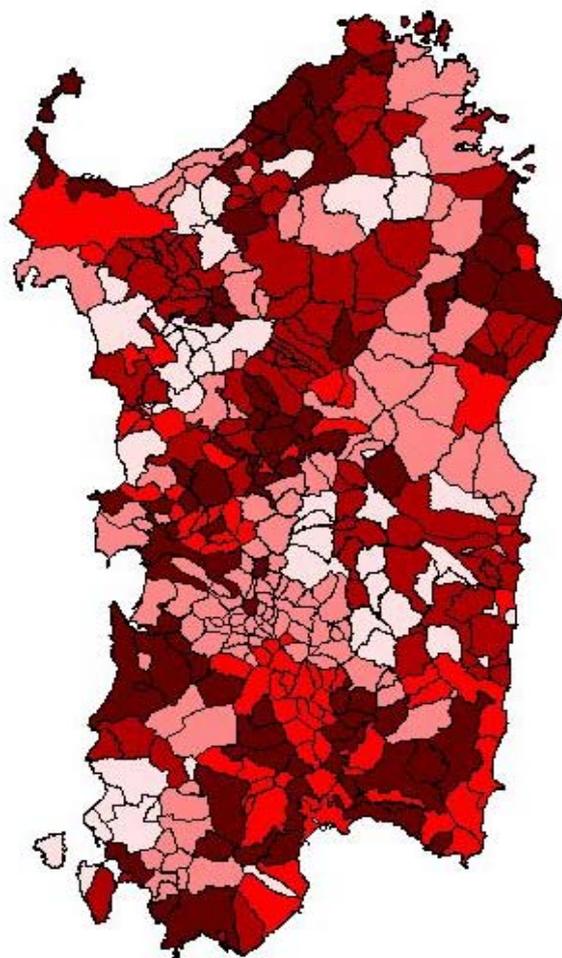
MAPPA 14. INDICE DI ARIDITA' INVERNALE (2000)



Tasso di aridità invernale (2000) .shp



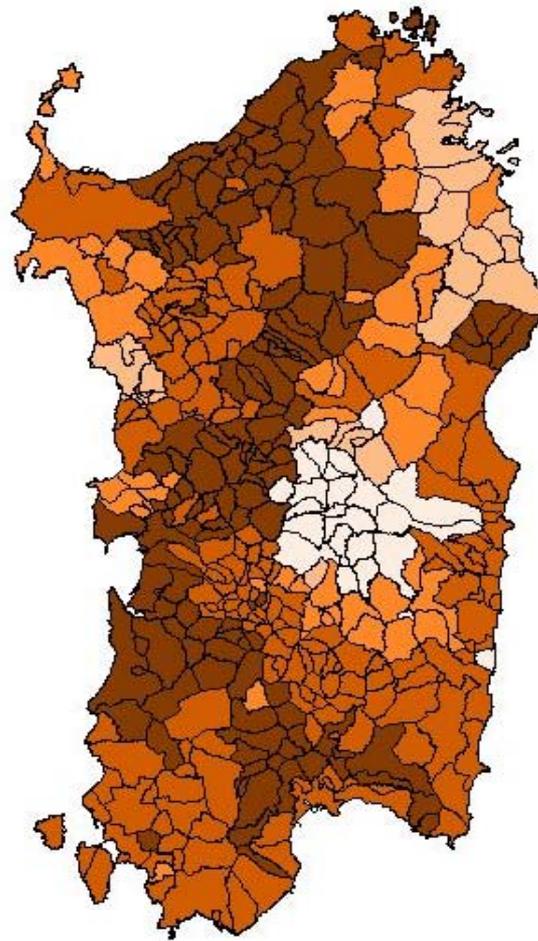
MAPPA 15. INDICE DI ARIDITA' INVERNALE (2005)



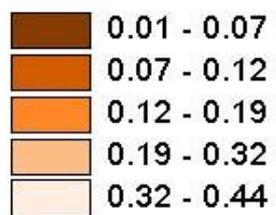
Tasso di aridità invernale (2005) .shp



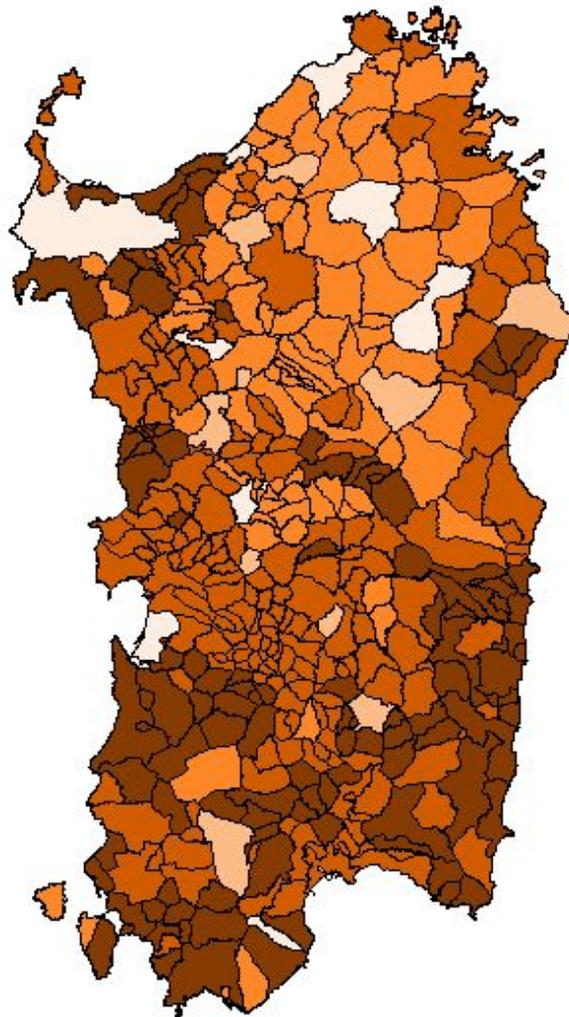
MAPPA 16. INDICE DI ARIDITA' ESTIVO (1995)



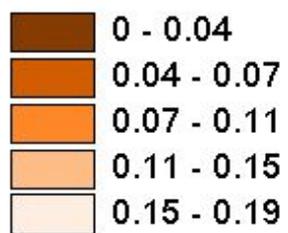
Indice di aridità estivo (1995) .shp



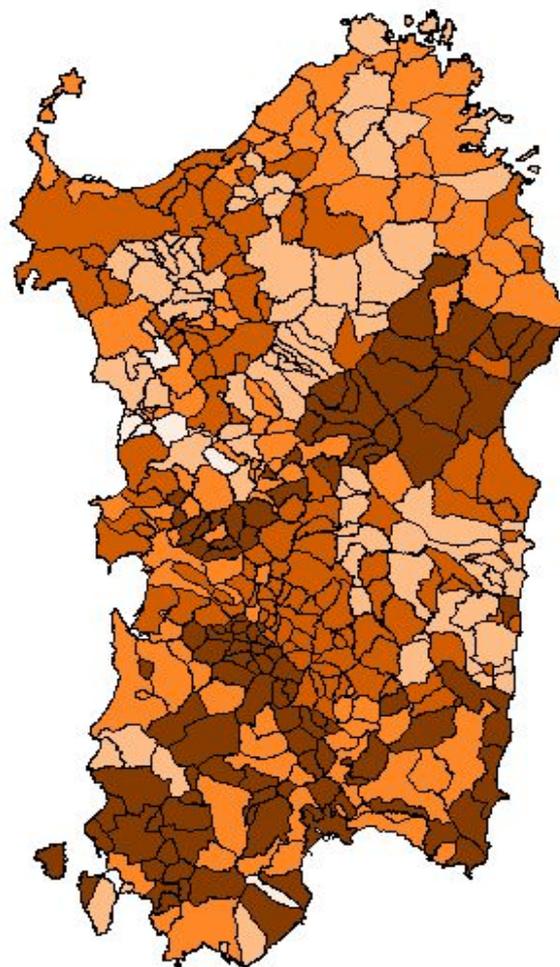
MAPPA 17. INDICE DI ARIDITA' ESTIVO (2000)



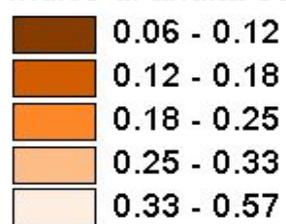
Indice di aridità estivo (2000) .shp



MAPPA 17. INDICE DI ARIDITA' ESTIVO (2005)



Indice di aridità estivo (2005) .shp



RASSEGNA DELLE VARIABILI

VARIABILI DIPENDENTI

CONSUMO MEDIO DI ACQUA (WATCON). Tale variabile è il consumo medio di acqua per utente per anno nei comuni gestiti da ESAF, Consorzio di bonifica del GOVOSSAI, SIINOS e SIM. I dati raccolti sono relativi al periodo 2000 – 2005. I dati sono espressi in metri cubi per anno per utenza. I dati comprendono tutte le utenze domestiche, non essendoci per alcuni gestori alcuna distinzione tra utenze domestiche residenti e non residenti.

CONSUMO MEDIO DI ELETTRICITA' (ELCON). Tale variabile indica i consumi medi annui per utenza domestico residenziale dal 1995 al 2005 per 374 comuni della Sardegna. Sono stati esclusi i comuni di Benetutti e Pozzomaggiore (SS), per assenza dei dati di consumo, in quanto gestiti in proprio ed il comune di Padru (Gallura) che fino al 1996 era frazione del Comune di Buddusò (Gallura) rispetto alla serie analizzata. I dati sono stati espressamente richiesti e raccolti dal CRENoS per precedenti elaborazioni all' ENEL. I dati sono espressi in KWh per anno per utenza e non comprendono le utenze ufficialmente registrate come "non residenti".

REGRESSORI

VARIABILI RELATIVE AL SERVIZIO IDRICO ED ELETTRICO

SERVIZIO IDRICO

PREZZO MEDIO DELL'ACQUA (AP). Il sistema tariffario adottato da tutte le gestioni in Sardegna è a scaglioni crescenti. Il prezzo preso in considerazione nell'analisi è relativo al solo consumo idrico, privo dei costi associati a potabilizzazione e depurazione. La variazione dei prezzi avveniva con frequenza casuale e diversa per ogni gestione. In seguito all'introduzione del gestore unico, ABBANOVA, le tariffe vengono variate annualmente, secondo le modalità previste dal Piano d'Ambito per la copertura dei costi con le tariffe. La variabile di prezzo utilizzata è costruita come rapporto tra l'ammontare annuo fatturato ed il numero di metri cubi di acqua fatturati. La variabile è espressa in €/metro cubo.

RESTRIZIONI (HOURS). Questa variabile tiene in considerazione la presenza di restrizioni all'erogazione del servizio idrico nel periodo 2000 – 2003. Le società di gestione presenti applicavano restrizioni diverse. Le restrizioni consistevano nel ridurre il numero di ore giornaliere di erogazione. Tale riduzione variava nel corso dei mesi e degli anni. Per tenere in considerazione queste differenze la variabile è costruita come rapporto tra il numero effettivo di ore di erogazione nel corso dell'anno ed il numero di ore totali nel corso dell'anno.

DUMMY SULLE GESTIONI (ESAF, GOVOSSAI, SIM, SIINOS, ABBANOVA). Tali variabili sono state inserite per tenere in considerazione le caratteristiche della gestione che potrebbero influire sui consumi e che non è possibile controllare direttamente o per scelte metodologiche (uso di un vincolo di bilancio linearizzato) o per mancanza di un'informazione affidabile (frequenza della fatturazione)

SERVIZIO ELETTRICO

PREZZO MARGINALE DELL'ENERGIA ELETTRICA (MP). Il sistema tariffario presente in Italia per i clienti domestici del mercato vincolato è, nel periodo in esame, un sistema a scaglioni crescenti in cui il prezzo marginale cresce al crescere dei consumi. La tariffa in vigore è fatta di diverse componenti, il cui prezzo variava a seconda delle condizioni del mercato del petrolio e dell'energia elettrica. I prezzi utilizzati sono il valore medio annuo del prezzo marginale. Nel periodo precedente al 1997 le tariffe e la variazione della parte variabile delle stesse era stabilita dal Comitato Interministeriale Prezzi (CIP). Nel 1997 viene creata l'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas (AEEG) la quale, oltre ad altri compiti, si occupa di stabilire le tariffe e gli adeguamenti trimestrali prima e bimestrali successivamente. Le tariffe utilizzate sono state

raccolte utilizzando i dati presenti nel sito dell'AEEG e facendo ricorso alla consultazione delle Gazzette Ufficiali per la ricostruzione delle tariffe nel periodo precedente.

TARIFE MEDIE ANNUE ENERGIA ELETTRICA - USO DOMESTICO RESIDENZIALE (kwh ANNUI)						
	fino a 900 KWh	tra 900 e 1800 KWh	oltre 1800 KWh			
1995	0.02	0.05	0.08			
1996	0.02	0.05	0.08			
	fino a 1800 KWh		oltre 1800 KWh			
1997	0.03		0.07			
1998	0.03		0.07			
1999	0.04		0.06			
	fino a 1800 KWh		da 1801 a 2640 KWh	oltre 2640 KWh		
2000	0.09		0.12	0.23		
	fino a 900 KWh	tra 900 e 1800 KWh	tra 1800 e 2640 KWh	tra 2641 e 3540 KWh	tra 3541 e 4440 KWh	oltre 4440 KWh
2001	0.10	0.12	0.19	0.31	0.29	0.25
2002	0.07	0.08	0.13	0.22	0.20	0.13
2003	0.07	0.09	0.13	0.23	0.21	0.13
2004	0.07	0.09	0.13	0.21	0.19	0.13
2005	0.07	0.09	0.13	0.22	0.20	0.13

LA VARIABILE DIFFERENZA (DIFF). Tale variabile è la variabile Differenza di Taylor-Nordin, calcolata come differenza tra la spesa che sarebbe stata sostenuta se tutte le unità fossero stata pagate al prezzo dell'unità marginale di consumo più elevato e quanto realmente pagato.

PREZZI DEGLI ALTRI COMBUSTIBILI (PGPL10, PWOOD). Tali variabili tengono in considerazione il prezzo degli altri combustibili, potenziali beni sostituto, o complemento dell'energia elettrica. I dati sono relativi al GPL in bombole da 10 o 15 kg, al propano in bombole da 15, 25, 62 e 100 kg e la legna da ardere. Per i primi il prezzo è indicato in euro a bombola, mentre per la legna da ardere è in euro a quintale. Sono disponibili anche i prezzi del gasolio da riscaldamento e dell'olio combustibile la cui diffusione non è però rilevante nei comuni oggetto dell'indagine. Fonte: Camera di Commercio di Cagliari – Rilevazione dei prezzi al dettaglio.

tipo	unità misura	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
gasolio riscaldamento	100 litri											
fino a 2000		0.59	0.61	0.62	0.59	0.65	0.74	0.73	0.73	0.75	0.80	0.91
da 2001 a 5000		0.58	0.61	0.61	0.58	0.64	0.74	0.72	0.73	0.74	0.80	0.91
da 5001 a 10000		0.58	0.60	0.61	0.58	0.64	0.73	0.72	0.73	0.74	0.80	0.91
da 10001 a 20000		0.57	0.60	0.60	0.57	0.63	0.73	0.71	0.72	0.73	0.79	0.90
oltre		2.72	0.59	0.60	0.57	0.63	0.72	0.71	0.72	0.73	0.79	0.90
olio combustibile	100 kg											
fino a 2000		0.35	0.37	0.38	0.40	0.58	0.60	0.74	0.85	0.93	0.94	0.95
da 2001 a 5000		0.35	0.36	0.37	0.39	0.57	0.60	0.73	0.85	0.92	0.94	0.95
da 5001 a 10000		0.34	0.35	0.37	0.38	0.57	0.61	0.73	0.84	0.84	0.93	0.94
da 10001 a 20000		0.33	0.35	0.36	0.37	0.56	0.59	0.72	0.84	0.92	0.93	0.94
oltre		0.32	0.34	0.35	0.36	0.56	0.58	0.72	0.83	0.92	0.93	0.94
GPL miscela												
kg 10		7.53	8.06	7.98	8.55	9.08	10.96	10.90	11.64	12.98	14.00	16.33
kg 15		11.30	12.10	11.97	12.83	13.63	16.45	16.36	17.47	19.48	21.01	25.96
GPL propano												
kg 15		11.75	12.63	13.61	13.34	14.14	17.01	16.89	17.99	20.01	21.54	25.17
kg 25		19.55	19.33	22.65	22.23	23.59	28.22	28.39	30.29	33.54	36.12	42.02
kg 62		49.44	48.04	53.05	51.99	57.61	70.22	73.35	75.20	83.50	89.68	104.34
kg 100		77.83	79.97	89.87	88.12	93.61	112.60	113.36	144.17	134.77	144.63	168.07
GPL sfuso miscela	100 litri	0.43	0.46	0.50	0.50	0.53	0.63	0.61	0.65	0.72	0.77	0.88
	100 kg	0.82	0.88	0.95	0.95	1.01	1.21	1.15	1.25	1.39	1.48	1.69
Legna da ardere		4.81	5.68	6.71	8.00	8.77	10.32	11.36	12.50	13.50	14.50	15.50

CARATTERISTICHE SOCIO ECONOMICHE

REDDITO IMPONIBILE MEDIO (INCOME). Il reddito imponibile medio è calcolato come rapporto tra l'imponibile totale IRPEF, dichiarato dai contribuenti di ogni comune ed il numero totale di contribuenti. Tale dato prende in considerazione le sole persone fisiche ed i redditi da pensione o lavoro. La fonte dei dati è il Ministero delle Finanze. I dati sono stati raccolti nel corso degli ultimi tre anni consultando l'apposito sito. Per gli anni compresi tra il 1998 ed il 2003 sono stati pubblicati i dati disaggregati a livello comunale. Per il 2004 è stato pubblicato il dato disaggregato dei comuni della provincia di Cagliari ed il dato dell'aggregato regionale. Per gli anni precedenti e successivi è stato reperito il dato aggregato regionale. Per gli anni ed i comuni per i quali era assente il dato comunale si è proceduto ad una interpolazione ipotizzando che l'apporto percentuale, che il comune dava al reddito imponibile medio regionale, non variasse rispetto alla media degli anni per cui il dato era presente si è imputato tale valore al singolo comune.

I dati del 1998, 1999 e 2000 sono disponibili al seguente indirizzo internet: <http://www.finanze.it/dipartimentopolitichefiscali/fiscalitalocale/imponirpef98.htm>; i dati del 2002, 2003 e 2004 sono disponibili al seguente indirizzo: http://www.finanze.gov.it/studi_stat_new/sintesi.htm. I dati relativi agli altri anni erano reperibili nei mesi scorsi ai medesimi indirizzi.

DIMENSIONE MEDIA FAMILIARE (HHSIZE). Tale variabile indica la dimensione media familiare. È una variabile time invariant. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

FAMIGLIE CON UN SOLO COMPONENTE. Tale variabile indica la quota di famiglie composte da una sola persona. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

FAMIGLIE CON DUE COMPONENTI. Tale variabile indica la quota di famiglie composte da due sole persone. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

FAMIGLIE CON OLTRE QUATTRO COMPONENTI. Tale variabile indica la quota di famiglie composte da più di quattro componenti. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

VARIABILI CHE INDICANO LE CLASSI DI ETÀ' (OL65). Tali variabili indicano la quota di popolazione in una determinata fascia di età. La scelta delle classi è stata fatta seguendo le indicazioni della letteratura (Leth-Petersen, 2002). Le classi sono: meno di 5 anni di età, tra 5 e 10 anni, tra 11 e 19 anni, tra 20 e 30 anni, tra 31 e 45 anni, tra 46 e 55 anni, tra 56 e 64 anni e oltre i 64 anni. La ricostruzione delle quote è stata fatta utilizzando i dati presenti sul sito GEO-DEMO dell'Istat, sul quale sono presenti i dati demografici relativi alla popolazione residente per comune e per singola annualità.

VARIABILI CHE INDICANO IL TITOLO DI STUDIO (EDUC). Tali variabili indicano la quota della popolazione residente che ha conseguito un determinato titolo di studio tra laurea, diploma di scuola secondaria superiore, diploma di scuola media inferiore, licenza elementare, oltre alla quota di alfabeti privi di titoli di studio e di analfabeti. La variabile titstud1 indica la quota di popolazione che possiede i titoli di studio più elevato, cioè diploma di scuola superiore e laurea. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

FORZE e NON FORZE DI LAVORO (NLF). Tali variabili prendono in considerazione la parte attiva della popolazione e quella non attiva. Molti degli studi analizzati in letteratura si focalizzano sul ruolo della componente non attiva ed, in particolare, di pensionati e casalinghe. Tali categorie, in Italia, non sono monitorate direttamente dal sistema statistico nazionale ma sono ricomprese all'interno delle "Non forze di Lavoro" che sono determinate in maniera residuale come la parte della popolazione che non è compresa nelle "Forze di Lavoro". Le *Forze di lavoro* comprendono gli *occupati* e le *persone in cerca di occupazione*. La parte rimanente della popolazione costituisce le *Non forze di lavoro* tra i quali vi sono i *ritirati dal lavoro* (ovvero le persone di 15 anni e più che hanno cessato un'attività lavorativa per raggiunti limiti di età, invalidità o altra causa. La figura del ritirato dal lavoro non coincide necessariamente con quella del pensionato in quanto non sempre il ritirato dal lavoro gode di una pensione), le casalinghe, gli studenti e la categoria residuale. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

TASSO DI OCCUPAZIONE E TASSO DI DISOCCUPAZIONE. Tali variabili sono date dal rapporto percentuale avente al numeratore la popolazione di 15 anni e più occupata, nel primo caso, in cerca di occupazione, nel secondo, e al denominatore le forze di lavoro della stessa classe di età. I tassi di occupazione e disoccupazione femminile e maschile sono calcolati con la medesima metodologia ma tengono in considerazione solo la parte femminile o maschile della popolazione. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

CARATTERISTICHE DELLA ABITAZIONE

DIMENSIONE MEDIA DELL'ABITAZIONE (SURFACE). Indica la superficie media delle abitazioni di un comune. E' espressa in metri quadri. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

NUMERO MEDIO DI STANZE PER ABITAZIONE (NROOMS). Indica il numero medio di stanze presenti nelle abitazioni ad uso di civile abitazione. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

NUMERO DI PIANI O LIVELLI. Il dato disponibile sul sito Internet che riporta i dati del Censimento della Popolazione e delle Abitazioni (2001), riporta solamente il numero totale di primi, secondi, terzi ecc. piani all'interno del comune. Su apposita richiesta l'ISTAT ha fornito il dato relativo al numero di case a un solo piano, due piani, tre piani, oltre tre piani.

EPOCA DI COSTRUZIONE DELLE ABITAZIONI. Tale variabile indica la quota di abitazioni costruite prima del 1919, tra il 1919 ed il 45, tra il 1946 ed il 1961, tra il 1962 ed il 1971, tra il 1972 ed il 1981, tra il 1982 ed il 1991 e dopo al 1991. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

TITOLARITA' DELL'ABITAZIONE (OWNERS). Tale variabile indica la quota di abitazioni di proprietà e quella in affitto nei comuni oggetto dell'analisi. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

RISTRUTTURAZIONE DEGLI IMPIANTI IDRICO ED IDRAULICO E DEGLI INFISSI (NORENOV). Tale dato rilevato dal Censimento della Popolazione e delle abitazioni (2001) non è disponibile nel sito Internet che ne riporta i dati. Su apposita richiesta L'ISTAT ha fornito i dati a livello comunale. Le variabili indicano, rispettivamente, la quota di abitazioni che hanno subito una ristrutturazione degli impianti e degli infissi e quelle che non lo hanno subito, nel periodo compreso tra il Censimento della Popolazione e delle Abitazioni del 1991 e quello del 2001.

VARIABILI RELATIVE AI SOLI CONSUMI ELETTRICI

CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO DI RISCALDAMENTO. Si tratta di una variabile che indica la tipologia strutturale dell'impianto o dell'apparecchio utilizzato per il riscaldamento dell'abitazione. Tale variabile è suddivisa in differenti modalità: impianto fisso ad uso di più abitazioni, impianto fisso autonomo, apparecchio fisso che riscalda tutta l'abitazione, apparecchio fisso che riscalda solo parte dell'abitazione, impianto comune per il riscaldamento degli ambienti e dell'acqua. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

COMBUSTIBILE UTILIZZATO PER IL RISCALDAMENTO DELL'ABITAZIONE (HGPL, HELECT, HWOOD) . Tale dato rilevato dal Censimento della Popolazione e delle abitazioni (2001) non è disponibile nel sito Internet che ne riporta i dati. Su apposita richiesta L'ISTAT ha fornito i dati a livello comunale. I dati sono relativi al numero di abitazioni che dispongono di un impianto di riscaldamento che funziona a: a) gas di città; b) gasolio da riscaldamento; c) GPL; c) legna; d) energia elettrica; e) olio combustibile; f) carbone; g) energia solare; h) altre fonti.

COMBUSTIBILE UTILIZZATO PER IL RISCALDAMENTO DELL'ACQUA (WELECT). Tale dato rilevato dal Censimento della Popolazione e delle abitazioni (2001) non è disponibile nel sito Internet che ne riporta i dati. Su apposita richiesta L'ISTAT ha fornito i dati a livello comunale. I

dati sono relativi al numero di abitazioni che dispongono di un impianto di riscaldamento dell'acqua che funziona a: a) gas di città; b) energia elettrica; c) energia solare; d) altre fonti.

TREND. Questa variabile indica il tasso di variazione medio annuo dei consumi di energia elettrica nel periodo 1995-2005 nei comuni oggetto dell'indagine. Nostra elaborazione su dati ENEL.

TASSO DI VARIAZIONE DELLE ABITAZIONI CON RISCALDAMENTO ELETTRICO. Questa variabile indica il tasso di variazione, per ogni comune, della variazione del numero di abitazioni con riscaldamento elettrico. Nostra elaborazione su dati ISTAT.

CARATTERISTICHE GEOGRAFICHE

VARIABILI CHE INDICANO LE PROVINCE. Si tratta di 8 variabili dummy che indicano in quale delle 8 province della Sardegna si trovano i comuni oggetto dell'indagine. I dati utilizzati sono di fonte CRENoS.

VARIABILI CHE INDICANO LA POSIZIONE GEOGRAFICA. Si tratta di tre variabili dummy che indicano se il comune è situato sulla costa (costieri), è limitrofo ai comuni costieri (subcostieri) o è interno (lontano dalle aree costiere). La fonte dei dati è il CRENoS.

VARIABILI CHE INDICANO LA POPOLAZIONE DEI COMUNI. Si tratta di 6 variabili dummy che suddividono i comuni per classe di popolazione. Le classi sono state ricostruite tenendo in considerazione le caratteristiche dei comuni sardi sia relativamente alla popolazione che alle caratteristiche più importanti per l'analisi in corso ed emersi dall'analisi descrittiva effettuata precedentemente. Le classi scelte sono: da zero a 1000 abitanti, da 1001 a 5000 abitanti, da 5001 a 10000 abitanti, da 10001 a 15000 abitanti, da 15000 a 30000 abitanti ed oltre 30000 abitanti. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

VARIABILE INDICANTE LA POPOLAZIONE DEI COMUNI. Tale variabile indica la popolazione totale annua dei comuni oggetto dell'analisi dal 1995 al 2005. I dati utilizzati sono presenti sul sito GEO-DEMO dell'Istat sul quale sono presenti i dati demografici relativi alla popolazione residente per comune e per singola annualità.

VARIABILE DENSITA'. Tale variabile indica la densità media per comune e per anno ottenuta dal rapporto tra popolazione per comune e per anno e la superficie comunale espressa in metri quadri. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni, 2001, e GEO-DEMO, 2008.

SUPERFICIE. La variabile indica la superficie totale del comune, in metri quadri. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

ALTITUDINE (ALT). La variabile indica l'altitudine media del comune, in metri. Fonte: ISTAT, Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. 2001

COMUNI TURISTICI (TOUR). Tale variabile categoriale indica il livello di specializzazione turistica dei comuni. E' costruita tenendo in considerazione numerosi indicatori: i posti letto in strutture ricettive ufficiali, il numero di posti letto nelle seconde case, la popolazione non residente in eccesso nei mesi estivi rispetto ai residenti, limitatamente ai comuni costieri. Le categorie vanno da 0 che indica i comuni non costieri e privi di specializzazione turistica a 4 che indica i comuni costieri ad elevata vocazione turistica. L'indice è stato costruito dando un punteggio 1 ai comuni costieri ed un ulteriore punteggio pari ad 1 ogni qualvolta il comune possiede un valore superiore alla media regionale delle variabili indicate precedentemente.

La scelta di considerare solo i comuni costieri è dovuta al fatto che la specializzazione turistica della regione è relativa ad un turismo balneare legato alla fruizione delle spiagge nel periodo estivo. I dati ufficiali (ISTAT, 2005) indicano una presenza turistica nelle strutture ufficiali pari a 10.203.401, mentre i ricercatori del CRENoS (CRENoS, 2007) sulla base dei dati pubblicati su "Indagine sui viaggi e le vacanze" (ISTAT, 2007) mostrano che nel 2004 il numero di notti passate in Sardegna dai turisti è 34.514.000, il 79% delle quali passate in strutture non ufficiali. Il soggiorno di turisti nelle seconde case è perciò un fenomeno rilevante, il cui impatto economico ed ambientale non viene catturato in quanto tale dai dati ufficiali –spesso perché

l'affitto delle seconde case è effettuato in maniera del tutto abusiva-, ma viene ricompreso all'interno dei dati relativi ai consumi domestici residenziali. Tale impatto è ancora più rilevante se si considera il fatto che in alcuni comuni nel periodo estivo la presenza turistica è di gran lunga maggiore della popolazione stabilmente residente. Non avendo a disposizione dati relativi alle presenze turistiche a livello comunale, dobbiamo ricorrere ad una proxy. Tale proxy è la variabile da noi proposta. Per quanto riguarda le variabili utilizzate, la sola variabile direttamente disponibile per comune è il numero di posti letto in strutture di soggiorno ufficiali. Il numero di posti letto nelle seconde case è stato elaborato e pubblicato nel "Piano Regionale per lo Sviluppo Sostenibile" della Regione Sardegna. Il calcolo viene effettuato utilizzando il numero di case vuote per comune (ISTAT, 2001) e assumendo che la medesima percentuale di case che al censimento del 1991 erano destinate all'uso per vacanza sia destinata al medesimo uso nel 2001. La stima della popolazione non residente nei mesi estivi è calcolata utilizzando il dato sulla produzione di rifiuti nei mesi estivi eccedente la produzione che nei mesi invernali può essere imputata ai residenti. Calcolando la produzione media di rifiuti per i non residenti ufficiali, siamo in grado di stimare quante persone hanno concorso a produrre la quantità eccedente.

CARATTERISTICHE CLIMATICHE

TASSO DI EVAPOTRASPIRAZIONE MEDIO ANNUO, TASSO DI EVAPOTRASPIRAZIONE MEDIO INVERNALE, TASSO DI EVAPOTRASPIRAZIONE MEDIO ESTIVO (SUMEVATRA). Per evapotraspirazione s'intende il volume di acqua perso dall'unità di superficie di terreno coperto da una vegetazione di notevole estensione (coltura standard di riferimento), bassa, omogenea, in piena attività di sviluppo, ottimamente rifornita di acqua e che ombreggi completamente il terreno, durante un certo periodo di tempo. Nel nostro caso il dato si riferisce all'evapotraspirazione di riferimento (ETO), cioè la quantità di acqua dispersa nell'atmosfera, attraverso i processi di evaporazione e traspirazione delle piante, da un prato di ampia estensione i cui processi di crescita e produzione non sono limitati dalla disponibilità idrica o da altri fattori di stress. Essa, in pratica, rappresenta la domanda evapotraspirativa dell'ambiente; è strettamente correlata ai parametri meteorologici (radiazione solare, temperatura e umidità dell'aria, velocità del vento) ma non è influenzata dai processi fisiologici della coltura. E' generalmente accettato che la coltura di riferimento sia una specie autunno-vernina, del tipo C-3, con caratteristiche geometriche ed ecofisiologiche simili al loietto (*Lolium perenne* L.) o alla festuca (*Festuca arundinacea* Schrab, 'Alta'). Rispetto alle singole variabili climatiche che la compongono, il tasso di evapotraspirazione fornisce un'indicazione complessiva del clima e delle sue interazioni e dipendenze dall'uso del suolo. E' espressa in millimetri medi annui. I tassi, invernale ed estivo, sono calcolati come media dei mesi invernali ed estivi. I dati sono stati forniti dal SAR (Servizio Agrometeorologico della Regione Sardegna) per gli anni 2002 – 2005 per 240 comuni, e vengono forniti su apposita richiesta. I dati relativi ai rimanenti comuni sono stati interpolati calcolando lo scostamento medio rispetto ai comuni limitrofi di cui possediamo i dati. Per gli anni rimanenti gli scostamenti sono stati calcolati rispetto ai valori dei comuni in cui sono situate le 60 stazioni di riferimento.

PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE, PRECIPITAZIONI MEDIE INVERNALI, PRECIPITAZIONI MEDIE ESTIVE. Tali variabili indicano le precipitazioni medie annue, le precipitazioni medie invernali e le precipitazioni medie estive, espresse in millimetri. Le precipitazioni comprendono sia le precipitazioni piovose che quelle nevose piuttosto che rugiada e brina.

BILANCIO IDRICO MEDIO ANNUO, BILANCIO IDRICO MEDIO INVERNALE, BILANCIO IDRICO MEDIO ESTIVO. Tale variabile è ottenuta calcolando la differenza tra precipitazioni ed evapotraspirazione. Esso fornisce una misura del deficit idrico e, di conseguenza, del clima di un'area. Le variabili sono state calcolate facendo riferimento ai dati base forniti dal SAR.

INDICE DI ARIDITA' (AISUMMER_, AIWINTER). Tale variabile è calcolata come rapporto tra precipitazioni ed evapotraspirazione. E' una misura diretta del clima di un'area ed in particolare del livello di aridità. L'indice, creato dall'UNEP (United Nation Environmental Project), assume valori compresi tra 0 e 1, laddove l'unità indica perfetto equilibrio tra precipitazioni ed evapotraspirazione e, dunque, un clima temperato umido e livelli crescenti di aridità man mano che il valore dell'indice diminuisce. Le variabili sono state calcolate facendo riferimento ai dati base forniti dal SAR.

APPENDICE STATISTICA

VARIABILI UTILIZZATE PER L'ANALISI EMPIRICA DEI CONSUMI IDRICI

Variabile		Media	Std. Dev.	Min	Max	Osservazioni
WATCON	overall	130.082	49.13369	16.13778	554.4247	N = 1440
	between		35.67272	58.14164	287.1582	n = 240
	within		33.85259	-129.0654	503.033	T = 6
AP	overall	1.06197	.9573543	.0037903	31.81017	N = 1440
	between		.4278382	.3917429	6.378219	n = 240
	within		.8568067	-4.333578	26.49392	T = 6
INCOME	overall	9540.766	2559.697	670.1412	22961.08	N = 1440
	between		2214.98	4256.875	19722.64	n = 240
	within		1289.558	4227.574	13271.73	T = 6
HHSIZE	overall	2.749458	.234197	2.08	3.33	N = 1440
	between		.2346049	2.08	3.33	n = 240
	within		0	2.749458	2.749458	T = 6
NLF	overall	.5720168	.0540419	.43	.76	N = 1440
	between		.0541361	.43	.76	n = 240
	within		0	.5720168	.5720168	T = 6
OWNERS	overall	.853656	.0658272	.6	.97	N = 1440
	between		.0659419	.6	.97	n = 240
	within		0	.853656	.853656	T = 6
NORENOV	overall	.7486208	.0596288	.55	1	N = 1440
	between		.0597326	.55	1	n = 240
	within		0	.7486208	.7486208	T = 6
TOUR	overall	.3125	.8700782	0	4	N = 1440
	between		.8715938	0	4	n = 240
	within		0	.3125	.3125	T = 6
SUMEVATRA	over.	151.1328	16.16951	77.5	201.03	N = 1440
	between		9.619597	112.9433	179.0317	n = 240
	within		13.00915	91.53118	198.7812	T = 6
HOURS	overall	5877.988	2471.721	2326	8760	N = 1440
	between		684.4277	5146.5	8760	n = 240
	within		2375.414	2509.988	8943.988	T = 6
SIM	overall	.0034722	.0588436	0	1	N = 1440
	between		.0537914	0	.8333333	n = 240
	within		.0240646	-.8298611	.1701389	T = 6
SIINOS	overall	.0034722	.0588436	0	1	N = 1440
	between		.0537914	0	.8333333	n = 240
	within		.0240646	-.8298611	.1701389	T = 6
GOVOSSAI	overall	.0625	.2421456	0	1	N = 1440
	between		.2199515	0	.8333333	n = 240
	within		.1020975	-.7708333	.2291667	T = 6
YEAR 2001	over.	.1666667	.3728075	0	1	N = 1440
	between		0	.1666667	.1666667	n = 240
	within		.3728075	0	1	T = 6
YEAR 2002	over.	.1666667	.3728075	0	1	N = 1440
	between		0	.1666667	.1666667	n = 240
	within		.3728075	0	1	T = 6
YEAR 2003	over.	.1666667	.3728075	0	1	N = 1440
	between		0	.1666667	.1666667	n = 240
	within		.3728075	0	1	T = 6
YEAR 2004	over.	.1666667	.3728075	0	1	N = 1440
	between		0	.1666667	.1666667	n = 240
	within		.3728075	0	1	T = 6
YEAR 2005	over.	.1666667	.3728075	0	1	N = 1440
	between		0	.1666667	.1666667	n = 240
	within		.3728075	0	1	T = 6

VARIABILI UTILIZZATE PER L'ANALISI EMPIRICA DEI CONSUMI ELETTRICI

Variabile	Media	Std. Dev.	Min	Max	Osservazioni	
ELCOM	overall	2646.676	445.0439	1272.456	4226.364	N = 4114
	between		424.6859	1657.524	3773.752	n = 374
	within		134.7014	1220.051	3867.994	T = 11
MP	overall	.1238432	.059514	.0308325	.2329892	N = 4114
	between		.0212587	.0655763	.1475676	n = 374
	within		.0555975	.0102444	.2427105	T = 11
DIFF	overall	142.7922	110.6306	6.445382	362.16	N = 4114
	between		55.09382	19.24192	205.3425	n = 374
	within		95.97488	-44.34956	396.0558	T = 11
INCOME	overall	10073.3	2583.436	1946.701	22701.08	N = 4114
	between		1806.199	6345.721	18615.28	n = 374
	within		1849.248	3177.156	15961.36	T = 11
PGLP10	overall	10.72909	2.704387	7.535	16.328	N = 4114
	between		0	10.72909	10.72909	n = 374
	within		2.704387	7.535	16.328	T = 11
PWOOD	overall	10.14983	3.473176	4.808107	15.5	N = 4114
	between		0	10.14983	10.14983	n = 374
	within		3.473176	4.808107	15.5	T = 11
HHSIZE	overall	2.723075	.2380093	2.06	3.33	N = 4114
	between		.2382992	2.06	3.33	n = 374
	within		0	2.723075	2.723075	T = 11
OL65	overall	.1913904	.0544536	.07	.4	N = 4114
	between		.0526094	.0881818	.3781818	n = 374
	within		.0142891	.1295722	.2713904	T = 11
EDUC	overall	.2080481	.0575381	.09	.49	N = 4114
	between		.0576082	.09	.49	n = 374
	within		0	.2080481	.2080481	T = 11
NLF	overall	.5706684	.0531568	.43	.76	N = 4114
	between		.0532215	.43	.76	n = 374
	within		0	.5706684	.5706684	T = 11
WELECT	overall	.715107	.1150023	.28	.99	N = 4114
	between		.1151424	.28	.99	n = 374
	within		0	.715107	.715107	T = 11
HELECT	overall	.1509626	.1169087	.01	.72	N = 4114
	between		.117051	.01	.72	n = 374
	within		0	.1509626	.1509626	T = 11
HWOOD	overall	.7590107	.1868176	.09	1	N = 4114
	between		.1870451	.09	1	n = 374
	within		0	.7590107	.7590107	T = 11
HGPL	overall	.0814706	.0577194	0	.32	N = 4114
	between		.0577897	0	.32	n = 374
	within		0	.0814706	.0814706	T = 11
OWNERS	overall	.8450267	.0676687	.6	.98	N = 4114
	between		.0677511	.6	.98	n = 374
	within		0	.8450267	.8450267	T = 11
SURFACE	overall	103.4306	11.922	63.79	135.52	N = 4114
	between		11.93652	63.79	135.52	n = 374
	within		0	103.406	103.4306	T = 11
NROOMS	overall	4.551203	.4487262	2.96	5.87	N = 4114
	between		.4492727	2.96	5.87	n = 374
	within		0	4.551203	4.551203	T = 11
NORENOV	overall	.7408289	.0606907	.49	1	N = 4114
	between		.0607646	.49	1	n = 374
	within		0	.7408289	.7408289	T = 11
TOUR	overall	.3930481	.9910174	0	4	N = 4114
	between		.9922244	0	4	n = 374
	within		0	.3930481	.3930481	T = 11
AIsummer	overall	.157188	.0997121	.000685	.7189224	N = 4114
	between		.0399593	.0694588	.2883721	n = 374
	within		.0913764	-.1074453	.6021977	T = 11
AIwinter	overall	1.207445	.7471401	.0342717	7.552632	N = 4114
	between		.2973811	.6138445	2.115701	n = 374
	within		.6855639	-.4981664	6.644376	T = 11

BIBLIOGRAFIA

- AEEG (2007a). Atto 15 maggio 2007, n.19/07. Disponibile su: <http://www.autoritaenergia.it>
- AEEG (2007b). Relazione Annuale sullo stato dei servizi e sull'attività svolta. Disponibile su: www.autoritaenergia.it
- Agthe, D.E., Billings, R.B., Dobra, J.L., Rafiee, K., (1986). A simultaneous equation demand model for block rates. *Water Resources Research* 22 (1), 1–4.
- Al-Qunaibet, M.H. and R.S. Johnston, 1985. Municipal demand for water in Kuwait: Methodological issues and empirical results. *Water Resources Research* 21(4):433-438, April.
- Amato, A., Ruth, M., Kirshen, P., Horwitz, J., (2005). Regional energy demand responses to climate change: methodology and application to the commonwealth of Massachusetts. *Climatic Change*, in press.
- Amemiya T., MaCurdy T., (1986). Instrumental – Variable estimation of an Error Components model. *Econometrica*, 54, 869-881.
- Arbues, F., Barberan, R., Villanua, I., (2004). Price impact on urban residential water demand: a dynamic panel data approach. *Water Resource Research*, vol. 40, W11402.
- Arbues, F., Martinez-Espiñeira, R., García-Valiñas M. A., (2003). Estimation of residential water demand: a state of the art review. *Journal of Socio-Economics*, Vol 32, No 1, 81-102.
- Arellano, M. e Bond S., (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies* 58:277-297.
- Autorità di Vigilanza sulle Risorse Idriche e i Rifiuti (2006). Relazione annuale al Parlamento sullo stato dei servizi idrici - Anno 2005. disponibile su: www.minambiente.it
- Bachrach, M., Vaughan, W.J., (1994). Household water demand estimation. Tech. Rep. Working Paper ENP 106, Inter-American Development Bank Productive Sectors and Environment Subdepartment Environment Protection Division.
- Baltagi B. H., Khanti-Akom S., (1990). On efficient estimation with panel data: an empirical comparison of instrumental variables estimators. *Journal of Applied Econometrics*, 5, (4) 401-406.
- Baker P., Blundell R. (1991). The microeconomic approach to modelling energy demand: some results for UK households. *Oxford Review of Economic Policy*, 7(2) 54-76
- Barkatullah, N., (2002). OLS and instrumental Variable price elasticity estimates for water in mixed-effects model under multiple tariff structure. Working Papers in Economics, Department of Economics, University of Sydney.
- Bar Shira Z., Cohen N., Kislev Y., (2005). Residential demand for water in Israel. Working Paper Department of Agricultural Economics and Management, Hebrew University, Rehovot, Israel.
- Beenstock, M., Goldin, E., Nabot, D., (1999). The demand for electricity in Israel. *Energy Economics* 21, 168–183.
- Bell D. R., Griffin R.C. (2005). Determinants of demand for water used in Texas communities. Annual Meeting of the Western Agricultural Economics Association San Francisco, July 6-8, 2005
- Benavente J.M., Galetovic A., Sanhueza R., Serra P., (2004). Estimando la demanda residencial por electricidad en Chile: a dona Juanita le importa el precio. Working Paper. Centro de Economía Aplicada. Universidad de Chile.

- Bernstein M.A., Griffin J., (2006). regional differences in the price-elasticity of demand for energy. Subcontract Report NREL/SR-620-39512. National Renewable Energy Laboratory at the U.S. Department of Energy. Available at: <http://www.osti.gov/bridge>
- Bhargava A., Franzini L., Narendranathan W., (1982). Serial correlation and fixed effect model. *Review of Economic Studies*, 49 533-549
- Bigano, A., F. Bosello and G. Marano (2006). Energy demand and temperature: a dynamic panel analysis. *Fondazione ENI Enrico Mattei Working Paper No. 112.06.*
- Billings, R.B., (1982). Specification of block rate price variables in demand models. *Land Economics* 58 (3), 386–393.
- Billings, R.B., (1987). Alternative demand model estimations for block rate pricing. *Water Resources Bulletin* 23 (2), 341–345.
- Billings, R.B., Agthe, D.E., (1980). Price elasticities for water: a case of increasing block rates. *Land Economics* 56 (1), 73–84.
- Blundell, R.W. e Bond S., (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics* 87, 115-143.
- Bohi D. R., Zimmerman M. B., (1984). An update on econometric studies of energy demand behavior. *Annual Review of Energy*, Vol. 9, 1984, pp. 105–154.
- Boonekamp J., (2007), Price elasticities, policy measures and actual developments in household energy consumption – A bottom up analysis for the Netherlands, *Energy Economics* 29, 133–157
- Breusch, T., Pagan A., (1980). A simple test for heteroskedasticity and random coefficient variation. *Econometrica*. 47, 1287-1294.
- Breusch, T., Mizon, G., Schmidt, P., (1989). Efficient estimation using panel data. *Econometrica*. 57,695-700
- Burkey J. (2002). Residential water demand in the Truckee Meadows of Nevada. A thesis submitted at the Master of Science in Applied Economics and Statistics. University of Nevada, mimeo
- Burtless, G., Hausman, J. (1978). The Effect of Taxation on Labor Supply: Evaluating the Gary Negative Income Tax Experiment. *Journal of Political Economy*, 86, 1103–1130.
- Bushnell J., Mansur E.T., (2005). Consumption under noisy price signals: a study of electricity retail rate deregulation in San Diego. *The Journal Of Industrial Economics* 0022-1821 Volume LIII December 2005 N. 4
- Carter D.W., Milon J.W., (2005). Price Knowledge in Household Demand for Utility Services. *Land Economics*, 81, 2, 265-283
- Carver, P.H., Boland, J.J., (1980). Short-run and long-run effects of price on municipal water use. *Water Resources Research* 16 (4), 609–616.
- Casey, B. and A. Yamada (2002). Getting older, getting poorer?: a study of the earnings, pensions, assets and living arrangements of older people in nine countries", *OECD Labour Market and Social Policy Occasional Papers*, No. 60, OECD Publishing
- Cavanagh, Sheila M., W. Michael Hanemann, and Robert N. Stavins. (2001). Muffled price signals: household water demand under increasing block-rate prices. Working Paper, John F. Kennedy School of Government, Harvard University, Cambridge.

Cavanagh, S. M., Hanemann, W. Michael and R.N. Stavins, (2002). Muffled price signals: household water demand under increasing-block prices. June. FEEM Working Paper No. 40.2002.

Chicoine, D.L., Ramamurthy, G., (1986). Evidence on the specification of price in the study of domestic water demand. *Land Economics* 62 (1), 26–32.

Chicoine, D.L., Deller, S.C., Ramamurthy, G., (1986). Water demand estimation under block rate pricing: a simultaneous equation approach. *Water Resources Research* 22 (6), 859–863.

Cochran, R., Cotton, A.W., (1985). Municipal water demand study, Oklahoma City and Tulsa, Oklahoma. *Water Resources Research* 21 (7), 941–943.

Corral, L., Fisher, A.C., Hatch, N., (1998). Price and non-price influences on water conservation: an econometric model of aggregate demand under nonlinear budget constraint. Working Paper No. 881, Department of Agricultural and Resource Economics and Policy, University of California at Berkeley

Cox N. J., (2003). STATA Resource and Support. Disponibile su: www.stata.com

CRENoS (2007). *Economia della Sardegna – 14° Rapporto*. CUEC, Cagliari.

Dalhuisen, J., Florax, R., de Groot, H., Nijkamp, P. (2003). Price and income elasticities of residential water demand: a meta-analysis. *Land Economics* 79, 292-308

Dandy, G., Nguyen, T., Davies, C., (1997). Estimating residential water demand in the presence of free allowances. *Land Economics* 73 (1), 125–139.

De Cian et al. (2007). The impact of temperature change on energy demand: a dynamic panel analysis, *NOTA DI LAVORO* 46.2007

Deller, S., Chicoine, D., Ramamurthy, G., (1986). Instrumental variables approach to rural water service demand. *Southern Economic Journal* 53 (2), 333–346.

Dzisiak N.D. (1999). The role of price in determining residential water demand : water pricing and residential water demand in municipalities in the western prairies. A Thesis at the Degree of MASTER OF SCIENCE. University of Manitoba.

Dubin, J.A., McFadden, D.L., (1984). An econometric analysis of residential electric appliance holdings and consumption. *Econometrica* 52 (2), 345–362

European Commission (2000a), *Communication from the Commission to the Council, The European Parliament and The Economic and Social Committee - COM (2000)477 final: Pricing policies for enhancing the sustainability of water resources*

European Commission (2000b), *Directive establishing a framework for Community action in the field of water policy, COM(2000)/60*.

EEA (2005), *Household consumption and the environment, EEA Report No 11/2005*

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 (2007) 4381–4390

Filippini, M., (1995a). Swiss residential demand for electricity by time-of-use. *Resource and Energy Economics* 17 (1995) 281-290

Filippini, M., (1995b). Swiss residential demand for electricity by time of use: an application of the almost ideal demand system. *Energy Journal* (1995) 1 1-13

Filippini, M., (1999). Swiss residential demand for electricity. *Applied Economic Letters* 6, 533–538.

- Filippini M., Pashauli S., (2004). Elasticities of electricity demand in urban Indian households. *Energy Policy*. 32, 429-436
- Foster, H.S.J., Beattie, B.R., (1979). Urban residential demand for water in the United States. *Land Economics* 55 (1), 43–58.
- Fullerton T. M., Elias A., (2004). Short-term water consumption dynamics in El Paso, Texas. *Water Resource Research*, 40, (8)
- Garcia–Cerrutti M. (2000). Estimating elasticities of residential energy demand from panel county data using dynamic random variables models with heteroskedastic and correlated error terms, *Resource and Energy Economics* 22_2000.355–366
- Garcia – Valinas M. A. (senza data). Urban water demands: estimate for three spanish municipalities, mimeo
- Garcia – Valinas M. A. (2005). Efficiency and equity in natural resources pricing: a proposal for urban water distribution service. *Environmental & Resource Economics*. 32: 183–204
- Gaudin, S., Griffin, R.C., Sickles, R.C., 2001. Demand specification for municipal water management: evaluation of the Stone–Geary form. *Land Economics* 77 (3), 399–422.
- Gaudin S. (2006). Effect of price information on residential water demand. *Applied Economics* 38, 4, 383-393
- Ghisi E., Gosch S., Lamberts R., (2007). Electricity end-uses in the residential sector of Brazil. *Energy Policy* 35, 4107–4120
- Gibbs, K.C., (1978). Price variable in residential demand models. *Water Resources Research* 14 (2), 15–18.
- Greene (2003). *Econometric Analysis*, Prentice Hall.
- Griffin, R.C., Chang, C., (1990). Pretest analysis of water demand in thirty communities. *Water Resources Research* 26 (10), 2251–2255
- Griffin, A.H., Martin, W.E., (1981). Price elasticities for water: a case of increasing block rates: comment. *Land Economics* 57 (2), 266–275.
- Hanke, S.H., de Maré, L., (1982). Residential water demand: a pooled time-series cross-section study of Malmö, Sweden. *Water Resources Bulletin* 18 (4), 621-625.
- Hansen, L.G., (1996). Water and energy price impacts on residential water demand in Copenhagen. *Land Economics* 72 (1), 66–79.
- Haas et al. (1998). Impact on electricity consumption of household appliances in Austria: a comparison of time series and cross section analyses. *Energy Policy*, vol. 26, no 13, pp. 1031-1040
- Haas R., Schipper L. (1998). Residential energy demand in OECD-countries and the role of irreversible efficiency improvements. *Energy Economics* (20) 421-442
- Hausman J., (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica*. 46, 1251-1271.
- Henley, A., Peirson, J., (1994). Time-of-use electricity pricing: evidence from a British experiment. *Economic Letters*. 45, 421-426.
- Henley, A., Peirson, J., (1996). Energy pricing and temperature interaction: British experimental evidence. Aberystwyth Economic Research Paper, No. 96/16, University of Wales Aberystwyth.

- Henley, A. and Peirson, J. (1997). Non linearities in electricity demand and temperature: parametric versus non parametric methods. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 59(1), 149-162
- Henley, A. and Peirson, J. (1998). Residential energy demand and the interaction of price and temperature: British experimental evidence. *Energy Economics* 1998, 20, 157-171.
- Halvorsen, B., Larsen, B.M., (1999). Changes in the pattern of household electricity demand over time. <http://www.ssb.no/publikasjoner/DP/pdf/dp255.pdf>
- Halvorsen, B., Larsen, B.M., (2001a). The flexibility of household electricity demand over time. *Resource and Energy Economics* 23, 1–18.
- Halvorsen, B., Larsen B.M., (2001b). Norwegian residential electricity demand - A microeconomic assessment of the growth from 1976 to 1993", *Energy Policy* 29(3), 227-236.
- Halvorsen, B., Larsen, B.M., Nesbakken R., (2003). Possibility for hedging from price increases in residential energy demand. Discussion Papers No. 347, April 2003 Statistics Norway, Research Department
- Hausman, J. (1985). The Econometrics of nonlinear budget sets. *Econometrica*, 53, 1255–1282.
- Hausman J., Taylor W., (1981). Panel data and unobservable individual effect. *Econometrica*, 49, 6, 1377-1398
- Henley A., Peirson J., (1998). Residential energy demand and the interaction of price and temperature: British experimental evidence. *Energy Economics*, 20 1998 157-171
- Heckman, J., (1979). Sample Selection Bias As a Specification Error. *Econometrica*, 47, 153-161.
- Herriges, J. A. & King, K. K. (1994). Residential Demand for Electricity under Inverted Block Rates: Evidence from a Controlled Experiment; *Journal of Business and Economic Statistics*; 12(4), October, pp. 419-30.
- Hewitt, J.A., Hanemann, W.M., (1995). A discrete/continuous choice approach to residential water demand under block rate pricing. *Land Economics* 71 (2), 173–192
- Higgs P.F.D., Hyde M., Gilleard C.J., Victor C., Wiggins R.D., Jones I.R. (2006). From passive to active consumers? Trends in ownership of key goods in retired and non-retired households in the UK from 1968-2001. Working Paper No: 28
- Hoffman M., Worthington A.C., Higgs H. (2006). Urban water demand with fixed volumetric charging in a large municipality: the case of Brisbane, Australia. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 50, pp. 347–359
- Höglund, L., (1999). Household demand for water in Sweden with implications of a potential tax on water use. *Water Resources Research* 35 (12), 3853–3863.
- Hondroyannis G. (2004). Estimating residential demand for electricity in Greece. *Energy Economics*. 26; 319–334. Holtedahl, P., Joutz, F., 2000. Residential electricity demand in Taiwan. Unpublished Manuscript, Department of Economics, George Washington University.
- Houthakker H. S. (1951). Some calculations of electricity consumption in the Great Britain. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 114, Part III, 351-71
- Howe C. W., e Linaweaver F.P., (1967). The impact of price on residential water demand and its relation to system design and price structure. *Water Resource Research*, 3(1), 13-32
- Jones, C.V., Morris, J.R., (1984). Instrumental price estimates and residential water demand. *Water Resources Research* 20 (2), 197–202.

- IEA (2006). Key World energy Statistics.
- Ironmonger D. S., Aitken C. K. and Erbas B. (1995). Economies of scale in energy use in adult-only households. *Energy Economics* Volume 17, Issue 4, October 1995, Pages 301-310
- ISTAT (2001). Censimento della Popolazione e delle Abitazioni. ISTAT, Roma.
- ISTAT (2002). Indagine sui consumi delle famiglie – Anno 2001. ISTAT, Roma.
- ISTAT (2003). Indagine sui consumi delle famiglie – Anno 2002. ISTAT, Roma.
- ISTAT (2004). Indagine sui consumi delle famiglie – Anno 2003. ISTAT, Roma.
- ISTAT (2005). Indagine sui consumi delle famiglie – Anno 2004. ISTAT, Roma.
- ISTAT (2006). Indagine sui consumi delle famiglie – Anno 2005. ISTAT, Roma.
- ISTAT (2007). Indagine sui viaggi e le vacanze. ISTAT, Roma.
- Kalulunia P., Green D. B., (2004). Generalized mixed estimation of a multinomial discrete-continuous choice model for electricity demand. Working Paper. Department of Economics. University of Sherbrooke
- Klein B., Kenney D., Lowrey J., Goemans C., (2006). Factors influencing residential water demand: a review of literature. Working Draft. University of Colorado.
- Kiviet, J., (1995). On bias, inconsistency, and efficiency of various estimators in dynamic panel data model. *Journal of Econometrics* 68, 53-74.
- Kulshreshtha, S.N., (1996). Residential water demand in Saskatchewan communities: role played by block pricing system in water conservation. *Canadian Water Resources Journal* 21 (2), 139–155.
- Lyman, R.A., (1992). Peak and off-peak residential water demand. *Water Resources Research* 28 (9), 2159–2167.
- Labandeira E. (2005). A residential energy demand system for Spain. Documento de trabajo 2005-04
- Larivière I., Lafrance G. (1999). Modelling the electricity consumption of cities: effect of urban density. *Energy Economics* 21 (1999) 53-66
- Larsen B.M. and Nesbakken R. (2004). Household electricity end-use consumption: results from econometric and engineering models. *Energy Economics*, Volume 26, Issue 2, March 2004, Pages 179-200
- Leth-Petersen, S., (2002). Micro evidence on household energy consumption. AKFMemo, Danish Energy Agency, Denmark.
- Leth-Petersen, S. e Togeby, M. (2001). Demand for space heating in apartment blocks: measuring effects of policy measures aiming at reducing energy consumption; *Energy Economics*, Vol. 23, pp. 387-403.
- Levinson, A., Niemann, S., (2004). Energy use by apartment tenants when landlords pay for utilities. *Resource and Energy Economics* 26, 51–75.
- Liao, H.-C., Chang, T.-F., (2002). Space-heating and water-heating energy demands of the aged in the US. *Energy Economics* 24, 267–284.
- Liu, J., Savenije, H. H.G., Xu, J. (2003). Water as an economic good and water tariff design. Comparison between IBT-con and IRT-cap. *Physics and Chemistry of the Earth* 28, 209–217

- Madlener R. (1996). Econometric analysis of residential energy demand: A survey. *The Journal of Energy Literature*, II. 2
- Manera M., Galeotti M. (2005). *Microeconometria. Metodi e Applicazioni*, Carocci Editore, Roma
- Mansouri I., Newborough M., Probert D., (1996). Energy Consumption in UK Households: Impact of Domestic Electrical Appliances. *Applied Energy*. 54. (3) 211- 285
- Martin, R.C., Wilder, R.P., (1992). Residential demand for water and the pricing of municipal water services. *Public Finance Quarterly* 20 (1), 93–102.
- Martin, W.E., Ingram, H.M., Laney, N.K., Griffin, A.H., (1984). *Saving Water in a Desert City. Resources for the Future*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Martinez-Espiñeira, R., Nauges, C., (2001). Residential water demand: an empirical analysis using co-integration and error correction techniques. Paper presented at the 35th Meetings of the Canadian Economic Association, Montreal, June 1–3, 2001.
- Martinez-Espiñeira, R., (2002). Residential water demand in the Northwest of Spain. *Environmental and Resource Economics* 21 (2), 161–187.
- Martinez-Espiñeira, R., (2003). Estimating water demand under increasing-block tariffs using aggregate data and proportion of users per block. *Environmental and Resource Economics*, 26, 1, 5-23
- Martinez-Espiñeira, R., Nauges, C., (2004). Is all domestic water consumption sensitive to price control. *Applied Economics*, 36, 1697–1703
- Martins R., Fortunato A. (2005). Residential water demand under block rates – a Portuguese case study. *ESTUDOS DO GEMF N.º 9 2005*
- Matsukawa I., Ito N. (1998). Household ownership of electric room air conditioners. *Energy Economics* 20, 375-387
- Matsukawa I. (2004). The Benefits of Information on the Efficient Usage of Consumer Durables: Experimental Evidence Concerning Residential Energy Conservation. *Musashi University Discussion Paper No. 38*
- Mazzanti, M., Montini, A., (2006). The Determinants of Residential Water Demand. *Applied Economics Letters*, 13, pp.107-111
- Moffitt, R. (1986). The Econometrics of Piecewise-Linear Budget Constraints: A Survey and Exposition of the Maximum Likelihood Method. *Journal of Economics and Business Statistics*, 4, 317–328
- Moncur, J., (1987). Urban water pricing and drought manage
- Moral–Carcedo J. and J. Vicens-Otero (2005). Modeling the non-linear response of Spanish electricity demand to temperature variations, *Energy Economics*, Vol. 27, pg. 477-494.
- Mukhopadhyay A., Akber A., Al-Awadi (2001). Analysis of freshwater consumption patterns in the private residences of Kuwait. *Urban Water*, 53-62
- Musolesi A., Nosvelli M. (2007). Dynamics of residential water consumption in a panel of Italian municipalities. *Applied Economics Letters*, 14:6, 441 – 444
- Narayan P.K., Smyth R., (2005). The residential demand for electricity in Australia: an application of the bounds testing approach to cointegration. *Energy Policy* Volume 33, Issue 4, March 2005, Pages 467-474
- Nauges C., Blundell R., (2002). Estimating residential water demand under block rate pricing: a non parametric approach. Working Paper, LEERNA-INRA, Université de Toulouse

- Nauges, C., Thomas, A., (2000a). Dynamique de la consommation d'eau potable des ménages: une étude sur un panel de communes françaises. *Economie & Prevision*, numéro 143 -144, avril – juin, 2000/2-3
- Nauges, C., Thomas, A., (2000b). Privately-operated water utilities, municipal price negotiation, and estimation of residential water demand: the case of France. *Land Economics* 76 (1), 68–85
- Nauges, C., Thomas, A., (2003). Long – run study of residential water consumption. *Environmental and Resource Economics*. 26 : 25-43.
- Nesbakken, R., (1999). Price sensitivity of residential energy consumption in Norway. *Energy Economics* 21 (6), 493–515.
- Nesbakken, R. (2001). Energy consumption for space heating: A discrete-continuous approach. *Scandinavian Journal of Economics*, 103, pp.165-184.
- Nieswiadomy, M.L., (1992). Estimating urban residential demand: effects of price structure, conservation and education. *Water Resources Research* 28 (3), 609–615.
- Nieswiadomy, M.L., Molina, D.J., (1988). Urban water demand estimates under increasing block rates. *Growth and Change* 19 (1), 1–12.
- Nieswiadomy, M.L., Molina, D.J., (1989). Comparing residential water estimates under decreasing and increasing block rates using household data. *Land Economics* 65 (3), 280–289.
- Nieswiadomy, M.L., Molina, D.J., (1991). A note on price perception in water demand models. *Land Economics* 67 (3), 352–359.
- Nordin J., (1976). A proposed modification of Taylor's demand analysis: comment. *The Bell Journal Of Economics*. 7(2) pp 719-721
- OECD (2001). Household energy & water consumption and waste generation: trends, environmental impacts and policy responses. ENV/EPOC/WPNEP(2001)15/FINAL
- Olmstead, S. M., Hanemann W. M., Stavins R. N. (2005). Do consumers react to the shape of supply? water demand under heterogeneous price structures. Discussion Paper 05–29, Resource For the Future, Washington D.C.
- Olmstead, S. M., Hanemann W. M., Stavins R. N. (2007). Water demand under alternative price structures. *Journal of Environmental Economics and Management* 54, 181–198
- O'Neill B. C. e Chen B.S. (2002). Demographic determinants of household energy use in the United States. *Methods of Population – Environment Analysis – A Supplement to Population and Development Review* 28, 53-88, 2002.
- Opaluch J.J., (1982). A test of consumer demand response to water price: reply. *Land Economics*. 60(4) 417-421
- Paniccia I. (1997). Confronti internazionali di prezzo dell'energia elettrica. Disponibile su: www.autoritaenergia.it
- Pardo A, Meneu V, Valor E. (2002). Temperature and seasonality influences on Spanish electricity load. *Energy Economics* 24; 55-70.
- Pashardes P., Hajispyrou S., (2002). Consumer demand and welfare under increasing block pricing. Discussion Paper 2002-07. Department of Economics, University of Cyprus.
- Peirson, J., Henley, A., (1994). Electricity load and temperature: issues in dynamic specification. *Energy Economics* 16, 235-243.

- Pint, E. (1999). Household responses to increased water rates during the California drought. *Land Economics* 75:246–266.
- Poyer, D.A., Henderson, L., Teotia, A.P.S., (1997). Residential energy consumption across different population groups: comparative analysis for Latino and non-Latino households in USA. *Energy Economics* 19, 445–463.
- Plumper T., Troeger V. E. (2007). Efficient estimation of time-invariant and rarely changing variables in finite sample panel analyses with unit fixed effects. *Political Analysis* (2007) 15:124–139
- Regione Autonoma della Sardegna (2000). Piano d'Ambito della Regione Sardegna.
- Regione Autonoma della Sardegna (2002). Piano Energetico Regionale.
- Regione Autonoma della Sardegna (2006). Piano regionale degli Acquedotti.
- Regione Autonoma della Sardegna (2006). Piano regionale per il Turismo Sostenibile.
- Rehdanz K. (2007). Determinants of residential space heating expenditures in Germany. *Energy Economics* 29 (2007) 167–182
- Rehdanz K., Stohase S., (2007). Cost Liability and Residential Space Heating Expenditures of Welfare Recipients in Germany. SOEP papers 31. Available at: <http://www.diw.de/soeppapers>
- Reinders et al. (2003). The direct and indirect energy requirement of households in the European Union, *Energy Policy* 31 (2003) 139–153
- Reiss P.C., White M.W. (2005). Household Electricity Demand, Revisited. *Review of Economic Studies* (2005) 72, 853–883
- Renzetti, S., (1992). Evaluating the welfare effects of reforming municipal water prices. *Journal of Environmental Economics and Management* 22 (1), 147–163.
- Renwick, M.E., Archibald, S.O., (1998). Demand side management policies for residential water use: who bears the conservation burden? *Land Economics* 74 (3), 343–359.
- Renwick, M.E., Green, R., (2000). Do residential water demand side management policies measure up? An analysis of eight California water agencies. *Journal of Environmental Economics and Management* 40 (1), 37–55.
- Reynaud, A., S. Renzetti, and M. Villeneuve (2005). Residential water demand with endogenous pricing: The Canadian Case, *Water Resour. Res.*, 41, W11409
- Rietveld, P., Rowendal, J., Zwart, B., (1997). Estimating water demand in urban Indonesia: a maximum likelihood approach to block rate pricing data. Tinbergen Institute Discussion Papers, TI 97-072/3.
- Ruijs A., Zimmermann A., Van den Berg M. (2007). Demand and distributional effects of water pricing policies. *Ecological Economics*. Doi:10.1016/j.ecolecon.2007.10.015
- Ruth M., Lin A., (2006). Regional energy demand and adaptations to climate change: Methodology and application to the state of Maryland, USA. *Energy Policy* 34 (2006) 2820–2833
- Sailor D.J., (2001). Relating residential and commercial sector electricity loads to climate evaluating state level sensitivities and vulnerabilities, *Energy*, 26; 645-657.
- Sailor D.J., Pavlova A.A. (2003). Air conditioning market saturation and long-term response of residential cooling energy demand to climate change. *Energy* 28 (2003) 941–951
- SAR (2000). *Annata Agraria 1999 – 2000*.

- SAR (2001). *Annata Agraria 2000 – 2001*.
- SAR (2002). *Annata Agraria 2001 – 2002*.
- SAR (2003). *Annata Agraria 2002 – 2003*.
- SAR (2004). *Annata Agraria 2003 – 2004*.
- SAR (2005). *Annata Agraria 2004 – 2005*.
- Schefter, J.E., David, E.L., (1985). Estimating residential water demand under multi-tariffs using aggregate data. *Land Economics* 61 (3), 272–280.
- Schneider, M.L., Whitlatch, E.E., (1991). User-specific water demand elasticities. *Journal of Water Resources Planning and Management—ASCE* 117 (1), 52–73.
- Schuler A., Weber C., Fahl U., (2000). Energy consumption for space heating of West-German households. Empirical evidence, scenario projections and policy implications. *Energy Policy* 28 877-894
- Sewell, W.R.D., Roueche, L., (1974). Peak load pricing and urban water management: Victoria, BC, a case study. *Natural Resources Journal* 14 (3), 383–400.
- Shen J., Saijo T., (2008). Reexamining the relations between socio-demographic characteristics and individual environmental concern: Evidence from Shanghai data. *Journal of Environmental Psychology* 28, 42-50
- Shin J. (1985). Perception of price information is costly: evidence from residential electricity demand. *The review of Economics and Statistics* 67 (4) 591-598
- Sistu G. (2004). L'emergenza di comodo: politiche dell'acqua in Sardegna, WP 04_01, CRENoS. Disponibile su <http://www.crenos.it/working/listwpse.php>
- Strand J., Walker I., (2002). The pricing and allocation of water in Central America: analysis of metered and coping water demand in 17 Central American cities. University of Oslo, Dept. of Economics, mimeo.
- Strazzera E., (2006). Application of ML Hausman approach to the demand of water for residential use: heterogeneity vs two-error specification. WP 06_04, CRENoS. Disponibile su <http://www.crenos.it/working/listwpse.php>
- Summerfield AJ, Bruhns HR, Caeiro JA, Lowe RJ, Steadman JP, Oreszczyn T., (2007). Milton Keynes Energy Park Revisited: changes in internal temperatures and energy usage. *Energy and Buildings* 39 783–791
- Swamy P.A.V.B. (1974). Linear models with random coefficients. In: Zarembka, P. Ed., *Frontiers in Econometrics*. Academic Press, London, pp. 143–168.
- Taylor D.L. (1975). The demand for electricity: a survey. *The Bell Journal of Economics*, Vol. 6, No. 1, pp. 74-110
- Terrebone, R. P., (2005). Residential water demand management programs: a selected review of the literature. *Water Policy Working Paper #2005-002*
- Thomas J.F. e Syme G.J. (1988). Estimating residential price elasticity of demand for water: a contingent valuation approach. *Water Resources Research*, 24(11), pp.1847-1857
- UN-DESA (1999). Trends in Consumption and Production: Household Energy Consumption. DESA Discussion Paper No. 6

UN-DESA (2007). Sustainable consumption and production. Disponibile su: www.un.org/esa/sustdev/publications/publications.htm

Vaage, K., (2000). Heating technology and energy use: a discrete/continuous choice approach to Norwegian household energy demand. *Energy Economics* 22, 649–666.

Verbeek M. (2006). *Econometria*. Zanichelli Editore. Bologna.

Vringer K., Aalbers T., Blok K. (2007). Household energy requirement and value patterns. *Energy Policy* 35 (2007) 553–566

Wilder R. P., Willenborg J. F. (1975). Residential demand for electricity: a consumer panel approach. *Southern Economic Journal*. 42(2) 212-217

Wilhite et al. (1996). A cross-cultural analysis of household energy use behaviour in Japan and Norway, *Energy Policiv*. Vol. 24, No. 9. pp. 795-803. 1996

Williams, M., (1985). Estimating urban residential water demand for water under alternative price measures. *Journal of Urban Economics* 18 (2), 213–225.

Williams, M., Suh, B., (1986). The demand for urban water by customer class. *Applied Economics* 18 (2), 1275– 1289

Wooldridge (2002), *Econometric of cross section and panel data*, MIT Press.

Worthington A.C., Hoffman M., (2006). A state of the art review of residential water demand modelling. Working Paper. University of Wollongong.

Yamasaki and Tominaga (1997). Evolution of an aging society and effect on residential energy demand, *Energy Policy*. Vol. 25, No. 11, pp. 903-912, 1997

Zachariadis and Pashourtidou (2006). An empirical analysis of electricity consumption in Cyprus, Discussion Paper 2006-04

Zarnikau J. (2003). Functional forms in energy demand modeling. *Energy Economics* 25 (2003) 603–613