

Università degli Studi di Padova  
Corso di Laurea in Statistica, Economia e Finanza



*Tesi di laurea:*

**INCENTIVI NELLA GESTIONE DEI RIFIUTI:  
UN'ANALISI DELLA PROVINCIA DI TREVISO**

*Incentives in Waste Management: An Analysis of the Province of Treviso*

Relatore: Prof. Alessandro Buccioli  
Dipartimento di Scienze Economiche

Laureando: Danny Martella  
Anno Accademico 2011/2012



# INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPITOLO 1: COSA SONO GLI INCENTIVI E PERCHÉ LI USIAMO .....</b>                            | <b>5</b>  |
| 1.1 Introduzione.....  | 5         |
| 1.2 Gli incentivi nella vita di tutti i giorni .....   | 7         |
| 1.3 Problemi legati agli incentivi e alla gestione dei rifiuti .....                           | 8         |
| <b>CAPITOLO 2: IL FENOMENO DEL <i>FREE RIDING</i> .....</b>                                    | <b>12</b> |
| 2.1 Che cos'è il <i>free riding</i> .....  | 12        |
| 2.2 Il <i>free riding</i> nell'evasione fiscale .....  | 12        |
| 2.3 Il <i>free riding</i> nella vita di tutti i giorni.....                                    | 14        |
| <b>CAPITOLO 3: LA PROVINCIA DI TREVISO.....</b>  | <b>17</b> |
| 3.1 Una descrizione della provincia .....  | 17        |
| 3.2 Nascita e storia dei tre consorzi della provincia .....                                    | 18        |
| 3.3 La gestione dei rifiuti: descrizione e successi raggiunti .....                            | 22        |
| 3.4 Dati e statistiche .....   | 28        |
| <b>CAPITOLO 4: ANALISI EMPIRICA: NUMERO OTTIMALE DI UTENZE ABBINATE AD UN<br/>BIDONE .....</b> | <b>37</b> |
| 4.1 Obiettivi dell' analisi .....  | 37        |
| 4.2 Regressioni OLS.....   | 38        |
| 4.3 Problema di errata specificazione: test Reset e soluzione del problema .....               | 52        |
| 4.4 Break strutturali: test di Chow .....  | 60        |
| <b>CONCLUSIONI .....</b>   | <b>66</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>  | <b>70</b> |



# CAPITOLO 1

## COSA SONO GLI INCENTIVI E PERCHÉ LI USIAMO

### 1.1 Introduzione

Si sente spesso parlare di incentivi, soprattutto nei periodi di crisi e soprattutto relativi all'ambiente, nei più svariati campi. Gli incentivi sono delle misure, degli "stimoli", dei provvedimenti volti a favorire e promuovere determinati comportamenti.

Si applicano spesso sistemi incentivanti al fine di migliorare le prestazioni in qualche campo con un corrispettivo ritorno economico e non, da entrambe le parti interessate, sia per quanto riguarda chi le attua sia per quanto riguarda chi ne usufruisce.

Attualmente si riscontrano sistemi di incentivazione applicati nei più svariati campi, dal mondo del lavoro, alla salvaguardia dell'ambiente, passando per situazioni comuni di tutti i giorni.

In questo lavoro gli incentivi rappresentano il fulcro di un'analisi che riguarda una delle più floride zone d' Italia, quella della provincia di Treviso. Qui, l' applicazione di sistemi incentivanti in uno dei campi più delicati, che rappresenta spesso una nota dolente per l' Italia, nonché per il resto del mondo, qual è quello della gestione dei rifiuti, ha fatto rilevare dei risultati eccellenti. Sono infatti diverse le analisi condotte su questo territorio per studiarne al meglio le caratteristiche, in modo da cogliere in pieno le motivazioni di un successo tanto grande che potrebbe rappresentare un vero e proprio cambiamento nell' ambito della gestione dei rifiuti.

Tema molto attuale quello della gestione dei rifiuti che ci vede spesso protagonisti, sotto una luce negativa, a causa delle difficoltà riscontrate in diverse zone d'Italia nella gestione di un sistema efficiente ed efficace per la raccolta e lo smaltimento dei rifiuti solidi. I problemi principali sono legati al crescente benessere che aumenta di pari passo con l' incremento della popolazione e quindi con una produzione di rifiuti sempre maggiore. Diminuiscono invece gli spazi utilizzabili per la creazione di nuove discariche, malvolute dai cittadini che non apprezzano l' idea di averne una vicino casa. Dibattiti accesi per individuare dei siti consoni all' apertura di nuove discariche

interessano quotidianamente ogni angolo d' Italia. Per non parlare dell' inquinamento ambientale, problema ben più grande dell' avere una discarica fuori dalla porta di casa. Non a caso infatti, quello dello smaltimento dei rifiuti è un problema che riguarda il mondo intero.

E allora dove smaltire i rifiuti? Una soluzione ottimale sembra essere il riciclaggio che, se ben organizzato può risolvere gran parte dei problemi. Il riciclaggio prevede il recupero di materiali dai rifiuti, che possono essere utilizzati anziché smaltiti (Fonte: Wikipedia).

Come al solito, è più facile a dirsi che a farsi. Sono molti infatti i problemi legati al riciclaggio, a partire dall' organizzazione di un efficiente programma di riciclaggio, che comprende in primis un buon sistema di raccolta e successivamente un altrettanto buono sistema di recupero. Inoltre bisogna considerare i costi legati alla raccolta e al recupero dei materiali che indubbiamente sono più elevati della semplice raccolta e smaltimento in discarica. Per non parlare poi dei problemi legati alla partecipazione dei cittadini alla raccolta differenziata. Chi ha voglia di dividere in casa la plastica dalla carta o il vetro d'alluminio? Considerando che poi bisogna portare il materiale separato nelle zone di raccolta? Qual è il beneficio tangibile per l'utente che differenzia? È difficile infatti spingere gli utenti verso la raccolta differenziata con la sola promessa che del loro operato gioveranno tutti perché così facendo si salvaguardia l'ambiente.

Valutando tutte le situazioni e i problemi sopra citati appare quindi eccezionale quello che è stato fatto nella provincia di Treviso. Nella maggior parte dei comuni di questa zona sono stati attuati dei sistemi incentivanti che cercano di risolvere i problemi legati alla gestione dei rifiuti, sia per quanto riguarda i costi sia per quanto riguarda la partecipazione alla raccolta differenziata. La duplice innovazione riguarda infatti l'applicazione di un sistema incentivante per la raccolta differenziata, volto a rendere più semplice la differenziazione dei rifiuti, e di un sistema incentivante di tariffazione, al fine di motivare gli utenti a riciclare.

L' introduzione del sistema di raccolta porta a porta, (*door to door*), ha semplificato la raccolta differenziata. In questo modo infatti gli utenti possono dividere i rifiuti in casa e, anziché trasportarli nelle zone di raccolta, devono semplicemente depositare i vari bidoni fuori dalla porta di casa, rispettando un calendario di ritiro di ciascun tipo di rifiuto. E qui entra in gioco l' innovativo sistema di tariffazione: "chi inquina paga". Il

nuovo criterio di tariffazione è basato infatti sulla produzione dei rifiuti indifferenziati: la tassa aumenta al crescere della quantità di rifiuti indifferenziati prodotta, in base al numero di svuotamenti del bidone contenente tali rifiuti.

In questo modo si cerca di spronare gli utenti a differenziare, rendendo la raccolta differenziata non solo più semplice, ma anche conveniente. Ovviamente, come in ogni cosa, anche qui bisogna valutare il rovescio della medaglia: la possibilità infatti di approfittare degli incentivi e, al fine di ridurre la tassa, smaltire in modo illecito i rifiuti.

Vediamo adesso quali sono i risultati raggiunti da questo doppio sistema incentivante e se si riscontra la presenza di comportamenti illegali (*free riding*).

## **1.2 Gli incentivi nella vita di tutti i giorni**

I più comuni incentivi in Italia sono forse quelli legati all'acquisto di nuove automobili, mirati a promuovere veicoli a basso consumo e/o a basso impatto ambientale, i noti ecoincentivi, con lo scopo di contrastare il continuo aumento dell'inquinamento atmosferico. A tal proposito si possono citare anche gli incentivi stanziati dallo stato nei primi anni del 2000 per l'acquisto di nuove biciclette, o per l'acquisto di nuovo materiale informatico per studenti.

Ma gli incentivi interessano i settori più disparati: esistono infatti incentivi mirati a promuovere la creazione di nuove imprese, al fine di sostenere la nascita di giovani imprenditori, mentre per le imprese esistenti sono presenti incentivi per migliorare l'efficienza energetica industriale e per la tutela della sicurezza sul lavoro.

Diffusi sono anche gli incentivi promossi al sostegno delle energie rinnovabili, ad esempio nel settore del fotovoltaico con agevolazioni per l'installazione di pannelli solari o in quello eolico per la collocazione di impianti minieolici e/o microeolici. Esistono inoltre degli incentivi riguardanti il lavoro, correlati alla prestazione lavorativa, come ad esempio i bonus legati alla prestazione e gli aumenti di merito. Anche nel settore dell'agricoltura sono presenti degli incentivi riguardanti la rottamazione di vecchi macchinari per l'acquisto di nuovi, meno inquinanti.

Numerosi sono gli incentivi che riguardano l'area domestica, quali l'acquisto di nuovi elettrodomestici, in sostituzione dei vecchi, con una classe energetica migliore. A tal proposito, è necessario citare anche gli incentivi messi a disposizione di chi vuole migliorare l'efficienza energetica della propria abitazione e dei propri immobili. Negli ultimi anni inoltre, sulla scia di altri paesi europei, anche in Italia sono apparsi i primi incentivi riguardanti la connessione internet a banda larga, diretti ai giovani che hanno intenzione di attivare una nuova linea.

### **1.3 Problemi legati agli incentivi e alla gestione dei rifiuti**

Gli incentivi possono essere classificati come monetari e non monetari, a seconda della loro natura (Buccioli et al., 2011). La maggior parte di essi nasce dall'esigenza di migliorare la qualità della vita e aumentare il rispetto nei confronti della natura, nonché dalla necessità di rispettare alcuni criteri e norme imposti dall'Unione Europea ai paesi che ne fanno parte. Da qui il bisogno di studiare e applicare giusti strumenti in grado di adempiere a tali compiti.

Sebbene possa sembrare banale, lo studio e la creazione di nuovi sistemi di incentivazione risulta abbastanza complicato in quanto essi comportano un costo e necessitano quindi di buone intuizioni e pochi errori. È indispensabile dunque trovare il giusto incontro tra la valutazione dei costi e l'efficacia degli incentivi. Infatti, un incentivo che non ha un corrispettivo ritorno economico può non essere sufficiente a compensare le spese della sua amministrazione e gestione (Kinnaman, 2006).

Gli incentivi potrebbero avere l'effetto desiderato sul breve termine, ma potrebbero comunque indebolire le motivazioni intrinseche (Gneezy et al., 2011).

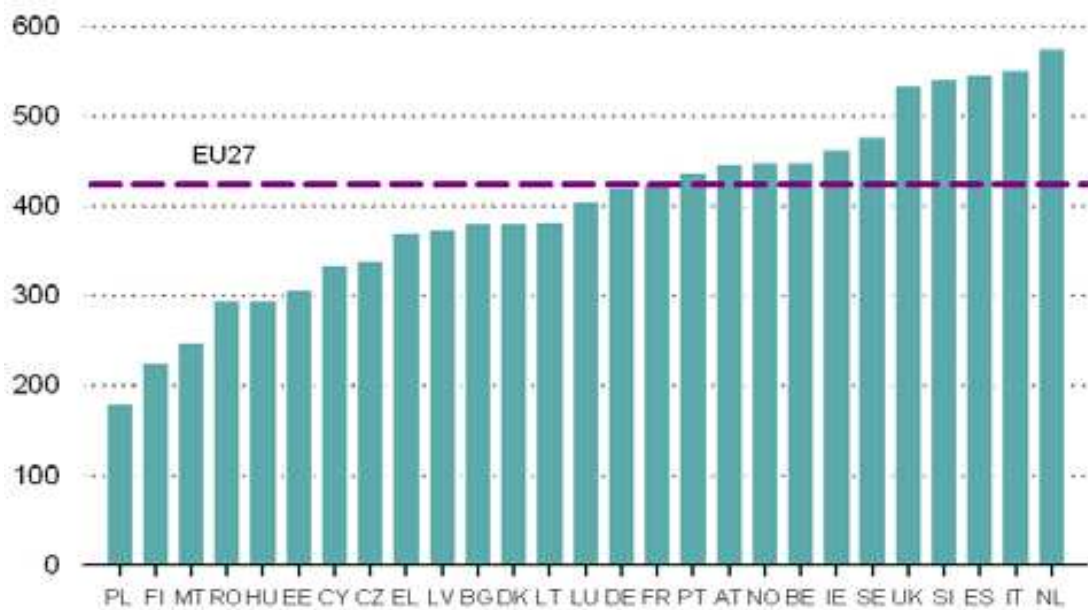
Da non sottovalutare anche la possibilità che ci si approfitti degli incentivi, cioè che si abbiano dei comportamenti inopportuni al fine di sfruttare gli incentivi per il proprio tornaconto (fenomeno del *free riding*).

A proposito di norme da rispettare, un grosso problema dell'Italia nei confronti della Comunità Europea è quello legato ai rifiuti e al loro smaltimento. Cumuli di immondizia



hanno occupato le prime pagine dei quotidiani nazionali per intere settimane. I problemi principali nascono dalla quantità dei rifiuti prodotti, con la quota italiana superiore a quella della media europea.

Le famiglie in Italia, Spagna, Slovenia e Regno Unito hanno prodotto rifiuti molto superiori alla media dell' EU27 (Wim KLOEK, Karin BLUMENTHAL, 2009).



**Figura 1. Rifiuti generate dalle famiglie, 2006 (Kg pro capite). Tratta da Kloek e Blumenthal, 2009**

È stato più volte chiesto al governo italiano di risolvere il problema quanto prima e in maniera definitiva, evitando così di incorrere in sanzioni, ma con risultati che finora non possono ritenersi né soddisfacenti né tantomeno permanenti. La difficoltà legata alla gestione dei rifiuti riguarda soprattutto il mezzogiorno italiano e in maniera significativa le regioni della Sicilia e della Campania, che hanno purtroppo regalato immagini fatiscenti delle più importanti città meridionali, sepolte sotto cumuli di spazzatura. Si è cercato di promuovere la raccolta differenziata per rendere meno ingente il quantitativo di rifiuti da smaltire, ma con campagne che finora non hanno purtroppo riscontrato successi significativi.

È stato chiesto ai paesi membri dell'Unione Europea di portare la quota dei rifiuti riciclati al 50% entro il 2020. E sempre maggiori sono le proteste dei cittadini contro l'apertura di nuove discariche e di nuovi inceneritori, nonostante la necessità di smaltire, il più in fretta possibile, le montagne di immondizia che sommergono le proprie città.

È quindi necessario studiare e attuare piani per la gestione dei rifiuti per rispettare il rigore richiesto dalla Comunità Europea e per rispondere alle esigenze dei cittadini, in linea con il trend crescente dell'aumento della popolazione, dovuto al miglioramento delle condizioni di vita e all'aumento della speranza di vita, e quindi di una crescente produzione di rifiuti.

Analizzeremo perciò la situazione italiana, soffermandoci sulla provincia di Treviso, che grazie ad una politica innovativa mostra dei tassi di rifiuti riciclati molto elevati, superiori alla media nazionale. In particolare valuteremo l'effetto degli incentivi alla raccolta differenziata, promossi dai comuni della provincia, con lo scopo di capire se l'utilizzo di incentivi può avere un impatto positivo sullo smistamento dei rifiuti solidi.

Sono molti gli studi che nel corso degli anni hanno valutato l'effetto dell'applicazione di incentivi nella gestione dei rifiuti. Le tasse porta a porta incoraggiano i nuclei abitativi a riciclare in maniera ottimale e, così, a ridurre i rifiuti in maniera efficace senza dover incorrere in mandati comportamentali (Kinnaman, 2010).

In dettaglio, vogliamo valutare se il sistema di tariffazione messo a punto da diversi comuni della provincia di Treviso ha un impatto positivo sulla quantità di rifiuti riciclati. Il sistema di tariffazione maggiormente applicato in Italia prevede che la quota da versare sia calcolata in base al numero di componenti della famiglia che compongono l'utenza e al numero di metri quadri dell'abitazione in cui risiede la famiglia. La soluzione innovativa adottata da alcuni dei comuni che formano il distretto di Treviso è stata che *la cifra della fattura sia composta da una quota fissa alla quale viene aggiunta una quota calcolata in base al numero di svuotamenti del bidone contenente i rifiuti non riciclabili*. In questo modo attuare la raccolta differenziata può comportare un notevole risparmio. Con questo incentivo infatti, i dirigenti di alcune delle amministrazioni pubbliche del distretto di Treviso sperano di poter raggiungere il duplice obiettivo di rispettare i canoni della Comunità Europea e di rendere meno costoso lo smaltimento dei rifiuti.

In questo lavoro cercheremo quindi di capire se questo tipo di incentivo risulta realmente efficace e quindi attuabile anche in altri contesti italiani, tenendo in considerazione la possibilità che qualcuno possa “approfittare” di tale incentivo mescolando i rifiuti non riciclabili a quelli riciclabili al fine di aver un minor numero di svuotamenti del bidone dei rifiuti non riciclabili, e quindi una fattura minore da pagare (fenomeno del *free riding*).

Infatti, possibili incrementi dello smaltimento illegale (Fullerton e Kinnaman, 1995; Kim, Chang e Kelleher, 2008) e gli alti costi di amministrazione per l'imposizione di tasse sul porta a porta (Kinnaman, 2006) sono i possibili inconvenienti di una tassa di questo tipo (Kinnaman, 2010).

# CAPITOLO 2

## IL FENOMENO DEL *FREE RIDING*

### 2.1 Che cos'è il *free riding*

Il fenomeno del *free riding* prende il nome dall'atteggiamento di un soggetto che viaggia su un autobus senza pagarne il biglietto. La manifestazione di tale fenomeno si riscontra soprattutto nella teoria finanziaria, con particolare riferimento all'asimmetria informativa. Viene infatti definito *free rider* un individuo che, pur non pagando per ottenere un certo insieme di informazioni, sfrutta le informazioni degli altri individui, che invece le hanno ricevute pagando il rispettivo costo (fonte: Wikipedia).

L'atteggiamento del *free rider* comporta un incremento del livello di asimmetria informativa: infatti, una volta scoperto il *free rider*, altri operatori cercheranno di imitarne il comportamento. Questo atteggiamento avrà delle conseguenze sull'intero sistema finanziario, in quanto se per avere delle informazioni il cui costo è ripartito tra chi le utilizza, se ci sono dei *free rider* che utilizzano le informazioni senza pagare, tale costo a lungo andare sarà ripartito sempre tra meno persone. Una volta che tutti gli operatori riusciranno ad avere le informazioni richieste senza dover sostenere alcun costo, ci sarà un'assenza di domanda di informazioni con la conseguente cessazione dell'offerta di informazioni.

### 2.2 Il *free riding* nell'evasione fiscale

Il fenomeno del *free riding* è però riscontrato anche in altri ambiti, soprattutto riguardanti il bene comune. Basti pensare infatti ad un individuo, membro di una comunità, che evita di dare il proprio contributo all'interno di essa, perché ritiene che il proprio intervento non sia indispensabile. Sono molteplici gli esempi che possono

essere fatti a tal proposito: basti pensare all'evasore fiscale. Un individuo che non paga le tasse può essere considerato un *free rider* in quanto non versa nelle casse dello Stato le imposte necessarie per il funzionamento dei servizi pubblici. Nonostante questo però, usufruirà ugualmente dei servizi pubblici, qualora ne avesse bisogno, e magari otterrà delle agevolazioni perché nullatenente. Questo problema purtroppo è dovuto alla caratteristica di non esclusione dei beni comuni: non bisogna pagare nulla per poter usufruire di tali beni e servizi.

Un problema, quello dell'evasione fiscale, purtroppo all'ordine del giorno nel nostro paese. Capita frequentemente infatti di imbattersi in notizie riguardanti capitali evasi o frodi ai danni dello stato e quindi dell'intera società. In un periodo di profonda crisi, come quello in cui versa non solo l'Italia ma gran parte dell'Eurozona, diventa un imperativo della società dovere e volere combattere questo male che, seppur di pochi, ha conseguenze negative sulla popolazione intera. Bisogna purtroppo ammettere che l'Italia non è nuova a questo fenomeno, che torna prepotentemente protagonista sullo sfondo della crisi finanziaria. Non a caso il nuovo governo tecnico, alla guida dello stato dal novembre del 2011, pilotato da Mario Monti ha fatto della lotta all'evasione fiscale il punto da cui partire per risanare un paese sull'orlo del baratro.

Sono infatti diversi i provvedimenti presi per arginare e combattere attivamente la crescente evasione fiscale, che per anni ha creato sgravi fiscali non indifferenti e che per molto tempo, forse troppo, non è stata contrastata con i giusti mezzi e la giusta tenacia. Si sente spesso parlare dei numerosi controlli messi in atto dalla Guardia di Finanza nelle principali città italiane e nei principali luoghi turistici del bel paese. E non bisogna stupirsi se gli esiti dei blitz mostrano dati allarmanti con percentuali di irregolarità riscontrate nell'emissione di scontrini e fatture in bar, pub, ristoranti, negozi e locali commerciali superiori al 50% in ogni angolo d'Italia, con zone in cui le percentuali raggiungono soglie davvero preoccupanti, attestandosi anche intorno all'80%. L'auspicio è che, grazie a questi controlli, si sensibilizzi la popolazione, tutta, ad adempiere ai propri doveri: pagare le tasse e denunciare irregolarità laddove ve ne fossero. Si spera così di riuscire a dare credibilità ad un paese i cui cittadini hanno bisogno di stimoli per tornare a crescere e a credere che un futuro sia ancora possibile. L'augurio è quello di lanciare un duplice messaggio: quello di credibilità nei confronti dello stato e dei controlli in atto, in modo tale da intimidire vecchi e nuovi evasori con

la “minaccia” di essere colti in flagrante, e contemporaneamente dare un forte riscontro che l’evasione può e deve essere combattuta. (Fonte: [www.SoldiOnline.it](http://www.SoldiOnline.it)).

### **2.3 Il *free riding* nella vita di tutti i giorni**

Purtroppo la lista di esempi di *free rider* è molto lunga e il fenomeno del *free riding* può essere generalizzato ai più svariati campi, nella vita di tutti i giorni. Si prenda in considerazione ad esempio, un gruppo di studenti universitari ai quali è stato assegnato un lavoro di gruppo in cui si chiede che ogni membro dia uguale contributo al progetto. Assumiamo che la valutazione del lavoro sia uguale per ciascun membro del gruppo, a prescindere dall’effettivo contributo di ciascun individuo. Inoltre, supponiamo che la valutazione possa avere una revisione in negativo, qualora venga osservato all’interno del gruppo la presenza di eterogeneità rispetto al lavoro svolto da ciascun membro e cioè la presenza di un *free rider*. Queste assunzioni suggeriscono che ciascun membro del gruppo sia egualmente partecipe al progetto, a prescindere da altri fattori esterni. Qualora questa condizione venisse a mancare, si osserverebbe il fenomeno del *free riding*: uno studente svogliato potrebbe lasciare svolgere tutto il lavoro agli altri membri, danneggiando, seppur indirettamente, l’intero gruppo. Infatti, qualora il docente venisse a conoscenza della presenza del *free rider* potrebbe decidere di dare una valutazione inferiore a quella effettiva, avendo così conseguenze negative sull’intero gruppo. Nonostante ciò però, il *free rider* avrebbe ottenuto ciò che desiderava: superare l’ esame, indipendentemente dalla valutazione.

Naturalmente bisogna fare delle considerazioni riguardanti la dimensione del gruppo entro cui opera il *free rider*. Si potrebbe supporre infatti che la presenza di *free rider* all’interno di un gruppo sia collegata alla dimensione dello stesso, in quanto la presenza di *free rider* potrebbe aumentare con il crescere della numerosità del gruppo. Tornando all’esempio di cui sopra e considerando un gruppo di sole due persone, il *free rider* potrebbe essere “scoperto” con più facilità. Se uno dei due studenti ha una partecipazione scarsa o quasi assente al lavoro, l’ altro potrebbe risentirsi e smascherare il *free rider* perché si troverebbe a svolgere il compito da solo. In questo modo il *free rider*, messo con le spalle al muro, si troverebbe a dover svolgere il lavoro e a veder

svanire il suo tentativo di non contribuire affatto al compito. Se consideriamo invece un gruppo più numeroso, diciamo composto da tre o quattro studenti, lo studente svogliato avrebbe maggiori possibilità di essere un free rider, in quanto la sua mancata partecipazione al compito passerebbe inosservata con maggiore facilità. Infatti, gli altri studenti, pur notando la scarsa partecipazione del free rider, potrebbero comunque contare sull' appoggio degli altri membri del gruppo. In questo modo lo studente svogliato riuscirebbe con maggiore facilità a diventare un free rider e ad ottenere il suo scopo senza sforzo.

Un altro esempio di questo fenomeno può essere facilmente riscontrabile in un appartamento condiviso da giovani studenti. Poniamo il caso in cui si decida di acquistare un nuovo frigorifero. Uno degli studenti potrebbe non essere d' accordo perché dell'idea che il vecchio elettrodomestico possa essere ancora utilizzato e decide di non partecipare all' acquisto, evitando così di pagare la sua quota. Una volta acquistato il frigorifero però, sarebbe difficile, se non impossibile, evitarne l' utilizzo al *free rider*.

In questo lavoro, prendiamo in considerazione il fenomeno del *free riding* nel tentativo di capire se è presente e riscontrabile anche nello smistamento dei rifiuti, legato alla particolare formula di incentivi attivati da alcuni dei comuni del distretto di Treviso. In particolare, siamo interessati a capire se un individuo, nel tentativo di far risultare un numero minore di svuotamenti del bidone dei rifiuti indifferenziati, al fine di pagare una quota inferiore, cerca degli espedienti, come riciclare o occultare rifiuti non propriamente riciclabili, oppure portarli nei comuni limitrofi.

In realtà, risulta difficile, -se non impossibile- valutare il singolo comportamento. In questo modo il *free rider* si vedrebbe recapitare una fattura di importo minore. Qualora problemi di questo genere riguardassero una singola utenza, effettuare dei controlli risulterebbe realmente praticabile.

Un problema maggiore invece, risulta controllare la presenza di *free rider* all'interno di condomini e palazzi, in cui più utenze utilizzano un unico bidone. Infatti, in queste situazioni risulterebbe difficile controllare l' appartenenza di un sacchetto di rifiuti riciclabili contenente anche rifiuti non riciclabili. Il problema però potrebbe anche essere opposto: si potrebbero osservare infatti contesti in cui un utente decide di non partecipare affatto alla raccolta differenziata. Questa scelta potrebbe essere dovuta al

fatto che la fattura giunge unica al condominio o palazzo e l'importo viene diviso in parti uguali tra le singole utenze. In questo caso, il *free rider* potrebbe pensare che la sua buona condotta non venga riconosciuta o che comunque, il suo comportamento scorretto, ricada anche sugli altri utenti e quindi non ne sarebbe direttamente danneggiato, se non in minima parte. Il suo comportamento scorretto andrebbe invece a danneggiare i restanti condomini che, pur rispettando le regole, si vedrebbero costretti a pagare una somma aggiuntiva, seppur minimale, perché il numero di svuotamenti del bidone dei rifiuti indifferenziati potrebbe risultare superiore al numero di svuotamenti se il *free rider* tenesse un comportamento corretto.

Bisogna però effettuare una precisazione: i comportamenti dei *free rider* potrebbero avere una dipendenza legata alla dimensione del condominio. Si potrebbe infatti riscontrare una limitata presenza di *free rider* all'interno di condomini di piccole dimensioni. Questo potrebbe essere dovuto a molteplici motivazioni; innanzitutto, un condominio con dimensioni limitate ha un numero inferiore di utenze e quindi il comportamento del *free rider* ha effetti negativi maggiori per ogni utenza e quindi per il *free rider* stesso. In secondo luogo, un numero inferiore di utenze significa anche una maggiore possibilità di controllo e quindi di essere scoperto e individuato. Di conseguenza un individuo potrebbe sentirsi a disagio se scoperto, dato il contenuto numero di condomini, perché facilmente riconoscibile. Inoltre, il disagio potrebbe nascere anche dal fatto che il *free rider*, conoscendo gli altri condomini, potrebbe sentirsi in imbarazzo nel farli pagare una quota superiore a quella reale.

Nel nostro lavoro, pertanto, condurremo un'analisi condotta su dati individuali, per valutare l'effetto del *free riding* che, a differenza degli effetti degli incentivi, non può essere studiato con un'analisi a livello aggregato.



# CAPITOLO 3

## LA PROVINCIA DI TREVISO

### 3.1 Una descrizione della provincia

La provincia di Treviso è una provincia italiana della regione del Veneto, nel Nord Est del Paese ed è una delle province più popolate, nonché una delle più densamente popolate d' Italia, con una popolazione che raggiunge la quota di quasi 900.000 abitanti. Notevoli sono anche la densità di popolazione della provincia di Treviso, che ammonta a circa 355 abitanti per chilometro quadrato, con il comune di Treviso che raggiunge i 1.492 abitanti per chilometro quadrato, e il tasso di saldo naturale, che si attesta a quota 2,2‰ (Fonte: Istat, 2009). Quest'ultimo dato è ottenuto dalla differenza tra il numero di nati vivi e il numero di morti e risulta elevato grazie al tasso di natalità, che raggiungendo la quota del 10,7‰, risulta essere superiore rispetto alla media italiana.

La provincia di Treviso è composta da 95 comuni, con la particolare caratteristica di essere tutti vicini tra loro e di avere dimensioni abbastanza piccole. Sono infatti solo 24 i comuni che superano i 10.000 abitanti, mentre 34 ne hanno meno di 5.000 (Buccioli et al., 2011). Il comune più grande è quello del capoluogo di provincia, Treviso, che al 2010 conta una popolazione di 82.807 abitanti, seguita da Conegliano, con 35.748 abitanti al 2010, e Castelfranco Veneto, 33.740 abitanti al 2010. Il comune con il minor numero di abitanti è invece Portobuffolè, con appena 804 abitanti al 2010, subito dopo Monfumo, 1.454 abitanti al 2010, e Zenson di Piave, 1.825 abitanti nel 2010 (Fonte: [www.comuni-italiani.it](http://www.comuni-italiani.it)).

Elevata è anche la percentuale della popolazione straniera presente sul territorio della provincia di Treviso, che nel 2010 ammontava a 96.127 persone, rappresentando quindi l'11,5% della popolazione totale della provincia (percentuale superiore alla media italiana che nel 2011 si è attestata al 7,5%). Negli ultimi anni si è assistito ad un notevole incremento della popolazione straniera presente nella provincia, anche grazie all'elevato tasso di natalità della popolazione straniera presente rispetto a quella trevigiana ( 21,3‰ contro l'8,7‰). Il comune di Fontanafredda, con il 21%, si aggiudica la

percentuale più alta della popolazione straniera presente: più un cittadino su quattro residente nel comune non è italiano. Percentuali elevate però si osservano anche nei comuni di Possagno (19,6%) e Mansuè (19%). La diffusione degli stranieri non è tuttavia omogenea: nella provincia sono infatti presenti anche comuni con basse percentuali di presenza della popolazione straniera; a Monfumo, ad esempio, la popolazione straniera al 2010 rappresentava appena il 3,6% della popolazione totale, mentre a San Pietro di Feletto il 3,8%. (Fonte: [www.comuni-italiani.it](http://www.comuni-italiani.it)).

Nel complesso, la provincia di Treviso è una delle province italiane con la maggior frazione di stranieri residenti. Questa particolarità potrebbe essere dovuta alla ricca natura della provincia, che presenta maggiori opportunità di lavoro, data la presenza di numerose industrie, e all'alto tenore di vita (si veda il paragrafo successivo) , nonché all'elevata vivibilità del territorio, con la provincia di Treviso che si piazza nelle prime venti posizioni della classifica di vivibilità delle province italiane del 2011 e, non a caso, il suo capoluogo strappa il primato di città con il più alto tenore di vita detenuto finora dalla città di Milano (Fonte: [www.ilsole24ore.com](http://www.ilsole24ore.com)).

La provincia di Treviso è una provincia relativamente ricca, con un PIL medio pro-capite che nel 2008 si è attestato a quota 30.274 euro, contro una media nazionale di 26.278 euro (Buccioli et. al, 2011). Questa zona italiana infatti è famosa in tutto il mondo per il suo distretto industriale, che vanta migliaia di piccole aziende e imprese impegnate nella produzione di diverse eccellenze e di svariati prodotti di nicchia, ricercati in tutto il mondo.

### **3.2 Nascita e storia dei tre consorzi della provincia**

Nel 1988 la provincia di Treviso è stata divisa in tre unità territoriali, TV1, TV2 e TV3 dal piano regionale per la gestione dei rifiuti urbani. È stato inoltre promossa la nascita di un consorzio all'interno di ciascuna delle nuove unità territoriali, per far sì che le decisioni riguardanti la gestione e lo smaltimento dei rifiuti non fossero più indipendenti e prese da ciascun comune, come era stato fino ad allora, bensì risultassero comuni per

beneficiare di economie di scala. Ai consorzi spettano infatti la definizione degli obiettivi da raggiungere nel campo della raccolta differenziata, le decisioni legate ai costi di gestione e alle tariffe da applicare (Buccioli et al, 2011).

Così, nel 1987, nasce il primo consorzio, relativo all'unità territoriale TV1, che prende il nome di Priula. Inizialmente, i comuni aderenti a questo consorzio erano 5, numero cresciuto nel tempo di quasi cinque volte: sono infatti 24 adesso i comuni che ne fanno parte, per una superficie totale di 640 chilometri quadrati e una popolazione che supera i 240.000 abitanti. La prima svolta decisiva per questo consorzio avviene nel 2000, quando si decide di introdurre il sistema di raccolta porta a porta dei rifiuti, DtD (*Door-to-Door*), affiancato da un sistema di tariffazione a consumo, PAYT (*Pay-As-You-Throw*), a discapito di un sistema di raccolta su strada (*drop-off*) e del classico sistema di tariffazione "forfettario" calcolato prendendo in considerazione solamente il numero di membri della famiglia e i metri quadri dell'abitazione che costituisce l'utenza (Buccioli et al., 2011).

Il nuovo sistema di raccolta dei rifiuti DtD risulta innovativo rispetto alla classica raccolta su strada *drop-off*: infatti, con il vecchio e più comune metodo i rifiuti dovevano essere differenziati in casa e poi essere portati nei luoghi in cui erano stati posizionati gli appositi bidoni per la raccolta differenziata, situati lungo le strade, talvolta non comodi da raggiungere; con la nuova tecnica invece, la differenziazione dei rifiuti può essere effettuata in casa, con la comodità di trasportare semplicemente fuori dall'ingresso di casa i diversi bidoni dei rifiuti che verranno svuotati secondo un apposito calendario stilato dalla società che ne gestisce la rimozione. In questo modo diventa estremamente semplice differenziare i rifiuti: anziché trasportare i sacchetti contenenti immondizia nei bidoni comuni, basta trasportare fuori casa i vari bidoni assegnati a ciascuna abitazione (o condominio).

Per quanto riguarda invece il sistema di tariffazione, PAYT, l'innovazione risiede nella possibilità di risparmiare sulla bolletta della nettezza urbana. Grazie a questo innovativo sistema, l'importo della tassa non è più calcolato solo in base alla dimensione dell'abitazione e al numero dei componenti che la abitano, bensì anche sulla quantità di rifiuti non differenziati prodotti: al costo fisso legato a queste due caratteristiche viene aggiunto un costo variabile in base al numero di svuotamenti del bidone contenente i rifiuti indifferenziati.

Questa doppia e spesso concomitante innovazione ha avuto degli effetti straordinari e pressoché immediati in entrambi i fronti su cui si voleva e si cerca tuttora di agire: ridurre la produzione di rifiuti solidi non riciclabili, aumentando il rapporto di rifiuti riciclati, e diminuire il costo per lo smaltimento dei rifiuti che pesa sul portafoglio delle famiglie. Nel 2008 infatti i comuni appartenenti al consorzio di Priula hanno raggiunto un rapporto di raccolta differenziata davvero invidiabile: 77,06%, guadagnando la prima posizione nella classifica nazionale stilata da Legambiente nel 2009. Il tutto è stato raggiunto con un costo contenuto per famiglia: 140,11 euro nel 2008 (Buccioli et al., 2011).

| <b>Anno</b> | <b>€/famiglia/anno</b> |
|-------------|------------------------|
| <b>2011</b> | <b>149,18</b>          |
| <b>2010</b> | <b>145,35</b>          |
| <b>2009</b> | <b>143,06</b>          |
| <b>2008</b> | <b>140,11</b>          |
| <b>2007</b> | <b>141,09</b>          |
| <b>2006</b> | <b>141,67</b>          |
| <b>2005</b> | <b>140,80</b>          |
| <b>2004</b> | <b>135,83</b>          |
| <b>2003</b> | <b>137,92</b>          |
| <b>2002</b> | <b>129,29</b>          |
| <b>2001</b> | <b>137,48</b>          |

**Tabella 1. Tassa media utenze domestiche Priula. (Fonte: [www.contarina.it](http://www.contarina.it)).**

Nell'unità territoriale TV3 invece, nel 1993, con l'adesione di 25 comuni nasce il consorzio TV3, che raggruppa un' area di 620 chilometri quadrati, per un totale di 220.000 abitanti circa. Nel 2000 questo consorzio decide di introdurre il sistema di raccolta dei rifiuti DtD, ma a differenza del consorzio Priula, non accompagna questa novità con il sistema di tariffazione PAYT, bensì mantiene il vecchio e più comune sistema di tariffazione "forfettario". Nonostante questo però, il consorzio TV3, nel 2008, è riuscito ad ottenere un ottimo rapporto di raccolta differenziata, che si è attestato

al 66,56%. Il costo annuale medio per famiglia per lo smaltimento dei rifiuti è stato di 145,84 euro (Buccioli et al., 2011).

| <b>Anno</b>                              | <b>€/famiglia/anno</b>          |
|--|---------------------------------|
| <b>2008<br/>(senza tariffa puntuale)</b> | <b>€ 145,92</b>                 |
| <b>2009</b>                              | <b>Sistema tariffario misto</b> |
| <b>2010<br/>(con tariffa puntuale)</b>   | <b>€ 146,50</b>                 |
| <b>2011<br/>(con tariffa puntuale)</b>   | <b>€ 148,21</b>                 |

**Tabella 2. Tassa media utenze domestiche TV3. (Fonte: [www.contarina.it](http://www.contarina.it)).**

L'ultimo consorzio, per data di creazione, è quello riguardante l'unità territoriale di TV2, nato nel 1995 in seguito all'adesione di 6 comuni, e prende il nome di Savno. Ai 6 comuni iniziali se ne sono nel tempo aggiunti altri, e ad oggi 42 fanno parte del consorzio, rendendo Savno il più grande della provincia di Treviso con un'area di 1.080 chilometri quadrati e con circa 298.000 abitanti più di un terzo della popolazione totale dell'intera provincia. La particolarità di questo consorzio è che, seppur seguendo le orme degli altri due consorzi introducendo un sistema di raccolta DtD, ha applicato una certa eterogeneità per quanto riguarda il sistema di tariffazione: infatti, alcuni comuni hanno mantenuto un sistema di tariffazione "forfettario", dipendente solo dal numero di componenti della famiglia e/o dalla superficie dell'abitazione che rappresenta l'utenza, come il consorzio TV3, mentre in altri è stato attivato un sistema di tariffazione PAYT, come nel consorzio Priula. Nel 2008, i comuni di questo consorzio hanno raggiunto un elevato rapporto di raccolta differenziata: 72,53%, salendo sul gradino più basso del

podio della classifica nazionale stilata da Legambiente nel 2009 (Legambiente, 2009 e Buccioli et al., 2011).

### 3.3 La gestione dei rifiuti: descrizione e successi raggiunti

La gestione dei rifiuti nei Consorzi TV3 e Priula è attualmente gestita dall'azienda Contarina S.p.A., una società nata nel 1989 che opera nella provincia di Treviso per quanto riguarda la gestione dei rifiuti, la gestione del verde pubblico e la fornitura di diversi altri servizi. Nel 2006 il Consorzio Priula diviene unica proprietaria della società Contarina, che dal 2008 divide con il Consorzio TV3. Attualmente Contarina offre i suoi servizi nei 24 comuni del Consorzio Priula e nei 25 del Consorzio TV3 (Fonte: [www.contarina.it](http://www.contarina.it)).

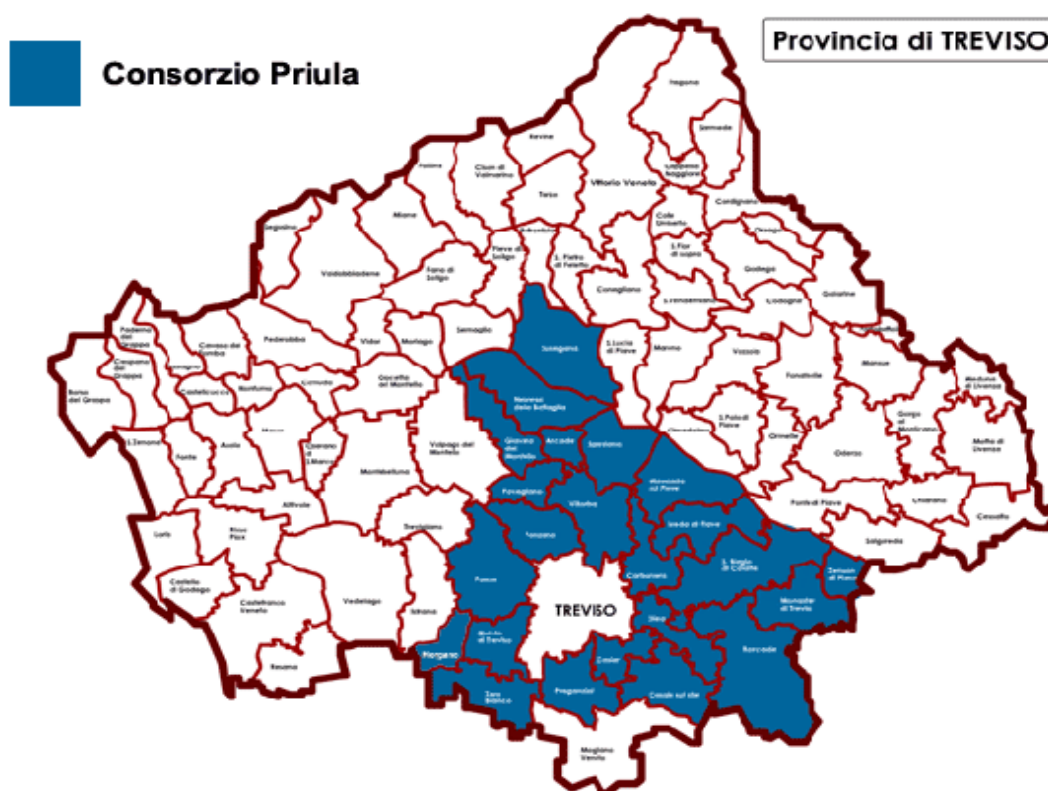


Figura 2. Comuni del Consorzio Priula. (Fonte: [www.contarina.it](http://www.contarina.it))



Figura 3. Comuni del Consorzio TV3. (Fonte: [www.contarina.it](http://www.contarina.it)).

Nel 2000, l’assemblea dei sindaci dei comuni allora appartenenti al Consorzio Priula decreta l’introduzione del sistema di raccolta porta a porta per tutti i tipi di rifiuto più comuni e la tariffa puntuale (tariffa PAYT). In questo modo la tariffa applicata a ciascuna utenza è calcolata alla produzione effettiva dei rifiuti, secondo il principio “chi inquina paga”, valorizzando così il comportamento virtuoso di chi ricicla.

L’attuazione di questi nuovi sistemi ha permesso ai comuni appartenenti al consorzio Priula di raggiungere quote elevate di rifiuti riciclati, che nel 2010 ha raggiunto il 79,33% (Fonte: [www.consorziopriula.it](http://www.consorziopriula.it)).

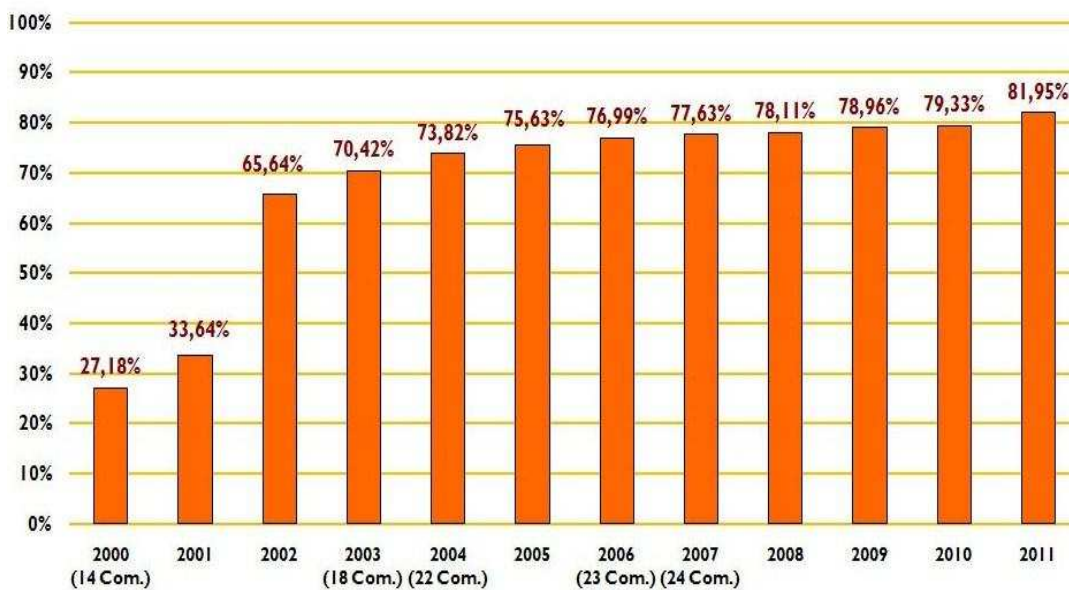


Figura 4. Percentuale della raccolta differenziata in Priula.

(Fonte: [www.consorziopriula.it](http://www.consorziopriula.it)).

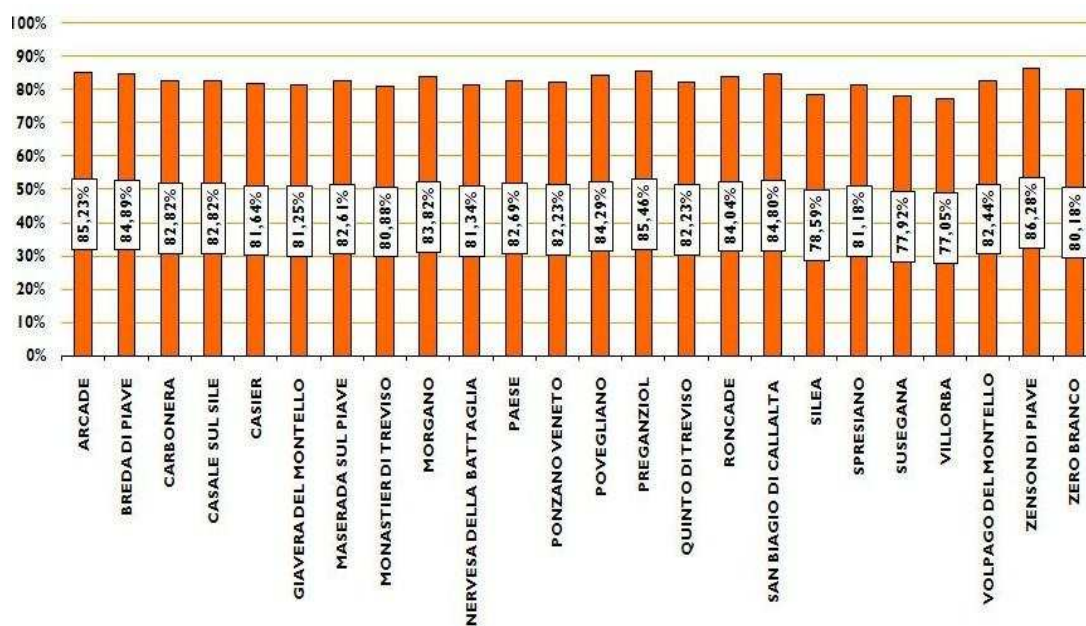


Figura 5. Percentuale di raccolta differenziata nei comuni del consorzio Priula. (Fonte: [www.consorziopriula.it](http://www.consorziopriula.it)).



Notevole è anche la riduzione della produzione procapite di rifiuti che passa dai 440 Kg/abitante all'anno nel 2000 a 372 Kg/abitante all' anno nel 2010. Ma i risultati maggiori si riscontrano nella drastica riduzione della produzione procapite dei rifiuti non riciclabili che dai 321 Kg/abitante all'anno nel 2000 sprofonda a 77 Kg/abitante all'anno nel 2010 (Fonte: [www.consorziopriula.it](http://www.consorziopriula.it)).

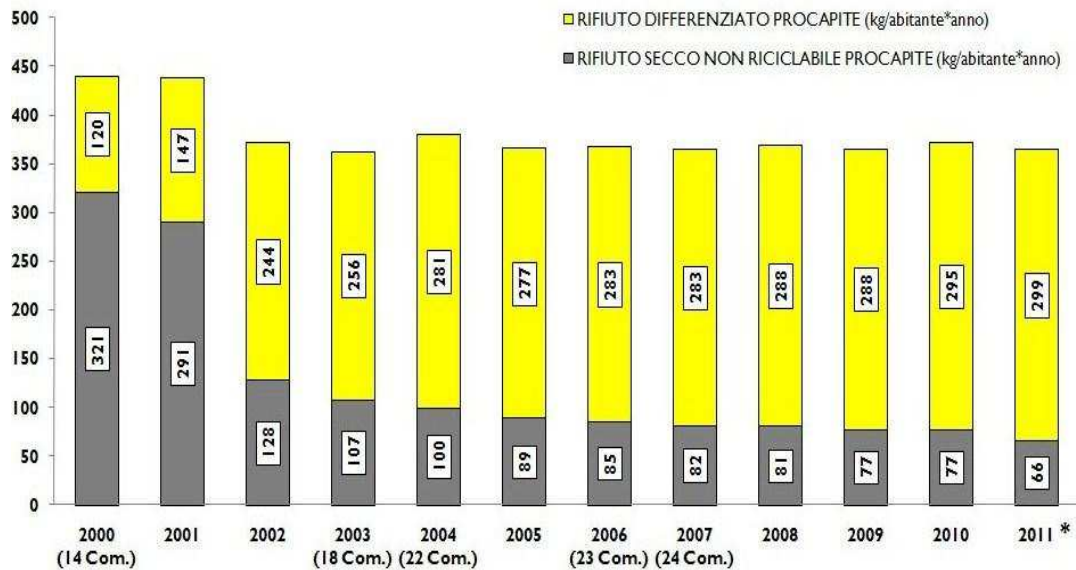


Figura 6. Produzione dei rifiuti in Priula. (Fonte [www.consorziopriula.it](http://www.consorziopriula.it)).

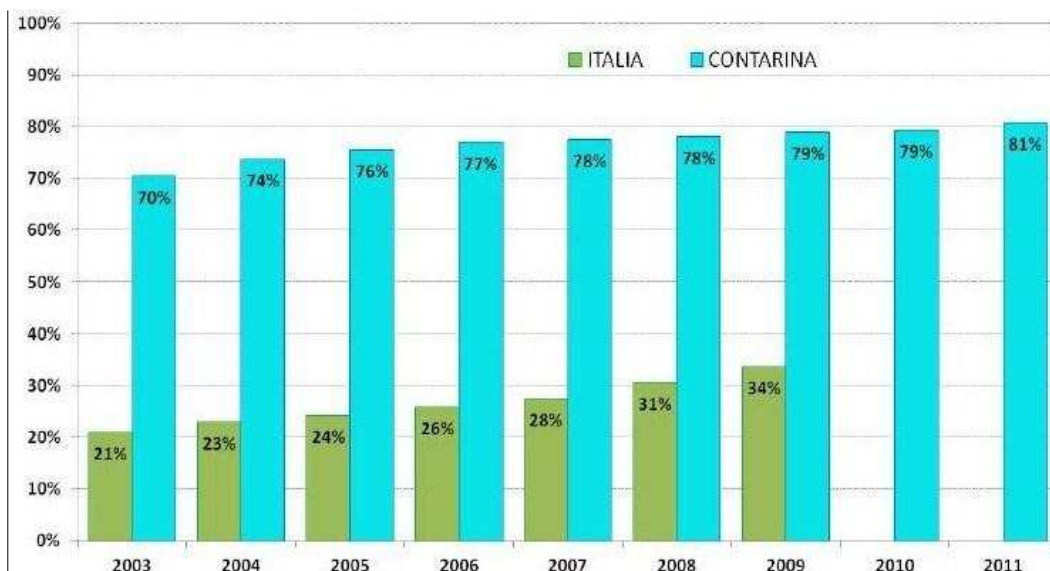


Figura 7. Produzione del rifiuto non riciclabile procapite in Italia e in Contarina (Fonte: [www.contarina.it](http://www.contarina.it)).

Per quanto riguarda invece il Consorzio TV3, dal 2000 viene introdotta la raccolta porta a porta nei comuni che vi appartengono. Bisogna invece aspettare il 1° Luglio 2009 per l'introduzione della tariffa puntuale (Fonte: [www.tvtre.it](http://www.tvtre.it)).

Nonostante la più recente introduzione della tariffa PAYT nei comuni del Consorzio TV3, anche in questo caso si sono riscontrati dei risultati eccezionali. La percentuale di raccolta differenziata nel 2010 ha raggiunto il 78,96%, mentre la produzione procapite di rifiuti è scesa dai 393,74 Kg/abitate all'anno nel 2000 ai 365 Kg/abitate all'anno nel 2010. (Fonte: [www.tvtre.it](http://www.tvtre.it)).

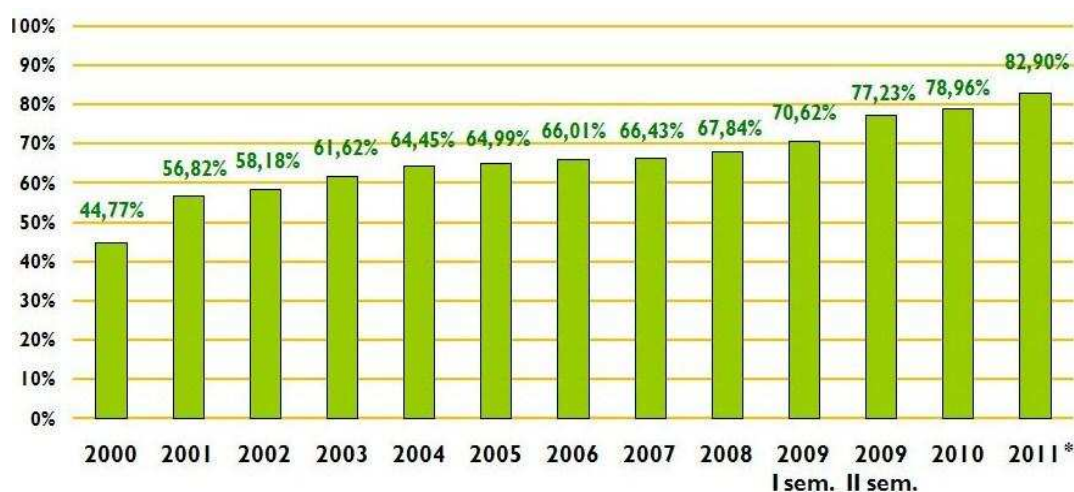


Figura 8. Percentuale della raccolta differenziata in TV3. (Fonte: [www.tv3.it](http://www.tv3.it)).

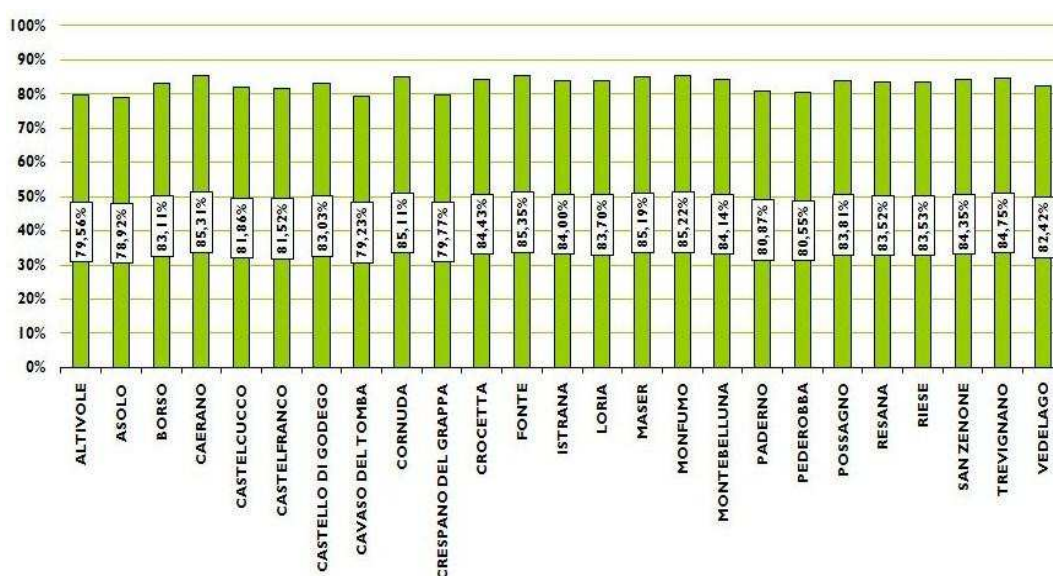
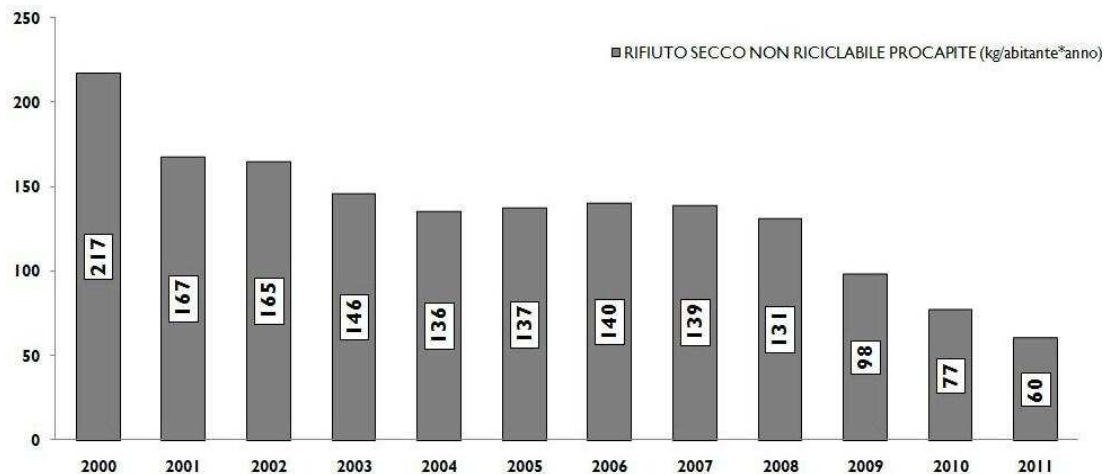


Figura 9. Percentuale di raccolta differenziata nei comuni del consorzio Tv3. (Fonte: [www.tvtre.it](http://www.tvtre.it)).

Ancora una volta i risultati più evidenti si riscontrano nella riduzione della produzione procapite dei rifiuti non riciclabili che crolla dai 217 Kg/abitante all'anno nel 2000 a 77 Kg/abitante all'anno nel 2010 (Fonte: [www.tvtre.it](http://www.tvtre.it)).



**Figura 10. Produzione del rifiuto non riciclabile in TV3. (Fonte: [www.tvtre.it](http://www.tvtre.it)).**

Attualmente sono solo quattro i comuni a non essere legati a nessun consorzio. Come abbiamo visto, l'adesione da parte dei comuni a uno dei tre consorzi è stata graduale: è stato infatti concesso ai comuni della provincia di Treviso di aggregarsi a uno dei tre consorzi anche in seguito, lasciando così finire il tempo di scadenza del contratto ancora attivo che i comuni avevano firmato per la gestione e lo smaltimento dei rifiuti solidi. I quattro comuni che non hanno aderito ad alcun consorzio sono Colle Umberto e Tarzo, che non hanno aderito al consorzio Savno, Mogliano Veneto che non ha aderito al consorzio Priula e Treviso che non ha aderito a TV3 (Buccioli et al., 2011).

In questo lavoro cercheremo di capire come le molteplici decisioni dei diversi consorzi hanno influenzato il tasso di raccolta differenziata, tramite un'analisi a livello aggregato e quali effetti comporti, conducendo un'analisi a livello individuale su un sottoinsieme di sei comuni appartenenti a Priula, la condivisione dei bidoni tra diversi utenti. La nazionalità è solo uno degli aspetti presi in considerazione per l'analisi individuale: andremo infatti ad osservare se è significativo ai fini della nostra analisi individuale l'essere nati in un'altra provincia del Veneto che non sia quella di Treviso e l'essere nati in un'altra regione italiana che non sia il Veneto. Per l'analisi individuale inoltre,

cercheremo di capire qual è il numero ottimale di utenze abbinate a ciascun bidone, considerando anche la presenza di condomini di diverse dimensioni.

Cercheremo di capire se ci sono differenze significative tra i comuni del Consorzio Priula e i comuni del Consorzio TV3, dovute alla più recente introduzione del principio “chi inquina paga” in quest’ ultimo rispetto ai comuni appartenenti al consorzio Priula, nei quali il sistema di tariffazione PAYT è stato introdotto già nel 2000.

Inoltre, per ciascun comune appartenente alla provincia di Treviso otterremo delle previsioni del tasso di riciclo per gli anni 2009 e 2010 basandoci su un dataset con osservazioni riguardanti la gestione dei rifiuti nella provincia dal 1999 al 2008. Confronteremo poi tali previsioni con i dati effettivi riguardanti i due anni in questione, cioè il 2009 e il 2010.

### **3.4 Dati e statistiche**

I dati vengono considerati a partire dal 1999 al fine di evitare errori di misurazione, dovuti alla fase organizzativa della gestione dei rifiuti da parte dei comuni. Inoltre, le osservazioni riguardanti il decennio in esame mostrano un significativo incremento dei tassi di raccolta differenziata che, sembrano quasi raddoppiati: dal 35,4% del 1999 al 68,5% del 2008 (ARPAV, 2000, 2009).

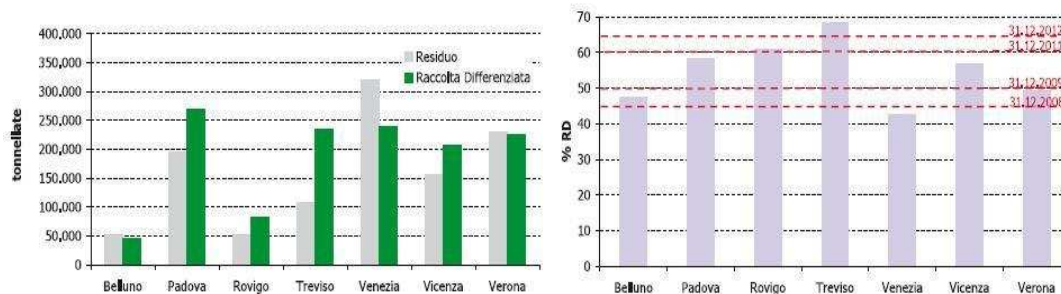
L’indice di riciclo, IR, dei bacini della provincia di Treviso è superiore alla media della propria regione, con percentuali che superano, anche abbondantemente, il 60%, contro il 50,9%, media dell’intera regione. (ARPAV, 2009).

| PROVINCIA      | BACINO | RACCOLTA DIFFERENZIATA | RESIDUO          | RIFIUTO TOTALE   | %RD         | RECUPERATO       | IR%         |
|----------------|--------|------------------------|------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
| Belluno        | BL1    | 46.090                 | 51.001           | 97.091           | 47,5        | 42.813           | 44,1        |
| Belluno Totale |        | 46.090                 | 51.001           | 97.091           | 47,5        | 42.813           | 44,1        |
| Padova         | PD1    | 64.310                 | 33.040           | 97.350           | 66,1        | 62.145           | 63,8        |
|                | PD2    | 124.858                | 120.164          | 245.022          | 51,0        | 113.975          | 46,5        |
|                | PD3    | 46.095                 | 23.023           | 69.117           | 66,7        | 43.906           | 63,5        |
|                | PD4    | 34.473                 | 18.348           | 52.821           | 65,3        | 32.596           | 61,7        |
| Padova Totale  |        | 269.736                | 194.575          | 464.311          | 58,1        | 252.622          | 54,4        |
| Rovigo         | RO1    | 82.170                 | 52.934           | 135.105          | 60,8        | 77.581           | 57,4        |
| Rovigo Totale  |        | 82.170                 | 52.934           | 135.105          | 60,8        | 77.581           | 57,4        |
| Treviso        | TV1    | 79.943                 | 30.460           | 110.403          | 72,4        | 74.873           | 67,8        |
|                | TV2    | 98.327                 | 48.984           | 147.311          | 66,7        | 91.535           | 62,1        |
|                | TV3    | 56.890                 | 28.577           | 85.467           | 66,6        | 53.610           | 62,7        |
| Treviso Totale |        | 235.159                | 108.021          | 343.181          | 68,5        | 220.017          | 64,1        |
| Venezia        | VE1    | 36.872                 | 33.551           | 70.423           | 52,4        | 34.014           | 48,3        |
|                | VE2    | 73.011                 | 149.021          | 222.033          | 32,9        | 68.051           | 30,6        |
|                | VE3    | 47.850                 | 50.459           | 98.309           | 48,7        | 44.479           | 45,2        |
|                | VE4    | 63.311                 | 68.046           | 131.357          | 48,2        | 59.078           | 45,0        |
|                | VE5    | 17.091                 | 18.155           | 35.246           | 48,5        | 15.625           | 44,3        |
| Venezia Totale |        | 238.135                | 319.232          | 557.367          | 42,7        | 221.247          | 39,7        |
| Vicenza        | VI1    | 96.765                 | 75.888           | 172.653          | 56,0        | 92.141           | 53,4        |
|                | VI2    | 40.325                 | 27.443           | 67.768           | 59,5        | 39.216           | 57,9        |
|                | VI3    | 26.662                 | 14.560           | 41.222           | 64,7        | 25.279           | 61,3        |
|                | VI4    | 1.872                  | 11.778           | 13.649           | 13,7        | 1.728            | 12,7        |
|                | VI5    | 40.664                 | 26.887           | 67.551           | 60,2        | 40.829           | 60,4        |
| Vicenza Totale |        | 206.288                | 156.555          | 362.843          | 56,9        | 199.192          | 54,9        |
| Verona         | VR1    | 44.807                 | 26.153           | 70.960           | 63,1        | 42.949           | 60,5        |
|                | VR2    | 42.472                 | 34.763           | 77.235           | 55,0        | 40.987           | 53,1        |
|                | VR3    | 24.978                 | 22.092           | 47.070           | 53,1        | 23.806           | 50,6        |
|                | VR4    | 52.582                 | 37.852           | 90.434           | 58,1        | 49.099           | 54,3        |
|                | VRS    | 60.364                 | 109.787          | 170.151          | 35,5        | 60.403           | 35,5        |
| Verona Totale  |        | 225.203                | 230.646          | 455.849          | 49,4        | 217.244          | 47,7        |
| <b>Totale</b>  |        | <b>1.302.782</b>       | <b>1.112.965</b> | <b>2.415.747</b> | <b>53,9</b> | <b>1.230.717</b> | <b>50,9</b> |

**Tabella 3. Stima dell'Indice di Recupero provinciale - Anno 2008 - Fonte: ARPAV Osservatorio Regionale Rifiuti. Unità di misura: tonnellate.**

La provincia di Treviso si conferma al primo posto nella classifica regionale con il 68,5% di raccolta differenziata, superando anche l'ultimo obiettivo previsto dal D.Lgs. 152/06 per il 2012 (ARPAV, 2009).

Il grafico più a destra della figura 4 mostra come la provincia di Treviso sia quella con la miglior differenza tra le tonnellate di rifiuti riciclati e le tonnellate di rifiuti indifferenziati in Veneto, mentre il grafico più a sinistra mostra come la provincia di Treviso abbia ottenuto i risultati migliori nella regione Veneto, essendo l'unica ad aver raggiunto quasi il 70% di raccolta differenziata.



**Figura 11. La raccolta differenziata a livello provinciale con relativa % RD ed obiettivi raggiunti – Anno 2008 – Fonte: ARPAV – Osservatorio Regionale Rifiuti.**

I dati in questione risultano molto interessanti soprattutto per quanto riguarda il confronto con le percentuali richieste dalla Comunità Europea; infatti diversi dei comuni presi in esame in questo lavoro si distinguono per essere i migliori non solo in Italia ma anche in Europa. Inoltre, l’eccezionale impennata dei tassi di raccolta differenziata di questi comuni nel decennio fanno propendere per l’ ipotesi che le diverse combinazioni di politiche differenti per la gestione dei rifiuti e di sistemi di tariffazione innovativi, siano state la causa scatenante dei successi ottenuti. Infatti, alla fine degli anni Novanta, i tassi di raccolta differenziata di questi comuni erano deludenti, inferiori a diversi altri comuni del Nord Italia.

Andremo pertanto a verificare l’ipotesi che i miglioramenti siano dovuti alle innovative politiche per la gestione dei rifiuti. In seguito cercheremo di capire l’effettiva incidenza e la misura di ciascuna delle diverse politiche adottate, nonché delle diverse combinazioni di quest’ultime.

Le politiche di gestione dei rifiuti nei nostri dati differiscono su due fronti. In primo luogo il sistema di raccolta dei rifiuti, che può essere di tipo drop-off, cioè la comune raccolta di rifiuti con i bidoni lungo le strade, oppure DtD, ovvero la raccolta porta a porta, di più recente introduzione e, in secondo luogo, il sistema di tariffazione, di tipo forfettario, calcolato sulla base della dimensione dell’ abitazione e del numero di componenti della famiglia che la abitano, o di tipo PAYT, sistema che oltre alle

precedenti componenti, nel calcolo della quota da pagare, considera il numero di svuotamenti del bidone dei rifiuti indifferenziati.

È interessante notare la differenza tra i due sistemi di tariffazione. Il primo, di tipo flat non ha alcun legame diretto con il quantitativo di rifiuti effettivamente prodotti da un'utenza. Questo sistema di tariffazione infatti, essendo calcolato sulla base della dimensione dell'abitazione e/o del numero di componenti della famiglia che la abitano, non tiene affatto in considerazione, l' effettivo quantitativo di rifiuti, riciclati e non, prodotti da ciascuna utenza. Possiamo esprimere questo sistema di tariffazione utilizzando la formula:

$$\text{tariffa flat} = \Phi_0 \times (\text{numero di metri quadri della casa}) + \Phi_1 \times (\text{numero di componenti della famiglia})$$

Consideriamo nella formula di cui sopra,  $\Phi_0$  come il costo per metro quadrato della casa e  $\Phi_1$  come il costo per ogni membro della famiglia. Si evince quindi facilmente la mancanza di un nesso tra la produzione di rifiuti e il quantitativo da pagare. Nonostante questo però bisogna sottolineare come le due componenti, metri quadrati dell'abitazione e numero di componenti della famiglia, risultano essere buone proxy per il calcolo dell'importo da pagare in riferimento alla produzione di rifiuti.

Non viene però considerato in questo modo alcun incentivo riguardante l'effettiva produzione dei rifiuti.

Secondo il sistema PAYT invece, la quota da pagare viene calcolata sulla base di una quota fissa alla quale viene aggiunta una quota variabile che però, anziché variare in base al numero di metri quadrati dell'abitazione e al numero di componenti della famiglia, varia in base al numero di svuotamenti del bidone contenente i rifiuti indifferenziati. La quota fissa può essere uguale per tutte le utenze oppure può essere calcolata sulla base di differenti parametri, quali la dimensione dell'abitazione o il numero di componenti che compongono l'utenza.

Tale sistema di tariffazione può essere espressa utilizzando la formula:

$$\text{PAYT} = \Phi_0 + \Phi_1 \times (\text{numero di svuotamenti del bidone contenente i rifiuti indifferenziati})$$

È lampante il legame tra la quota da pagare e la produzione dei rifiuti. Infatti  $\Phi_0$  rappresenta il costo fisso, mentre  $\Phi_1$  rappresenta il costo variabile calcolato sulla base del numero di svuotamenti del bidone dei rifiuti indifferenziati.

In questo modo risulta conveniente riciclare in quanto l'importo della tassa cresce con l'aumentare del numero di svuotamenti del bidone dei rifiuti non differenziati. L'attuazione di un sistema di tassazione di tipo PAYT dovrebbe quindi incentivare la differenziazione dei rifiuti. Bisogna fare però attenzione all'altra faccia della medaglia. Al fine di ridurre il numero di svuotamenti e quindi la parte di costo variabile che compone la tassa, gli utenti potrebbero differenziare i rifiuti in modo non appropriato. È necessario pertanto monitorare il contenuto dei bidoni e applicare un appropriato sistema di sanzioni, al fine di ridurre ed emarginare il fenomeno del *free riding*. Il monitoraggio dei bidoni potrebbe essere gestito direttamente dalle autorità comunali, il cui compito potrebbe essere semplificato dall'utilizzo di sacchetti trasparenti per la raccolta dei rifiuti.

Utilizzerò invece i dati individuali tra il 2004 e il 2008 relativi a sei comuni (Casier, Ponzano, Preganziol, Silea, Villorba, Paese) che attuano DtD e PAYT per effettuare un'analisi micro, nella quale si cercherà di studiare il fenomeno del *free riding*. In questo modo sarà possibile valutare quali caratteristiche sono più influenti nella propagazione del fenomeno del *free riding*.

Il dataset che utilizzeremo per l'analisi micro è composto da diverse variabili riguardanti le caratteristiche individuali degli utenti appartenenti ai sei comuni in analisi. Si tratta di un dataset contenente 32717 osservazioni, di cui sono disponibili variabili che descrivono l'età, il luogo di nascita, l'appartenenza ad un condominio, gli anni di esperienza con la raccolta differenziata, tra le più importanti.



La variabile esperienza può assumere valori interi compresi tra 0 e 4, trattando dati riguardanti gli anni 2004-2008.

| <b>Variabile</b> | <b>Numero Osservazioni</b> | <b>Media</b> | <b>Deviazione Standard</b> | <b>Minimo</b> | <b>Massimo</b> |
|------------------|----------------------------|--------------|----------------------------|---------------|----------------|
| <b>d_esper</b>   | 32717                      | 1.266559     | 1.177908                   | 0             | 4              |

**Tabella 4. Statistiche descrittive della variabile d\_esper.**

La variabile abitanti invece descrive il numero di componenti del nucleo familiare. Il numero medio di componenti delle famiglie in analisi è di 2,18.

| <b>Variabile</b> | <b>Numero Osservazioni</b> | <b>Media</b> | <b>Deviazione Standard</b> | <b>Minimo</b> | <b>Massimo</b> |
|------------------|----------------------------|--------------|----------------------------|---------------|----------------|
| <b>abitanti</b>  | 32717                      | 2.184216     | 1.208297                   | 1             | 14             |

**Tabella 5. Statistiche descrittive della variabile abitanti.**

Nel dataset sono presenti delle variabili dummy, cioè variabili che possono assumere solamente i valori 0 o 1 (per questo sono anche chiamate variabili binarie), il primo se la condizione non è vera, il secondo se la condizione è vera. Tali variabili sono state utilizzate per codificare l'appartenenza ai sei comuni in analisi: abbiamo 4747 osservazioni appartenenti al comune di Casier, 7243 osservazioni del comune di Paese, 6391 del comune di Preganziol, 5078 del comune di Ponzano, 3058 del comune di Silea e 6200 del comune di Villorba.

| Variable       | Numero Osservazioni | Media     | Deviazione Standard | Minimo | Massimo |
|----------------|---------------------|-----------|---------------------|--------|---------|
| com_casier     | 32717               | 0.1450928 | 0.3521997           | 0      | 1       |
| com_paese      | 32717               | 0.2213834 | 0.4151844           | 0      | 1       |
| com_ponzano    | 32717               | 0.1552098 | 0.3621101           | 0      | 1       |
| com_preganziol | 32717               | 0.1953419 | 0.3964697           | 0      | 1       |
| com_silea      | 32717               | 0.0934682 | 0.2910919           | 0      | 1       |
| com_villorba   | 32717               | 0.1895039 | 0.3919144           | 0      | 1       |

**Tabella 6. Statistiche descrittive delle variabili dummy per l' appartenenza ai comuni.**

Variabili di tipo dummy sono state utilizzate per codificare la nazionalità e la provenienza degli utenti residenti nei sei comuni in questione. In particolare sulle 32717 osservazioni a disposizione, si sono osservati 26219 utenti di nazionalità italiana, di cui 20142 nati nella regione Veneto. Gli utenti nati nella provincia di Treviso sono invece 15694, circa metà delle osservazioni a disposizione.

Un' altra variabile dummy è stata introdotta per descrivere l' appartenenza ad un condominio oppure ad una singola abitazione. Le utenze appartenenti a condomini sono risultate 19601, contro le 13116 singole utenze.

Dal nostro dataset risulta che in media il numero di svuotamenti (variabile nvuota) per le utenze in analisi è di 6,43.

| Variabile | Numero Osservazioni | Media    | Deviazione Standard | Minimo | Massimo |
|-----------|---------------------|----------|---------------------|--------|---------|
| nvuota    | 32717               | 6.429654 | 8.475888            | 1      | 113     |

**Tabella 7. Statistiche descrittive della variabile nvuota.**

Andiamo adesso a vedere come cambiano le statistiche descrittive delle nostre variabili a seconda dell'appartenenza a ciascun comune.

| MEDIE                      |        |        |         |            |        |          |        |
|----------------------------|--------|--------|---------|------------|--------|----------|--------|
| Comune                     | Casier | Paese  | Ponzano | Preganziol | Silea  | Villorba | Tutti  |
| <b>Numero Osservazioni</b> | 4747   | 7243   | 5078    | 6391       | 3058   | 6200     | 32717  |
| <b>Variabile</b>           |        |        |         |            |        |          |        |
| <b>nlitri</b>              | 18.288 | 19.489 | 19.003  | 15.301     | 27.447 | 21.068   | 19.464 |
| <b>condominio</b>          | 0.628  | 0.541  | 0.605   | 0.606      | 0.630  | 0.618    | 0.599  |
| <b>utenti</b>              | 4.152  | 3.357  | 4.935   | 4.748      | 3.874  | 4.452    | 4.245  |
| <b>percforeign</b>         | 0.171  | 0.227  | 0.160   | 0.161      | 0.218  | 0.247    | 0.199  |
| <b>utenzel</b>             | 0.079  | 0.146  | 0.436   | 0.0689     | 0.170  | 0.475    | 0.231  |
| <b>utenzel_2</b>           | 0.149  | 0.412  | 5.480   | 0.088      | 0.561  | 3.245    | 1.648  |
| <b>y2005</b>               | 0.137  | 0.141  | 0.138   | 0.149      | 0.146  | 0.141    | 0.142  |
| <b>y2006</b>               | 0.220  | 0.214  | 0.210   | 0.212      | 0.210  | 0.215    | 0.214  |
| <b>y2007</b>               | 0.279  | 0.274  | 0.280   | 0.271      | 0.270  | 0.275    | 0.275  |
| <b>y2008</b>               | 0.316  | 0.317  | 0.318   | 0.312      | 0.318  | 0.308    | 0.314  |
| <b>eta</b>                 | 4.047  | 3.867  | 3.917   | 4.037      | 4.027  | 3.988    | 3.972  |
| <b>eta2</b>                | 17.969 | 16.335 | 16.696  | 17.907     | 17.753 | 17.412   | 17.272 |
| <b>straniero</b>           | 0.170  | 0.227  | 0.160   | 0.161      | 0.219  | 0.248    | 0.199  |
| <b>provttv</b>             | 0.462  | 0.507  | 0.584   | 0.369      | 0.511  | 0.486    | 0.482  |
| <b>abitanti</b>            | 2.252  | 2.271  | 2.186   | 2.159      | 2.139  | 2.102    | 2.184  |
| <b>d_esper</b>             | 0.686  | 0.682  | 0.656   | 0.687      | 0.668  | 0.661    | 0.674  |

**Tabella 8. Statistiche descrittive di tutte le variabili per comune e in totale.**

Le medie delle variabili dipendente ed esplicative, ottenute separatamente per ciascun comune del nostro insieme e, successivamente per l'intero campione non mostrano scostamenti significativi dovuti all'appartenenza ad un comune piuttosto che ad un

altro. Sostanzialmente si osservano valori simili per ciascuna variabile fatta eccezione per la variabile utenze1\_2 nei comuni di Ponzano e Villorba dove si osservano medie, rispettivamente di 5.5 e 3.2 contro una media degli altri comuni che non supera lo 0.7. Questi valori elevati e anomali sono dovuti alla presenza di outliers nella variabile utenze1\_2 per i due comuni.

| <b>Variabile</b> | <b>Comune</b> | <b>Numero Osservazioni</b> | <b>Media</b> | <b>Deviazione Standard</b> | <b>Minimo</b> | <b>Massimo</b> |
|------------------|---------------|----------------------------|--------------|----------------------------|---------------|----------------|
|                  | Casier        | 4747                       | 0.1493575    | 1.657271                   | 0             | 36             |
|                  | Paese         | 7243                       | 0.412122     | 2.797275                   | 0             | 36             |
| <b>Utenze1_2</b> | Ponzano       | 5078                       | 5.479716     | 42.908                     | 0             | 400            |
|                  | Preganziol    | 6391                       | 0.0879362    | 0.6093404                  | 0             | 16             |
|                  | Silea         | 3058                       | 0.5608241    | 4.037005                   | 0             | 49             |
|                  | Villorba      | 6200                       | 3.245323     | 17.19432                   | 0             | 169            |

**Tabella9. Statistiche descrittive della variabile utenze1\_2 per comune.**

Si nota infatti come per i comuni di Ponzano e Villorba si osservano dei valori massimi rispettivamente di 400 e 169, che se paragonati con i valori massimi per gli altri comuni, che non superano il valore 50, sono dei valori anomali.

# CAPITOLO 4

## ANALISI EMPIRICA: NUMERO OTTIMALE DI UTENZE ABBINATE AD UN BIDONE

### 4.1 Obiettivi dell' analisi

In questa sezione condurremo un'analisi empirica utilizzando i dati individuali, dati cioè inerenti alle singole utenze, che abbiamo a disposizione per i sei comuni del Consorzio Priula riguardanti gli anni 2004-2008. L'attenzione, in questa analisi si concentra sullo studio del fenomeno del *free riding*, cercando di cogliere le caratteristiche individuali che influenzano significativamente il nascere e il propagarsi di questo fenomeno.

Per i comuni di Casier, Ponzano, Preganziol, Silea, Villorba e Paese, in cui è in vigore il sistema di tariffazione PAYT, si hanno a disposizione dati sulle singole utenze, quali luogo e data di nascita, numero di individui che compongono l'utenza, il numero di svuotamenti effettuati in ciascun anno da ciascuna utenza, l'appartenenza o meno ad un condominio.

Conducendo delle regressioni OLS stimerò la produzione di rifiuti non differenziati per ogni singola utenza, in funzione del numero di utenti con cui si condivide il bidone. Un'utenza può essere utilizzata da più utenti: ad esempio, in un condominio con dieci appartamenti ci sarà una utenza che sta a rappresentare il condominio e un certo numero di utenti, uno per ogni appartamento. Ciascuno dei dieci utenti però può essere formato da un diverso numero di componenti, in quanto in ogni appartamento non abita una sola persona, bensì possono essere abitati anche da famiglie.

Lo scopo di questa analisi è quello di valutare se il numero di utenze legate a ciascun bidone influenza la presenza di *free riding*. L'idea è quella che un individuo potrebbe decidere di essere *free rider* dal momento in cui il suo comportamento scorretto non viene a danneggiare direttamente lui bensì un intero gruppo di persone. Il *free rider* potrebbe quindi decidere di produrre una quantità superiore di rifiuti indifferenziati dal momento in cui il costo che ne deriva viene diviso tra più persone.

Nella nostre regressioni utilizzeremo come variabile dipendente, la variabile *nlitri* che rappresenta l'ammontare dei rifiuti residui prodotti per ciascuna utenza. Questa variabile può essere espressa con la seguente formula:

$$nlitri = \left( \frac{\text{litri} * \text{numero svuotamenti annui}}{\text{numero utenze}} \right) * \frac{\text{durata}}{\text{giorni}}$$

dove il numero di svuotamenti annui rappresenta il numero di svuotamenti del bidone dei rifiuti indifferenziati effettuati nell' arco di un anno, il numero di utenze rappresenta il numero di utenze che fanno riferimento allo stesso bidone, la durata indica il numero di giorni che compongono l'anno (vale 366 per gli anni 2004 e 2008, 365 per gli anni 2005, 2006 e 2007) e giorni rappresenta il numero dei giorni da cui è attivo il contratto.

#### 4.2 Regressioni OLS

Nella prima regressione la variabile dipendente *nlitri* è regredita su tre macro variabili: la prima che racchiude l'età, *eta* (ottenuta dividendo le età degli intestatari dell'utenza per 10), l'età al quadrato, *eta2* (per variabili che indicano l'età è usuale utilizzare specificazioni di gradi superiori della variabile stessa in quanto l'effetto dell'età potrebbe non essere lineare ma seguire andamenti quadratici o cubici), la provenienza (l'essere nato cioè in Italia o all'estero, nella regione Veneto piuttosto che in un'altra regione italiana, nella provincia di Treviso anziché in una delle altre province venete), il numero di componenti del nucleo familiare e gli anni di esperienza. La seconda macro variabile riguarda invece gli aspetti legati all'appartenenza dell'utente ad un condominio, il numero di utenti per ciascun condominio, la percentuale di utenti stranieri e il numero di utenze aggiuntive per ciascun condominio. La terza macro variabile infine, raccoglie le variabili dummy utilizzate per codificare gli anni e quelle utilizzate per codificare l'appartenenza ad uno dei sei comuni utilizzati per l'analisi.

| VARIABLE       | (1)<br>nlitri         |
|----------------|-----------------------|
| eta            | -24.646<br>(15.283)   |
| eta2           | 3.411**<br>(1.572)    |
| straniero      | 2.980<br>(39.499)     |
| provtv         | -1.201<br>(7.571)     |
| abitanti       | -1.053<br>(2.912)     |
| d_esper        | -46.358***<br>(7.726) |
| condominio     | 7.019<br>(7.297)      |
| utenti         | -0.424<br>(0.732)     |
| percforeign    | 1.576<br>(40.150)     |
| utenze1        | -1.842<br>(2.657)     |
| y2005          | 60.529***<br>(16.850) |
| y2006          | 42.248**<br>(16.449)  |
| y2007          | 19.956<br>(16.390)    |
| y2008          | 20.930<br>(16.458)    |
| com_casier     | -2.393<br>(11.083)    |
| com_ponzano    | -0.356<br>(10.896)    |
| com_preganziol | -5.310<br>(10.286)    |
| com_silea      | 6.059<br>(12.766)     |
| com_villorba   | 0.396<br>(10.308)     |
| constant       | 60.870<br>(37.468)    |
| observations   | 32,554                |
| R-squared      | 0.003                 |

**Tabella 10. Output della regressione OLS della variabile dipendente nlitri.**

Nel modello di regressione lineare il coefficiente  $\beta_j$  misura la variazione attesa nella variabile dipendente se la variabile esplicativa  $x_{i,j}$  cambia ma tutte le altre variabili esplicative non cambiano. L'effetto marginale misura la variazione assoluta nella variabile dipendente dovuto ad un cambio assoluto di un' unità nella variabile esplicativa.

$$\text{Effetto Marginale } B_j = \frac{\partial E[y_i|x_i]}{\partial x_{i,j}}$$

La regressione ottenuta mostra che le variabili significative in questa regressione sono poche; al 5% risultano significative l'età al quadrato ( $eta2$ ) e la variabile  $y2006$  che fa riferimento all'anno 2006. Risultano invece significative all'1% la variabile  $y2005$  relativa all'anno 2005 e la variabile legata agli anni di esperienza con il sistema di raccolta DtD e il sistema di tariffazione PAYT,  $d\_esper$ .

L'effetto complessivo dell'età sulla variabile risposta si ottiene derivando la regressione rispetto alla variabile  $eta$ . Otteniamo:  $-24.646 + (2*3.411)*eta = -24.646 + 6.822*eta$ .

La regressione mostra però la significatività della sola variabile  $eta2$ , mentre  $eta$  risulta non significativamente diversa da zero. È possibile condurre un test per saggiare la significatività congiunta delle due variabili legate all'età. Il test corrisponde a verificare il seguente sistema di ipotesi:

$$\begin{cases} H_0 : eta = 0, eta2 = 0 \\ H_1 : \overline{H_0} \end{cases}$$

Il test mostra un p-value dello 0.0013, significativo dunque contro  $H_0$ . Rifiutiamo pertanto l'ipotesi nulla e concludiamo che le due variabili sono significative.

Il coefficiente legato alla variabile  $utenze1$ , che misura l'effetto di utenze aggiuntive per ciascun bidone, è negativo. Per ogni utenza aggiuntiva al bidone la produzione di rifiuti



non riciclabili diminuisce di quasi due litri. Tale variabile non è però significativamente diverso da zero (p-value = 0.488).

Proviamo ad ipotizzare un'interazione tra le variabili `utenze1` e `abitanti`, variabile che indica il numero di componenti della famiglia che compone l'utenza. Stiamo quindi supponendo che il numero di utenze aggiuntive per ciascun bidone sia in qualche modo influenzato dal numero di componenti della famiglia. Creiamo pertanto la variabile `utenze1abitanti` che esprime l'interazione tra le due.

| VARIABLES       | (1)<br>nlitri         |
|-----------------|-----------------------|
| eta             | -24.650<br>(15.287)   |
| eta2            | 3.412**<br>(1.572)    |
| straniero       | 3.019<br>(39.628)     |
| provtv          | -1.201<br>(7.571)     |
| abitanti        | -1.047<br>(2.954)     |
| d_esper         | -46.360***<br>(7.728) |
| condominio      | 7.023<br>(7.303)      |
| utenti          | -0.424<br>(0.732)     |
| percforeign     | 1.537<br>(40.284)     |
| utenze1         | -1.778<br>(5.983)     |
| utenze1abitanti | -0.039<br>(3.247)     |
| y2005           | 60.531***<br>(16.851) |
| y2006           | 42.252**<br>(16.452)  |
| y2007           | 19.959<br>(16.393)    |
| y2008           | 20.934<br>(16.462)    |
| com_casier      | -2.393<br>(11.083)    |
| com_ponzano     | -0.356<br>(10.896)    |
| com_preganziol  | -5.311<br>(10.286)    |
| com_silea       | 6.059<br>(12.766)     |
| com_villorba    | 0.396<br>(10.308)     |
| constant        | 60.863<br>(37.473)    |
| observations    | 32,554                |
| R-squared       | 0.003                 |

**Tabella 11. Output della regressione OLS della variabile dipendente nlitri con l'aggiunta dell'interazione tra le variabili utenze1 e abitanti.**

Non si notano cambiamenti importanti nella significatività dei coefficienti. Il coefficiente legato all' interazione tra il numero di utenze aggiuntive e il numero di componenti della famiglia ha un effetto negativo, prossimo allo zero. Non risulta comunque significativo (p-value elevatissimo a 0.99), quindi non c'è un effetto significativo dell'interazione tra le due variabili.

Anche in questa regressione il coefficiente di `utenze1` ha un effetto negativo: la quantità di rifiuti non riciclati diminuisce di quasi due litri per ogni utenza aggiuntiva con cui si condivide il bidone. Tuttavia la variabile `utenze1` risulta ancora non significativa, con un p-value maggiore rispetto a prima: 0.766 contro 0.488.

Possiamo pensare che l'effetto del numero aggiuntivo di utenze non sia costante, bensì quadratico. Introduciamo quindi nella seconda macro variabile definita sopra, il quadrato della variabile `utenze1`, che chiamiamo `utenze1_2`.

Conduciamo poi una nuova regressione OLS con la seconda macro variabile comprensiva della nuova variabile appena definita.

| VARIABLES      | (1)<br>nlitri         |
|----------------|-----------------------|
| eta            | -24.976<br>(15.292)   |
| eta2           | 3.441**<br>(1.573)    |
| straniero      | 2.625<br>(39.503)     |
| provtv         | -1.300<br>(7.573)     |
| abitanti       | -1.081<br>(2.912)     |
| d_esper        | -46.635***<br>(7.737) |
| condominio     | 7.400<br>(7.320)      |
| utenti         | -0.465<br>(0.735)     |
| percforeign    | 2.008<br>(40.156)     |
| utenze1        | -5.417<br>(6.017)     |
| utenze1_2      | 0.267<br>(0.404)      |
| y2005          | 60.305***<br>(16.853) |
| y2006          | 42.134**<br>(16.450)  |
| y2007          | 19.933<br>(16.390)    |
| y2008          | 20.919<br>(16.458)    |
| com_casier     | -2.552<br>(11.086)    |
| com_ponzano    | -0.629<br>(10.904)    |
| com_preganziol | -5.467<br>(10.289)    |
| com_silea      | 6.096<br>(12.766)     |
| com_villorba   | 0.809<br>(10.327)     |
| constant       | 62.363*<br>(37.536)   |
| observations   | 32,554                |
| R-squared      | 0.003                 |

**Tabella 12. Output della regressione OLS della variabile dipendente nlitri con l' aggiunta della variabile esplicativa utenze1\_2.**

Non ci sono cambiamenti evidenti sulla significatività delle variabili esplicative. I coefficienti legati al numero di utenze aggiuntive per ciascun bidone e al suo quadrato non risultano significativamente diversi da zero. Notiamo però che i segni dei due coefficienti sono discordi. In particolare si nota un effetto negativo per la variabile *utenze1* e un effetto positivo per la variabile *utenze1\_2*: l'effetto dell'aggiunta di utenze al bidone non è costante. Pur non essendo singolarmente significative, possiamo ipotizzare una significatività congiunta delle due variabili. Conduciamo allora un test sulla significatività congiunta delle due variabili, in cui verifichiamo:

$$\begin{cases} H_0 : \text{utenze1} = 0, \text{utenze1}_2 = 0 \\ H_1 : \overline{H_0} \end{cases}$$

Otteniamo un p-value = 0.6316 che ci porta ad accettare l'ipotesi nulla. Le due variabili non sono significative nel nostro modello.

L'effetto complessivo dell'età sulla variabile risposta è dato da:  $-24.976 + (2 \cdot 3.441) \cdot \text{eta}$   
 $\text{eta} = -24.976 + 6.882 \cdot \text{eta}$ . Possiamo calcolare la durata di questo effetto per capire per quale età questo effetto è massimo. Poniamo uguale a zero la derivata della variabile dipendente rispetto all'esplicativa *eta*. Otteniamo in questo modo  $\text{eta} = 3,629$ . Bisogna moltiplicare questo valore per 10 (ricordiamo che la variabile *eta* è stata ottenuta dividendo per dieci le età degli utenti) e otteniamo 36,3. Possiamo quindi affermare che l'effetto dell'età sulla variabile dipendente *nlitri* è massimo a 36,3 anni. Possiamo condurre anche in questo caso un test per verificare la significatività congiunta delle due variabili, secondo il sistema di ipotesi:

$$\begin{cases} H_0 : \text{eta} = 0, \text{eta}^2 = 0 \\ H_1 : \overline{H_0} \end{cases}$$

Possiamo affermare che l'età influenza la produzione dei rifiuti non differenziati: otteniamo infatti un p-value dello 0.0013, significativo contro  $H_0$ .

La variabile eta però, come molte altre non è significativa, quindi potrebbe essere utile condurre una regressione con standard error robusti.

La variabile d\_esper, che indica gli anni di esperienza con i due sistemi di raccolta e di tariffazione ha un effetto negativo sulla variabile dipendente, con una riduzione di circa 46 litri della produzione di rifiuti indifferenziati per ciascun anno di esperienza aggiuntivo.

Questa prima regressione mostra quindi che gli incentivi offerti dai sistemi DtD e PAYT hanno un effetto positivo che aumenta con il passare degli anni. L' R quadro della regressione è però decisamente basso: 0.003.

Sulla base di questa regressione è possibile calcolare il numero ottimale di utenze per ciascun bidone. L'effetto massimo del numero di utenze per bidone si ottiene ponendo la derivata della nostra regressione rispetto alla variabile utenze1 uguale a zero. Deriviamo la variabile risposta rispetto alla variabile utenze1 e otteniamo:  $-5.417 + 2*0,267*utenze1$ . Ponendo questa espressione uguale a zero otteniamo il numero ottimale di utenze aggiuntive per ciascun bidone, ovvero il numero di utenze per cui l' effetto sulla produzione dei rifiuti indifferenziati è massimo. Risulta 10.14, ovvero circa 10 utenze aggiuntive per ciascun bidone. Di conseguenza l' effetto sarà massimo per un totale di 11 utenze per ciascun bidone. Ma anche in questo caso le variabili utenze1 e utenze1\_2 non risultano significativamente diverse da zero.

Conduciamo pertanto una regressione utilizzando però standard error robusti.

| VARIABLES      | (1)<br>nlitri          |
|----------------|------------------------|
| eta            | -24.976<br>(33.147)    |
| eta2           | 3.441<br>(3.810)       |
| straniero      | 2.625<br>(5.043)       |
| provtv         | -1.300<br>(7.045)      |
| abitanti       | -1.081<br>(1.863)      |
| d_esper        | -46.635***<br>(10.351) |
| condominio     | 7.400<br>(7.466)       |
| utenti         | -0.465<br>(0.390)      |
| percforeign    | 2.008<br>(9.532)       |
| utenze1        | -5.417**<br>(2.642)    |
| utenze1_2      | 0.267*<br>(0.155)      |
| y2005          | 60.305***<br>(22.189)  |
| y2006          | 42.134***<br>(15.950)  |
| y2007          | 19.933**<br>(8.545)    |
| y2008          | 20.919**<br>(9.130)    |
| com_casier     | -2.552<br>(11.092)     |
| com_ponzano    | -0.629<br>(8.750)      |
| com_preganziol | -5.467<br>(12.413)     |
| com_silea      | 6.096<br>(17.957)      |
| com_villorba   | 0.809<br>(10.329)      |
| constant       | 62.363<br>(60.117)     |
| observations   | 32,554                 |
| R-squared      | 0.003                  |

**Tabella 13. Output della regressione OLS della variabile dipendente nlitri con standard error robusti.**

Vediamo se l'utilizzo di errori standard robusti ha avuto effetti positivi sulla significatività dei coefficienti. Notiamo innanzitutto che la variabile *eta2* non è più significativa. Conduciamo perciò il test sulla significatività congiunta dei coefficienti *eta* ed *eta2* e vediamo se sono ancora significativi o no.

$$\begin{cases} H_0 : eta = 0, eta2 = 0 \\ H_1 : \overline{H_0} \end{cases}$$

Il test porta ad accettare l'ipotesi nulla. Il p-value risulta infatti dello 0.35, in netto aumento rispetto al test condotto sulla precedente regressione (p-value = 0.0013). Di conseguenza concludiamo che in presenza di errori standard robusti l'età non influenza la produzione di rifiuti non riciclabili.

È aumentata la significatività delle variabili dummy legate agli anni. Sono infatti significative all'1% *y2005* e *y2006* mentre diventano significative al 5% *y2007* e *y2008*.

Cambiamenti si hanno anche per le variabili *utenze1* e *utenze1\_2* che risultano rispettivamente significative al 5% e al 10%. Calcoliamo l'effetto di ogni utenza aggiuntiva per ciascun bidone e otteniamo:  $-5.416527 + (2 * 0.267182) * utenze1 = 0$ , quindi 10.13 utenze aggiuntive per ciascun bidone. Il risultato è lo stesso ottenuto prima: l'effetto dell'aggiunta di utenze a ciascun bidone è massimo quando le utenze sono 11.

Conduciamo infine il test per verificare se questo effetto è significativo:

$$\begin{cases} H_0 : utenze1 = 0, utenze1_2 = 0 \\ H_1 : \overline{H_0} \end{cases}$$

Il test, seppur sulla soglia del 10% porta al rifiuto dell'ipotesi nulla con un p-value pari a 0.0945, quindi l'effetto delle due variabili è significativamente diverso da zero.



Proviamo adesso a condurre la stessa regressione di cui sopra aggiungendo una variabile dummy, `cass_cond`, che vale 1 se il cassonetto è condiviso, 0 se il cassonetto è singolo.

| VARIABLES      | (1)<br>nlitri         |
|----------------|-----------------------|
| eta            | -25.519*<br>(15.295)  |
| eta2           | 3.486**<br>(1.573)    |
| straniero      | 2.441<br>(39.502)     |
| provtv         | -1.644<br>(7.575)     |
| abitanti       | -1.093<br>(2.912)     |
| d_esper        | -48.347***<br>(7.806) |
| cass_cond      | -29.650*<br>(17.854)  |
| condominio     | 7.764<br>(7.323)      |
| utenti         | -0.432<br>(0.735)     |
| percforeign    | 2.851<br>(40.158)     |
| utenze1        | 5.861<br>(9.073)      |
| utenze1_2      | -0.292<br>(0.526)     |
| y2005          | 61.967***<br>(16.883) |
| y2006          | 44.573***<br>(16.515) |
| y2007          | 22.505<br>(16.463)    |
| y2008          | 23.302<br>(16.520)    |
| com_casier     | -2.573<br>(11.085)    |
| com_ponzano    | -0.091<br>(10.908)    |
| com_preganziol | -5.522<br>(10.288)    |
| com_silea      | 6.092<br>(12.766)     |
| com_villorba   | 0.226<br>(10.332)     |
| constant       | 63.570*<br>(37.542)   |
| observations   | 32,554                |
| R-squared      | 0.003                 |

**Tabella 14. Output della regressione OLS della variabile dipendente nlitri con l' aggiunta della variabile esplicativa cass\_cond.**

L'aggiunta della nuova variabile non cambia di molto la significatività e i valori dei coefficienti rispetto alla regressione condotta senza errori standard robusti. La nuova variabile risulta significativa al 10%, con una riduzione della produzione dei rifiuti indifferenziati di 29.65 litri se il cassonetto è condiviso.

Anche in questa regressione l'R quadro risulta essere molto basso: 0,03 come nella precedente.

Notiamo però che è diventata significativa al 10% la variabile eta. Proviamo quindi a vedere se è cambiato l'effetto complessivo dell'età sulla produzione dei rifiuti indifferenziati. L'effetto totale in questo caso è:  $-25.519 + (2*3.486)*eta = -25.519 + 6.972*eta$ . Andiamo a vedere a quale età questo effetto risulta massimo:  $-25.519 + 6.972*eta=0$ . Risulta  $eta = 3.66$ , cioè a 36,6 anni. Non risultano quindi sostanziali cambiamenti. Passiamo ora alla verifica della significatività congiunta per queste due variabili andando a saggiare l'ipotesi  $H_0: eta = 0$  e  $eta_2 = 0$ . Anche in questo caso rifiutiamo l'ipotesi nulla con un p-value pari a 0.0013.

Calcoliamo di nuovo il numero ottimale di utenze per ciascun cassonetto:  $5.861 - 2*0.292*utenze1 = 0$ . Risulta che il numero ottimale di utenze aggiuntive per bidone è 10.04, cioè 11 utenze totali per ciascun bidone, risultato che riflette quello ottenuto nella precedente regressione.

Verifichiamo anche in questo caso la significatività congiunta delle due variabili legate al numero aggiuntivo di utenze per ciascun bidone. Il sistema di ipotesi non cambia:

$$\begin{cases} H_0 : utenze1 = 0, utenze1_2 = 0 \\ H_1 : \overline{H_0} \end{cases}$$

Anche in questo caso ci troviamo ad accettare l'ipotesi nulla che le due variabili non sono significativamente diverse da zero, con un p-value dello 0.8038.

### 4.3 Problema di errata specificazione: test Reset e soluzione del problema

Potremmo trovarci di fronte ad un problema di errata specificazione: potrebbe essere utile condurre un test Reset per verificare la corretta specificazione:

$$\begin{cases} H_0 : E[y] = X\beta \\ H_1 : E[y] \neq X\beta \end{cases}$$

Il test condotto sulla nostra regressione rifiuta l'ipotesi nulla, con un p-value pari a 0, quindi il nostro modello non è correttamente specificato. Il problema potrebbe essere dovuto a variabili omesse, ad una forma funzionale sbagliata oppure a break strutturali.

Se il problema di errata specificazione dovesse dipendere dall'errata forma funzionale potrebbe essere risolto prendendo potenze o funzioni non lineari delle variabili del modello. Proviamo ad esempio a trasformare in logaritmi la variabile dipendente e conduciamo la regressione sulle variabili dipendenti utilizzate finora, comprensive cioè di `cass_cond`.

| VARIABLES      | (1)<br>lnlitri       |
|----------------|----------------------|
| eta            | -0.100***<br>(0.026) |
| eta2           | 0.011***<br>(0.003)  |
| straniero      | -0.029<br>(0.066)    |
| provtv         | 0.013<br>(0.013)     |
| abitanti       | 0.237***<br>(0.005)  |
| d_esper        | -0.716***<br>(0.013) |
| cass_cond      | -0.378***<br>(0.030) |
| condominio     | -0.031**<br>(0.012)  |
| utenti         | -0.010***<br>(0.001) |
| perforeign     | 0.060<br>(0.068)     |
| utenze1        | 0.529***<br>(0.015)  |
| utenze1_2      | -0.024***<br>(0.001) |
| y2005          | -0.064**<br>(0.028)  |
| y2006          | -0.178***<br>(0.028) |
| y2007          | -0.311***<br>(0.028) |
| y2008          | -0.378***<br>(0.028) |
| com_casier     | -0.149***<br>(0.019) |
| com_ponzano    | 0.061***<br>(0.018)  |
| com_preganziol | -0.206***<br>(0.017) |
| com_silea      | -0.071***<br>(0.021) |
| com_villorba   | -0.002<br>(0.017)    |
| constant       | 1.312***<br>(0.063)  |
| observations   | 32,554               |
| R-squared      | 0.245                |

**Tabella 15. Output della regressione OLS della variabile dipendente lnlitri.**

Essendo la variabile risposta espressa in logaritmi non parliamo più di effetti marginali bensì di elasticità. L'elasticità misura il cambio relativo nella variabile dipendente dovuto ad un cambio relativo dell'1% in una variabile esplicativa.

$$\text{Elasticità} \frac{\partial E[y_i|x_i]}{\partial x_{i,j}} \frac{x_{i,j}}{E[y_i|x_i]} = \beta_j \frac{x_{i,j}}{y_i}$$

Vediamo come la situazione sia notevolmente migliorata utilizzando la trasformazione logaritmica della variabile dipendente: sono significative all'1% quasi tutte le variabili esplicative incluse nella regressione.

In particolare, notiamo come l'effetto dell'età non sia costante: si osserva infatti un valore positivo per la variabile *eta* e un valore negativo per la sua specificazione al quadrato, *eta2*. L'effetto totale dell'età è pari a:  $-0.1 + 2*0.011*eta = -0.1 + 0.022*eta$ . Ponendo questa espressione uguale a zero possiamo ottenere l'età per cui questo effetto risulta massimo. Il risultato è che l'effetto è massimo all'età di circa 45 anni, un aumento di oltre 10 anni rispetto ai risultati ottenuti nelle precedenti regressioni. Anche in questo caso un test sulla significatività congiunta delle due variabili rifiuta l'ipotesi nulla con un p-value prossimo allo zero (0.0001).

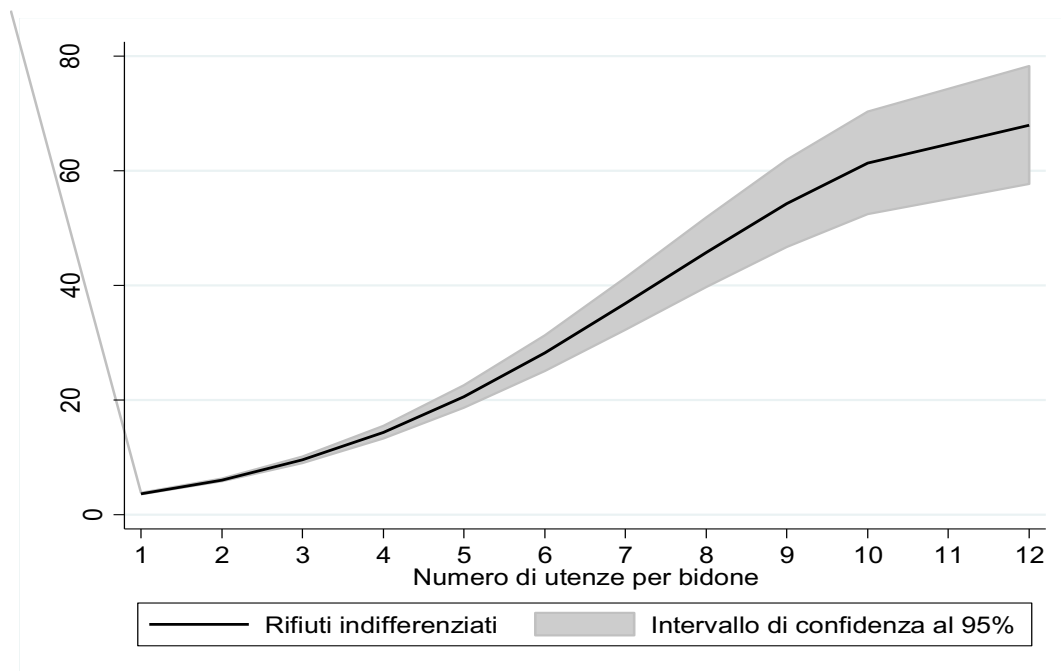
Effetti positivi sulla produzione dei rifiuti non differenziati si hanno sulla variabile abitanti, con un incremento del 24% sulla produzione dei rifiuti indifferenziati per ogni membro aggiuntivo di una famiglia.

Gli anni di esperienza con il sistema di raccolta DtD e con il sistema di tariffazione PAYT hanno invece un effetto negativo, con una riduzione del 72% sulla produzione dei rifiuti indifferenziati per ciascun anno aggiuntivo di esperienza.

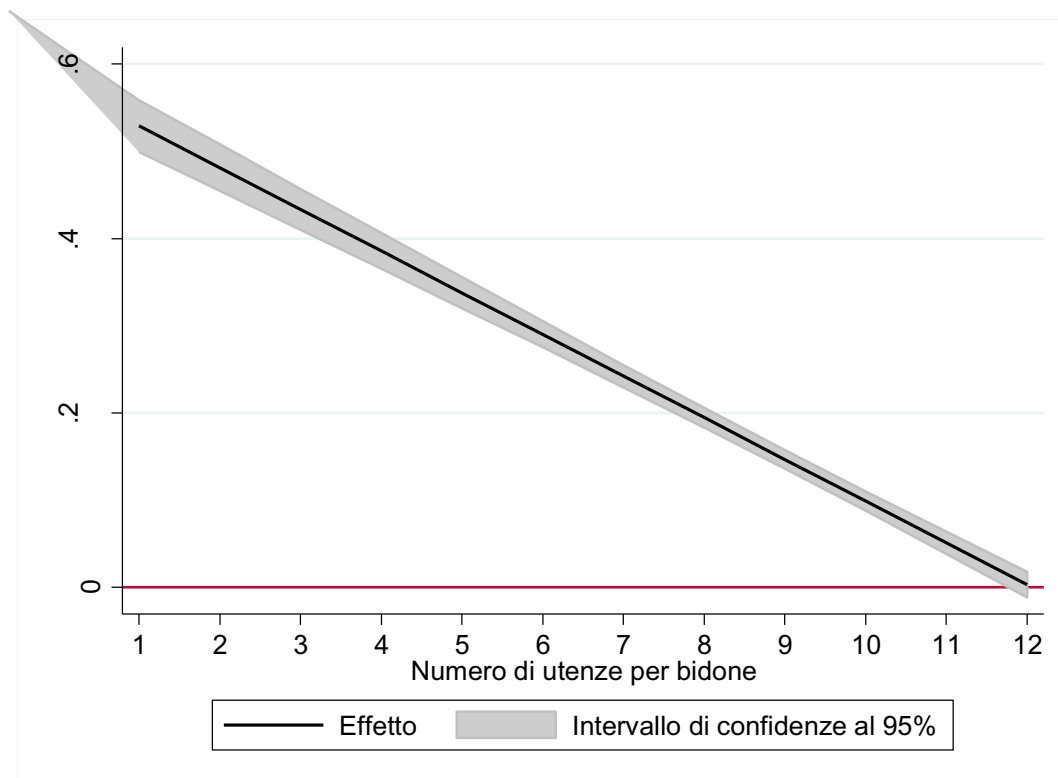
Effetti negativi sulla produzione dei rifiuti si riscontrano anche nelle variabili dummy condominio e *cass\_cond* che codificano, rispettivamente, l'appartenenza ad un condominio e la condivisione del cassonetto.

Il numero di utenze non ha un andamento costante: la variabile *utenze1* ha il segno positivo mentre il suo quadrato, *utenze1\_2*, presenta il segno negativo. Si può quindi supporre un andamento quadratico per quanto riguarda il numero di utenze legate a

ciascun bidone. Di conseguenza l'effetto di questa variabile è descritto da una curva con andamento crescente fino al numero ottimale di utenze per bidone, seguito da un andamento decrescente dopo il numero ottimale. L'effetto massimo del numero di utenze per bidone si ottiene ponendo la derivata della nostra regressione rispetto alla variabile  $utenze1$  uguale a zero. Otteniamo quindi:  $0.529 - 2 * 0.292 * utenze1 = 0$  da cui risulta  $utenze1 = 11.02$ . Questo significa che la produzione dei rifiuti indifferenziati aumenta fino a quando il bidone è condiviso da un numero massimo di utenze pari a 12. A partire dalla presenza di 13 utenze per bidone invece la produzione dei rifiuti indifferenziati diminuisce. Di conseguenza si può affermare che la presenza di *free rider* all'interno dei condomini è più probabile se le utenze che ne fanno parte sono meno di 12. Vediamo con l'aiuto di alcuni grafici questo effetto:



**Figura 12. Andamento della produzione indefferenziata per numero di utenze per bidone.**



**Figura 13. Effetto del numero di utenze per bidone sulla produzione dei rifiuti indifferenziati.**

Conduciamo anche per questa regressione un test per verificare la significatività congiunta delle due variabili legate al numero di utenze con cui dividere il bidone.

$$\begin{cases} H_0 : utenze1 = 0, utenze1_2 = 0 \\ H_1 : \overline{H_0} \end{cases}$$

In questo caso il test rifiuta l'ipotesi nulla con un p-value pari a 0. Quindi le due variabili risultano significative nel nostro modello.

Interessanti sono i coefficienti delle variabili legate agli anni: y2005, y2006, y2007 e y2008. Infatti queste variabili, tutte significative all'1%, presentano coefficienti negativi sempre crescenti dall'anno più lontano a quello più vicino: in qualche modo la produzione dei rifiuti indifferenziati è andata diminuendo gradualmente e, in maniera



sempre maggiore, con il passare degli anni, come abbiamo ampiamente mostrato nei capitoli precedenti.

Per quanto riguarda invece le dummy utilizzate per la codifica dell'appartenenza ad uno dei sei comuni, esse risultano tutte significative, ad eccezione di quella che definisce l'appartenenza al comune di Villorba. L'appartenenza al comune di Ponzano è l'unica ad avere un effetto positivo sulla produzione dei rifiuti indifferenziati, con un incremento del 6%, mentre gli effetti negativi più evidenti si riscontrano nell'appartenenza ai comuni di Casier (-15%) e di Preganziol (-20%).

Risultano invece non significative le variabili legate alla nazionalità e alla provenienza degli intestatari delle utenze. Quindi l'appartenere ad una nazionalità che non sia quella italiana o ad una provincia che non sia quella di Treviso non sembra avere effetti significativi sulla produzione dei rifiuti indifferenziati. Si potrebbe pertanto pensare di togliere queste variabili dal nostro modello.

Proviamo a condurre una regressione utilizzando come variabile dipendente il logaritmo del numero di litri di rifiuti indifferenziati prodotti. Come esplicative teniamo tutte le variabili utilizzate nella precedente regressione eccezion fatta per le variabili legate alla provenienza degli individui a cui è intestata l'utenza (straniero provtv e percforeign).

| VARIABLES      | (1)<br>lnlitri       |
|----------------|----------------------|
| eta            | -0.097***<br>(0.026) |
| eta2           | 0.011***<br>(0.003)  |
| abitanti       | 0.238***<br>(0.005)  |
| d_esper        | -0.715***<br>(0.013) |
| condominio     | -0.030**<br>(0.012)  |
| utenti         | -0.010***<br>(0.001) |
| utenze1        | 0.527***<br>(0.015)  |
| utenze1_2      | -0.024***<br>(0.001) |
| cass_cond      | -0.376***<br>(0.030) |
| y2005          | -0.064**<br>(0.028)  |
| y2006          | -0.179***<br>(0.028) |
| y2007          | -0.311***<br>(0.028) |
| y2008          | -0.380***<br>(0.028) |
| com_casier     | -0.153***<br>(0.019) |
| com_ponzano    | 0.060***<br>(0.018)  |
| com_preganziol | -0.210***<br>(0.017) |
| com_silea      | -0.072***<br>(0.021) |
| com_villorba   | -0.003<br>(0.017)    |
| constant       | 1.320***<br>(0.062)  |
| observations   | 32,711               |
| R-squared      | 0.245                |

**Tabella 16. Output della regressione OLS della variabile dipendente lnlitri con l' esclusione delle variabili esplicative legate alla provenienza del titolare dell' utenza.**

In questo modo risultano significative all'1% tutte le variabili, fatta eccezione per la variabile dummy legata all' anno 2005 (significativa al 5%) e per la variabile dummy che codifica l'appartenenza al comune di Villorba.

Vediamo se i risultati ottenuti utilizzando la precedente regressione cambiano utilizzando questa regressione contenente tre variabili in meno. Partiamo dall'effetto legato all'età. Entrambe le variabili *eta* e *eta2* sono significative all'1%. L'effetto complessivo dell'età sulla produzione dei rifiuti indifferenziati risulta pari a:  $-0.097 + (2 * 0.011) * eta = -0.097 + 0.022 * eta$ . Otteniamo con il solito procedimento l'età per cui questo effetto è massimo; risulta  $eta = 44.09$ , cioè per un'età di circa 44 anni, leggermente minore del risultato ottenuto con la precedente regressione.

Conduciamo il consueto test per la significatività congiunta: il p-value dello 0.0002 porta ad un netto rifiuto dell'ipotesi nulla e a concludere che l'effetto dell'età è significativo.

Passiamo adesso alle variabili *utenze1* e *utenze1\_2*, anch'esse entrambe significative all'1%. Calcoliamo l'effetto dell' aggiungere utenze al bidone sulla produzione dei rifiuti non differenziati. Tale effetto è pari a:  $0.527 - (2 * 0.024) * utenze1 = 0.527 - 0.048 * utenze1$ . Il numero ottimale di utenze aggiuntive per ciascun bidone è in questo caso pari a 10.98, cioè 11 utenze aggiuntive per ciascun bidone. Non si rileva perciò uno scostamento significativo dal risultato ottenuto in precedenza.

Conduciamo infine il consueto test sulla significatività congiunta delle due variabili:

$$\begin{cases} H_0 : utenze1 = 0, utenze1_2 = 0 \\ H_1 : \overline{H_0} \end{cases}$$

Con un p-value pari a 0 il test rifiuta l'ipotesi nulla: anche in questo caso le due variabili risultano congiuntamente significative.

Anche in questa regressione, come nella precedente, si osserva un trend negativo per quanto riguarda le variabili dummy legate agli anni in esame: la produzione dei rifiuti indifferenziati è diminuita gradualmente, e in maniera crescente, con il passare degli anni.

#### 4.4 Break strutturali: test di Chow

Spostiamo ora la nostra attenzione sulle variabili dummy di codifica del comune di appartenenza. Come già detto, il coefficiente legato alla variabile dummy per l'appartenenza al comune di Villorba, `com_villorba`, è l'unica delle dipendenti a risultare non significativo. Per quanto riguarda i valori dei coefficienti invece si notano effetti negativi per l'appartenenza ai comuni di Casier (-15%), Preganziol (-21%) e Silea (-7%), mentre effetti positivi si osservano per l'appartenenza al comune di Ponzano (+6%). Il coefficiente legato all'appartenenza al comune di Villorba risulta invece prossimo allo zero.

Questa differenza all'interno delle variabili dummy utilizzate per codificare l'appartenenza a ciascun comune potrebbe essere dovuta alla presenza di break strutturali, ovvero variazioni nei coefficienti dovute alla divisione del campione in sottocampioni, ciascuno appunto con coefficienti diversi. Per verificare la presenza di break strutturali si può condurre un test di Chow, sotto la cui ipotesi nulla  $H_0$  i parametri sono uguali per ciascun gruppo:

$$\begin{cases} H_0 : \beta_1 = \beta_2 \\ H_1 : \beta_1 \neq \beta_2 \end{cases}$$

Consideriamo un insieme di osservazioni,  $N$ , che dividiamo in due gruppi, il primo di  $N_1$  osservazioni e il secondo di  $N_2$  osservazioni, tale che  $N_1 + N_2 = N$ .  $\beta_1$  è il coefficiente legato alle prime  $N_1$  osservazioni mentre  $\beta_2$  rappresenta il coefficiente legato alle altre  $N_2$  osservazioni.

Sotto  $H_0$  i coefficienti dei due sottogruppi è uguale e quindi se si accetta l'ipotesi nulla non ci sono break strutturali.

Nel nostro specifico caso possiamo dividere il nostro campione in due gruppi a seconda delle prestazioni nella produzione dei rifiuti non differenziati. Nel primo gruppo inseriamo le osservazioni riguardanti i comuni in cui si osservano gli effetti migliori, cioè i comuni di Casier, Preganziol e Silea, i cui coefficienti hanno un effetto negativo

sulla produzione dei rifiuti indifferenziati. Nel secondo gruppo invece inseriamo i comuni che hanno gli effetti “peggiori”, ovvero Paese, Ponzano e Villorba.

Conduciamo tre distinte regressioni OLS, tutte che vedono la variabile dipendente  $\ln \text{itri}$  regredita sulle stesse variabili utilizzate nell'ultima regressione, fatta eccezione per le dummy inerenti l'appartenenza a ciascun comune.

La variabile dipendente  $\ln \text{itri}$  è regredita sulle dipendenti  $\text{eta}$  (l'età dell'intestatario dell'utenza diviso 10),  $\text{eta}^2$  (quadrato di  $\text{eta}$ ),  $\text{abitanti}$  (numero di componenti della famiglia),  $\text{d\_esper}$  (anni di esperienza con il sistema di tariffazione PAYT e con il sistema di raccolta DtD),  $\text{condominio}$  (dummy che vale 1 se l'utenza appartiene ad un condominio e 0 altrimenti),  $\text{utenze1}$  (numero aggiuntivo di utenze),  $\text{utenze1\_2}$  (quadrato di  $\text{utenze1}$ ),  $\text{cass\_cond}$  (dummy che vale 1 se il cassonetto è condiviso, 0 altrimenti),  $\text{y2005}$ ,  $\text{y2006}$ ,  $\text{y2007}$ ,  $\text{y2008}$  (sono quattro dummy che valgono 1 nel caso in cui ci si riferisca all'anno in questione o 0 altrimenti). Escludiamo dalle regressioni questa volta, le dummy che indicavano l'appartenenza ai comuni ( $\text{com\_casier}$ ,  $\text{com\_paese}$ ,  $\text{com\_ponzano}$ ,  $\text{com\_preganziol}$ ,  $\text{com\_silea}$ ,  $\text{com\_villorba}$ ).

Nella prima regressione utilizziamo tutte le osservazioni a nostra disposizione quindi non facciamo restrizioni per quanto riguarda l'appartenza al comune.

| VARIABLES    | (1)<br>lnlitri       |
|--------------|----------------------|
| eta          | -0.100***<br>(0.026) |
| eta2         | 0.011***<br>(0.003)  |
| abitanti     | 0.238***<br>(0.005)  |
| d_esper      | -0.718***<br>(0.013) |
| condominio   | -0.036***<br>(0.012) |
| utenti       | -0.011***<br>(0.001) |
| utenze1      | 0.538***<br>(0.015)  |
| utenze1_2    | -0.024***<br>(0.001) |
| cass_cond    | -0.371***<br>(0.030) |
| y2005        | -0.065**<br>(0.028)  |
| y2006        | -0.177***<br>(0.028) |
| y2007        | -0.308***<br>(0.028) |
| y2008        | -0.376***<br>(0.028) |
| constant     | 1.274***<br>(0.062)  |
| RSS          | 32451.109            |
| observations | 32,711               |
| R-squared    | 0.238                |

**Tabella 17. Output della regressione OLS della variabile dipendente lnlitri con l' esclusione delle variabili esplicative relative alla provenienza e all' appartenenza ad uno dei sei comuni dell' intestatario dell' utenza per tutte le N osservazioni.**

Per la seconda regressione utilizzeremo le sole osservazioni dei comuni di Casier, Preganziol e Silea: imporremo pertanto delle restrizioni nella regressione in modo tale che l'analisi venga condotta sulle sole osservazioni dei tre comuni in questione. Dalla regressione risulta:

| VARIABLES    | (1)<br>lnlitri       |
|--------------|----------------------|
| eta          | -0.146***<br>(0.036) |
| eta2         | 0.014***<br>(0.004)  |
| abitanti     | 0.247***<br>(0.007)  |
| d_esper      | -0.730***<br>(0.019) |
| condominio   | -0.061***<br>(0.018) |
| utenti       | -0.006***<br>(0.002) |
| utenze1      | 1.761***<br>(0.127)  |
| utenze1_2    | -0.189***<br>(0.018) |
| cass_cond    | -1.629***<br>(0.121) |
| y2005        | 0.034<br>(0.041)     |
| y2006        | -0.110***<br>(0.041) |
| y2007        | -0.187***<br>(0.041) |
| y2008        | -0.255***<br>(0.041) |
| constant     | 1.180***<br>(0.088)  |
| RSS          | 12727.20<br>3        |
| observations | 14,192               |
| R-squared    | 0.228                |

**Tabella 18. Output della regressione OLS della variabile dipendente lnlitri con l'esclusione delle variabili esplicative relative alla provenienza e all'appartenenza ad uno dei sei comuni dell'intestatario dell'utenza per le sole N1 osservazioni.**

Nella terza e ultima regressione utilizzeremo invece le sole osservazioni relative ai comuni di Paese, Ponzano e Villorba. Anche in questo caso imporrò delle restrizioni riguardanti l'appartenenza ai comuni nella nostra regressione. L'analisi presenta il seguente risultato:

| VARIABLES    | (1)<br>lnlitri       |
|--------------|----------------------|
| eta          | -0.057<br>(0.036)    |
| eta2         | 0.007**<br>(0.004)   |
| abitanti     | 0.231***<br>(0.007)  |
| d_esper      | -0.710***<br>(0.018) |
| condominio   | -0.009<br>(0.017)    |
| utenti       | -0.014***<br>(0.002) |
| utenze1      | 0.479***<br>(0.017)  |
| utenze1_2    | -0.021***<br>(0.001) |
| cass_cond    | -0.237***<br>(0.038) |
| y2005        | -0.130***<br>(0.039) |
| y2006        | -0.215***<br>(0.038) |
| y2007        | -0.382***<br>(0.038) |
| y2008        | -0.453***<br>(0.038) |
| constant     | 1.299***<br>(0.086)  |
| RSS          | 19326.06<br>3        |
| observations | 18,519               |
| R-squared    | 0.246                |

**Tabella 19. Output della regressione OLS della variabile dipendente lnlitri con l' esclusione delle variabili esplicative relative alla provenienza e all' appartenenza ad uno dei sei comuni dell' intestatario dell' utenza per le sole N2 osservazioni.**



In questi tre output abbiamo aggiunto una nuova quantità necessaria per condurre il test di Chow. Si tratta della quantità che nelle tabelle ha la sigla di RSS, vale a dire la somma dei quadrati residui, quantità che ci viene automaticamente fornita nell'output delle regressioni.

Il test di Chow si basa infatti sulla seguente formula:

$$\text{Test di Chow: } F = \frac{RSS_0 - (RSS_1 + RSS_2)}{RSS_1 + RSS_2} \frac{N - 2k}{k} \sim F_{k, N - 2k}$$

Sappiamo però che se moltiplichiamo F per il numero di variabili dipendenti nella regressione, cioè k (nel nostro caso 14), F è asintoticamente distribuita come un  $\chi^2$  con k gradi di libertà.

$$kF \sim \chi_k^2$$

Risulta pertanto:

$F = \frac{[32451.1092727.203 + 19.326.063]}{(12727.203 + 19.326.063)} * \frac{[32711 - (2 * 14)]}{14}$ ,  
da cui  $F = 28.976$ . Moltiplicando questo valore per k, quindi per 14, otteniamo 405.659, valore che confronteremo con il valore di un  $\chi^2$  con 14 gradi di libertà.

Il valore critico della distribuzione, al 5%, è di 23.685, valore di molto inferiore a quello del nostro test, che porta al rifiuto dell'ipotesi nulla. Concludiamo quindi che sono presenti break strutturali all'interno del nostro campione e pertanto le stime sono distorte.

# CONCLUSIONI

In questo lavoro è stato affrontato il problema del *free riding*, problema ampiamente diffuso nei più svariati campi, legato alla gestione dei rifiuti. L'obiettivo principale del lavoro era quello di valutare la presenza di *free rider* in seguito all'introduzione di incentivi mirati al miglioramento e alla risoluzione dei problemi legati alla gestione dei rifiuti.

È stata pertanto condotta un'analisi individuale su dei dati provenienti dalla Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto, ARPAV, riguardanti la produzione dei rifiuti in sei comuni della provincia veneta di Treviso, nel Nord-Est Italia. Si tratta di dati amministrativi che riguardano la produzione dei rifiuti nei comuni di Casier, Paese, Ponzano, Preganziol, Silea e Villorba con osservazioni che vanno dal 2004 al 2008.

L'analisi è stata condotta su questi sei comuni in quanto facenti parti di una florida zona dell'Italia, in cui da un decennio circa sono stati introdotti dei sistemi innovativi riguardo il sistema di raccolta dei rifiuti, con il metodo di raccolta DtD, e il sistema di tariffazione, con la tariffa puntuale PAYT. Inoltre, in queste zone si sono registrati degli incredibili risultati per quanto riguarda la riduzione della produzione dei rifiuti indifferenziati e l'aumento portentoso dell'indice di riciclo, risultati eccellenti legati all'introduzione delle innovazioni sopra descritte.

Al fine della nostra indagine, è stato necessario utilizzare dati riguardanti, oltre al quantitativo dei rifiuti prodotti, anche le caratteristiche delle utenze appartenenti ai sei comuni. In particolare, per ciascuna utenza è stato necessario conoscere le caratteristiche anagrafiche dell'intestatario, quali data e luogo di nascita, componenti della famiglia al quale appartiene e le caratteristiche principali dell'utenza stessa quali l'indirizzo, l'ubicazione presso un condominio o un'abitazione singola, con i corrispondenti attributi legati alla composizione del condominio.

Si è potuto in questo modo valutare un eventuale rovescio della stessa medaglia in merito all'introduzione dei nuovi sistemi di raccolta e di tariffazione. Se da un lato infatti gli incentivi hanno come obiettivo quello di migliorare le prestazioni, dall'altro

possono essere la causa dell' incremento di comportamenti poco corretti, come lo smaltimento illegale dei rifiuti. (Fulleton e Kinnaman, 1995; Kim et al., 2008).

Inizialmente si è riportata un'introduzione degli incentivi, cercando di spiegarne il significato e la loro utilità, mostrando la loro presenza nei più svariati campi, dal mondo del lavoro alla tutela dell' ambiente.

Successivamente si è mostrato come, oltre ad effetti positivi, gli incentivi possano scatenare fenomeni negativi, come quello del *free riding*. Si è cercato di spiegare e descrivere questo fenomeno attraverso diversi esempi, al fine di mostrarne l'ampio campo di azione.

In seguito è stata fornita una accurata e dettagliata descrizione della provincia di Treviso, dei comuni che ne fanno parte, mettendone in risalto le caratteristiche che hanno reso interessante questo territorio per la nostra analisi. Si è poi passato ad una descrizione completa degli eccellenti risultati raggiunti dall' intera provincia di Treviso, con l'illustrazione di diverse statistiche a confronto con il resto della regione Veneto, nonché con il resto d'Italia.

Nell'ultimo capitolo infine è stata condotta l'analisi, mediante delle regressioni OLS, stimate utilizzando il software Stata. Si è partiti conducendo una semplice regressione, alla quale sono poi seguite delle modifiche al fine di ottimizzare i risultati. Si è così giunti ad ottenere un modello correttamente specificato, in cui tutte le variabili sono risultate significativamente diverse da zero alla soglia dell'1%.

I risultati mostrano che la presenza di *free rider* aumenta al crescere dell'età e del numero di componenti della famiglia. Tali risultati potrebbe essere legati al fatto che è maggiormente probabile rilevare dei comportamenti scorretti nelle classi di età più anziane, legati magari alla difficoltà da parte dei soggetti appartenenti a queste classi, di accettare e comprendere a pieno le innovazioni (in questo caso il sistema di raccolta DtD e il sistema di tariffazione PAYT). Inoltre, in una famiglia numerosa potrebbe essere difficile controllare il comportamento corretto di tutti i membri, piuttosto che in una famiglia con un minor numero di componenti.

Non risultano invece incidere sul fenomeno del *free riding*, la provenienza dell'individuo intestatario dell' utenza. A causa delle alte percentuali di immigrazione rilevate nella provincia si era infatti ipotizzato che comportamenti scorretti potessero

avere un qualche legame con il luogo di provenienza, ma così non è stato. Possiamo quindi affermare che l'essere nati al di fuori della provincia di Treviso, nonché della regione Veneto e dell'Italia non influenza comportamenti scorretti.

L'appartenere ad un condominio piuttosto che risiedere in una singola abitazione ha invece degli effetti negativi sui comportamenti scorretti. Si era supposto infatti la possibilità di riscontrare due distinti e opposti comportamenti legati all'appartenenza ad un condominio. Da un lato la possibilità che la presenza di *free rider* fosse maggiore quando si deve condividere il bidone, in quanto la tassa viene calcolata sul numero di svuotamenti e poi ripartita tra le varie utenze. Di conseguenza un'utenza potrebbe produrre più rifiuti non differenziati dato che parte del costo supplementare ricadrà anche sulle altre utenze. Dall'altro lato la possibilità che la presenza di *free rider* fosse minore quando si deve condividere il bidone dato che comportamenti scorretti potrebbero essere notati dagli altri condomini. D'altro canto l'utenza di una singola abitazione si troverebbe a pagare interamente il costo del comportamento scorretto e potrebbe agire in assoluta libertà essendo l'unico utente del bidone. Concludiamo quindi dicendo che la possibilità di osservare *free riding* si riduce all'interno di condomini e nei casi in cui il bidone è condiviso.

Si è cercato di cogliere anche il numero ottimale di utenze con cui condividere il bidone, cioè il numero di utenze per cui l'effetto sul *free riding* risulta massimo. Si è osservato che l'effetto massimo si ottiene condividendo il bidone con 11 utenze, pertanto con un numero di utenze pari a 12 per ciascun bidone la presenza di *free riding* è minima.

Il risultato forse più scontato dell'analisi è che la presenza di *free rider* tende a diminuire con il passare degli anni. Questo potrebbe suggerire che l'introduzione degli incentivi riscuote successo con il passare degli anni, quindi man mano che gli utenti notano risultati positivi. Di conseguenza l'utente è stimolato ad avere un comportamento corretto, spiegando così la costante diminuzione della presenza di *free rider*.

L'attuazione di incentivi legati alla gestione dei rifiuti sembra quindi aver riscosso un discreto successo in questa area italiana. Gli obiettivi per il futuro sono sempre più in alto e la provincia di Treviso è un'area troppo piccola per pensare che è già stato fatto abbastanza e per evitare di tornare a vedere situazioni critiche quali quelle di Napoli e Palermo. Il problema della gestione dei rifiuti è un problema attuale che, oltre alle prime

pagine dei giornali, riempie anche le agende dei politici e che deve essere arginato e risolto quanto prima, pena la salute del nostro pianeta. Come fare? La provincia di Treviso, seppur piccola, è riuscita in un' impresa ardua: ridurre i costi per la gestione dei rifiuti migliorando la salute della Terra. È il caso forse di prendere esempio e rimboccarsi le maniche.

# BIBLIOGRAFIA

**Arpav** (2000). “La raccolta differenziata nella Regione Veneto.” Osservatorio Regionale Rifiuti.

[http://www.arpa.veneto.it/pubblicazioni/htm/scheda\\_pub.asp?id=7](http://www.arpa.veneto.it/pubblicazioni/htm/scheda_pub.asp?id=7)

**Arpav** (2009). “Produzione e gestione dei rifiuti nel veneto—anni 2007–2008.” Dipartimento Provinciale di Treviso – Servizio Osservatorio Suoli e Rifiuti.

[http://www.arpa.veneto.it/pubblicazioni/htm/scheda\\_pub.asp?id=215ù](http://www.arpa.veneto.it/pubblicazioni/htm/scheda_pub.asp?id=215ù)

**Bucciol, A., Montinari, N., Piovesan, M., Valmasoni, L.**, (2011). “Measuring the impact of economic incentives in waste sorting.” in A. D'Amato, M. Mazzanti, and A. Montini [eds.], *Waste Management in Spatial Environments*, ISBN: 9780415687188, Routledge Press.

**Bucciol, A., Montinari, N., Piovesan, M.**, (2011), “Do Not Trash the Incentive! Monetary Incentives and Waste Sorting.” *Harvard Business School Working Paper*, No. 11-093, March 2011.

**Cadeo, R.**, (2011), “Il testimone del benessere passa da Milano a Treviso.” *Il Sole 24 Ore*, N. 333, 5 Dicembre 2011, 3.

[http://www.ilsole24ore.com/pdf2010/SoleOnLine5/\\_Oggetti\\_Correlati/Documenti/Notizie/2011/12/qvita-2011.pdf](http://www.ilsole24ore.com/pdf2010/SoleOnLine5/_Oggetti_Correlati/Documenti/Notizie/2011/12/qvita-2011.pdf)

**Fullerton, D., Kinnaman, T.C.** , (1995). “Garbage, Recycling, and Illicit Burning or Dumping.” *Journal of Environmental Economics and Management* 29 (1), 78–91.

**Gneezy, U., Meier, S., Rey-Biel, P.**, (2011), “When and Why Incentives (Don't) Work to Modify Behavior.”, *Journal of Economic Perspectives*, Volume 25, Number 4, 191–210.

**Istat**(2009), Rapporto Annuale 2008. Reperibile su:

[http://www.istat.it/dati/catalogo/20090526\\_00/](http://www.istat.it/dati/catalogo/20090526_00/)

**Kim, G., Chang, Y., Kelleher, D.**, (2008). “Unit Pricing of Municipal Solid Waste and Illegal Dumping: An Empirical Analysis of Korean Experience.” *Environmental Economics and Policy Studies* 9 (3), 167–176.

**Kinnaman, T.C.** (2006). “Policy Watch Examining the Justification for Residential Recycling.” *Journal of Economic Perspectives*, 20, 219–232.

**Kinnaman, T.C.**, (2010). “Optimal Solid Waste Tax Policy With Centralized Recycling.” *National Tax Journal*, June 2010, 63(2), 237-252.

**Kloek, W., Blumenthal, K.**, (2009). “Environment and Energy.” *Eurostat, Statistics in focus*, 30/2009.

**Legambiente**, (2009). “Comuni Ricicloni 2008.”  
<http://risorse.legambiente.it/docs/DossierCR2008.0000001126.pdf>

**Link principali:**

Dati sulla popolazione di Treviso reperibili su:

[www.comuni-italiani.it](http://www.comuni-italiani.it)

[www.demo.istat.it](http://www.demo.istat.it)

Dati sulla produzione di rifiuti nella provincia di Treviso reperibili su:

[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)

[www.legambiente.it](http://www.legambiente.it)

[www.consorziopriula.it](http://www.consorziopriula.it)

[www.tvtre.it](http://www.tvtre.it)

[www.contarina.it](http://www.contarina.it)

Articoli de “Il Sole 24 Ore”: [www.ilsole24ore.com](http://www.ilsole24ore.com)

Wikipedia: [www.it.wikipedia.org](http://www.it.wikipedia.org)

Articoli de “Soldionline”: [www.soldionline.it](http://www.soldionline.it) e

<http://www.soldionline.it/network/politica-economica/tempo-di-bilancio-dei-blitz-antievazione.Html>



## **RINGRAZIAMENTI**

Innanzitutto desidero ringraziare il professore Alessandro Buccioli, relatore di questa tesi, per essere stato una guida esemplare in questo lavoro, per avermi consigliato senza imporsi, lasciandomi piena libertà nella stesura della tesi, pur rimanendo sempre presente e disponibile, dall'inizio alla fine di questa esperienza. Incontrare persone così gentili e disponibili è un privilegio.

In secondo luogo voglio ringraziare dal profondo del cuore i miei genitori, per il supporto economico fornitomi in questi anni, ma soprattutto per il supporto morale che non è mai mancato pur essendo fisicamente distanti. Grazie per avermi insegnato a non mollare mai, senza di voi non sarei arrivato dove sono. Un sentito grazie anche a mia sorella Denise, per il supporto che non ha mai smesso di darmi.

Un meritato grazie a Filippo e a Paolo, amico nonché coinquilino esemplare, per il supporto tecnico che sono stati in grado di darmi durante la stesura di questo lavoro, per aver sopportato con pazienza i numerosi cambiamenti di umore che mi hanno interessato, soprattutto nelle numerose sessioni di esami.

Inoltre, desidero ringraziare gli zii Mario e Clara ed i nonni Tonino ed Emilia, per l'inesauribile supporto fornitomi durante questo lungo percorso.

Ringrazio infine, parenti ed amici, tutti, per aver creduto in me, facendomi sentire la loro vicinanza nonostante i chilometri che ci dividono, per avermi accompagnato verso questo nuovo traguardo, l'ennesimo da festeggiare insieme.