ALLEGATO

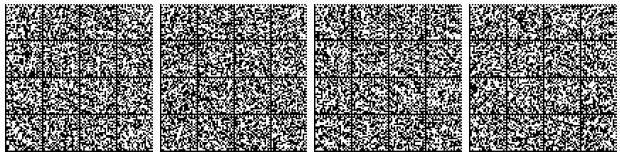
SOSE - Soluzioni per il Sistema Economico S.p.a.

NOTA METODOLOGICA

Revisione della metodologia dei fabbisogni standard dei comuni delle regioni a statuto ordinario per il servizio smaltimento rifiuti

in base all'art. 6 D. Lgs. 26 novembre 2010, n. 216.

18 novembre 2019



INDICE

Elenco delle figure e delle tabelle

Elenco delle abbreviazioni

1. INTRODUZIONE

Finalità della nota metodologica

Il servizio smaltimento rifiuti

Elementi innovativi rispetto alla metodologia approvata nel 2016

Struttura della nota metodologica

2. LA BASE DATI DI RIFERIMENTO

Le variabili e le annualità di riferimento

Statistiche descrittive

3. IL MODELLO PER LA STIMA DEL COSTO STANDARD

Impianto metodologico di riferimento

Modello panel lineare a due stadi

Risultati delle stime

Riferimenti bibliografici

APPENDICE A – Costruzione delle principali variabili

La spesa storica di riferimento

Tonnellate di rifiuti urbani e percentuale di raccolta differenziata

Distanza in Km tra il comune e gli impianti

La dotazione impiantistica

Le modalità di raccolta dei rifiuti urbani

Le forme di gestione associata

APPENDICE B – La costruzione dei gruppi omogenei (cluster)

La metodologia per l'individuazione dei gruppi omogenei

L'individuazione dei gruppi omeogenei di comuni

APPENDICE C – Analisi di robustezza

APPENDICE D – Coefficiente di riparto e componenti del costo standard

Elenco delle figure e delle tabelle

Figura 1. 1 – Composizione del Fabbisogno standard complessivo

Tabella 2.1 – Distribuzione dei comuni inclusi nel campione di regressione per anno

Tabella 2.2 – Distribuzione dei comuni inclusi nel campione di regressione per regione e anno

Tabella 2.3 – Distribuzione dei comuni inclusi nel campione di regressione per classe dimensionale e anno

Tabella 2.4 – Statistiche descrittive e fonti delle variabili utilizzate per la stima del costo standard (comuni nel campione di regressione)

Tabella 2.5 – Costo storico per tonnellata (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per regione

Tabella 2.6 – Costo storico per tonnellata (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per fascia di popolazione

Tabella 2.7 – Kg di rifiuti urbani per abitante (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per regione

Tabella 2.8 – Kg di rifiuti urbani per abitante (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per fascia di popolazione

Tabella 2.9 – Percentuale di raccolta differenziata (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per regione

Tabella 2.10 – Percentuale di raccolta differenziata (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per fascia di popolazione

Tabella 2.11 – Distanza in Km tra il comune e gli impianti (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per regione

Tabella 2.12 – Distanza in Km tra il comune e gli impianti (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per fascia di popolazione

Tabella 2.13 – Impianti regionali di trattamento e smaltimento rifiuti, dati 2010

Tabella 2.14 – Impianti regionali di trattamento e smaltimento rifiuti, dati 2013

Tabella 2.15 – Impianti regionali di trattamento e smaltimento rifiuti, dati 2015

Tabella 2.16 – Impianti regionali di trattamento e smaltimento rifiuti, dati 2016

Tabella 2.17 – Rifiuti urbani trattati e smaltiti negli impianti regionali (percentuale), dati 2010

Tabella 2.18 – Rifiuti urbani trattati e smaltiti negli impianti regionali (percentuale), dati 2013

Tabella 2.19 – Rifiuti urbani trattati e smaltiti negli impianti regionali (percentuale), dati 2015

Tabella 2.20 – Rifiuti urbani trattati e smaltiti negli impianti regionali (percentuale), dati 2016

Tabella 2.21 – Percentuali di comuni in gestione associata per regione (comuni nel campione di regressione)

Tabella 2.22 – Percentuali di comuni in gestione associata per fascia di popolazione (comuni nel campione di regressione)

Tabella 2.23 – Modalità di raccolta, percentuali di comuni per regione (comuni nel campione di regressione)

Tabella 2.24 – Modalità di raccolta, percentuali di comuni per fascia di popolazione (comuni nel campione di regressione)

Figura 3. 1 – Modello di calcolo dei fabbisogni standard del servizio rifiuti

Figura 3.2 – Rappresentazione del costo standard per tonnellata di rifiuti e delle sue componenti (scatter plot con comuni aggregati in percentili, fit con intervalli di confidenza al 95%)

Tabella 3.1 – Stime puntuali delle componenti del costo standard, variabile dipendente costo storico per tonnellata di rifiuti urbani (dati 2010, 2013, 2015, 2016)

Tabella 3.2 – Componenti del costo standard, valori medi per regione (base dati di riferimento relativa all'anno 2016)

Tabella 3.3 – Componenti del costo standard, valori medi per fascia di popolazione (base dati di riferimento relativa all'anno 2016)

Tabella A.1 – Calcolo spesa storica di riferimento, dati 2013
Tabella A.2 – Calcolo spesa storica di riferimento, dati 2015
Tabella A.3 – Calcolo spesa storica di riferimento, dati 2016
Figura A.1 – Costo storico per tonnellata (Kernel density)
Tabella A.4 – Formule di calcolo delle variabili relative alla raccolta differenziata
Tabella A.5 – Formule di calcolo delle variabili relative alla modalità di raccolta dei rifiuti urbani
Tabella B.1 – Schema fattoriale
Tabella B.2 – Pesi fattoriali
Tabella B.3 – Descrizione e numerosità dei cluster
Tabella B.4 –Statistiche per Cluster
Tabella B.5 – Medie dei Fattori per Cluster
Tabella B.6 – Matrice Sigma (inversa) per Cluster
Tabella B.7 – Peso Mistura
Tabella B.8 – Determinanti
Tabella C.1 – Stime puntuali delle componenti del costo standard, analisi di robustezza con modelli panel e cross-section, variabile dipendente spesa per tonnellata (annualità del panel 2010, 2013, 2015, 2016)
Tabella D.1 – Coefficienti di riparto e componenti del costo standard misurate in relazione ai dati del 2016

Elenco delle abbreviazioni

ANCI Associazione Nazionale Comuni Italiani
ASIA Registro Statistico delle Imprese Attive
COPAFF Commissione tecnica paritetica per l'attuazione del federalismo fiscale
CTFS Commissione tecnica per i fabbisogni standard
CS Costo standard
FaS Fabbisogno Standard
FE Fixed effect panel data model
F-GLS Feasible Generalized Least Square estimator
IFEL Istituto per la Finanza e l'Economia Locale, fondazione ANCI
ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
ISTAT Istituto nazionale di statistica
MEF Ministero dell'Economia e delle Finanze
MISE Ministero dello Sviluppo Economico
MUD Modello Unico di Dichiarazione Ambientale
OLS Ordinary Least Squares estimator
RCA Regression Cost Base Approach
RE Random effect panel data model
RSO Regioni a Statuto Ordinario
SOSE Soluzioni per il Sistema Economico S.p.A.
WG Wtihin the Group panel data estimator
Nota FaS 2013 *Nota metodologica di Determinazione dei fabbisogni standard dei comuni FC05B Funzioni riguardanti la gestione del territorio e dell'ambiente Servizio smaltimento rifiuti,* approvata dalla COPAFF in data 23 dicembre 2013, adottata con il DPCM del 22 dicembre 2017 e pubblicata in Gazzetta Ufficiale il 27 febbraio 2018
Nota FaS 2016a *Nota di Revisione a regime dei fabbisogni standard dei comuni a metodologie invariate,* approvata dalla CTFS il 21 marzo 2016 adottata con il DPCM 14-07-2016 e pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 44 del 22 febbraio 2016
Nota FaS 2016b *Nota metodologica di Revisione della metodologia dei fabbisogni standard dei comuni approvata dalla CTFS il 13 settembre 2016*, adottata con il DPCM del 29 dicembre 2016 e pubblicata in Gazzetta Ufficiale il 22 febbraio 2017
Nota FaS 2017 *Nota di Aggiornamento a metodologia invariata dei fabbisogni standard dei comuni per il 2018*, approvata dalla CTFS il 13 settembre 2017, adottata con il DPCM del 22 dicembre 2017 e pubblicata in Gazzetta Ufficiale il 27 febbraio 2018
Nota FaS 2018 *Nota di Aggiornamento a metodologia invariata dei fabbisogni standard dei comuni per il 2019*, approvata dalla CTFS il 12 settembre 2018, adottata con il DPCM del 18 aprile 2019 e pubblicata in Gazzetta Ufficiale il 08 giugno 2018

1. INTRODUZIONE

Finalità della nota metodologica

Le norme che regolano il calcolo dei costi e dei fabbisogni standard degli enti locali, contenute nel Decreto Legislativo 26 novembre 2010 n. 216, (D.Lgs. 216/2010), assegnano a *SOSE - Soluzioni per il Sistema Economico S.p.A.* (SOSE) il compito di predisporre l'impianto metodologico di riferimento in cooperazione e con il supporto scientifico dell'*Istituto per la Finanza e l'Economia Locale, fondazione ANCI* (IFEL). La stessa norma assegna a SOSE anche il compito di procedere al monitoraggio dei parametri di riferimento con cadenza annuale garantendo, allo stesso tempo, una revisione almeno triennale dell'intera metodologia. A partire dal 2016, la supervisione e approvazione tecnica del processo di calcolo è stata affidata alla *Commissione tecnica per i fabbisogni standard* (CTFS) che, istituita con la Legge di stabilità per il 2016 (art. 1, commi 31 e 32 della L. n. 208/2015), ha preso il posto della *Commissione tecnica paritetica per l'attuazione del federalismo fiscale* (COPAFF).

Con riferimento ai comuni delle regioni a statuto ordinario, il summenzionato decreto, così come confermato dalla Legge di stabilità per il 2016, prevede che siano calcolati e revisionati i fabbisogni standard relativamente alle seguenti funzioni fondamentali, individuate nel D.L. 95/2012: funzioni Generali di amministrazione di gestione e di controllo, funzioni nel campo della viabilità e dei trasporti, funzioni relative alla gestione del territorio e dell'ambiente, servizio smaltimenti rifiuti, funzioni nel settore sociale, funzioni di istruzione pubblica e funzioni di polizia locale.

Nel corso del triennio 2011-2013 è stata elaborata una prima metodologia utilizzando come base dati le informazioni relative alle annualità 2009 e 2010 provenienti sia da fonti ufficiali già esistenti (ISTAT, Certificati Consuntivi ecc.) sia da una serie di questionari appositamente predisposti da SOSE e IFEL per mappare il livello e le modalità di gestione dei servizi offerti congiuntamente alla spesa storica di riferimento. I fabbisogni standard così determinati sono stati applicati per la prima volta nel 2015[1]. Tale metodologia è stata poi aggiornata nel 2016 trovando applicazione a partire dall'annualità 2017.

Con l'approvazione della Legge 28 dicembre 2015, n. 208 sono state previste due procedure distinte per la revisione dei fabbisogni standard comunali. Una prima procedura consente l'aggiornamento della base dati e dei coefficienti di riparto dei fabbisogni standard a metodologie invariate seguendo un iter di approvazione veloce che non prevede l'intervento del parlamento. La seconda procedura,

[1] Per una completa analisi delle metodologie vigenti e del contesto internazionale di riferimento per la valutazione dei fabbisogni standard degli enti locali si consideri Barabaschi et al. (2014), Porcelli (2015), Brunello et al. (2015), Porcelli et al. (2016) e Porcelli e Vidoli (2019).

invece, rivolta all'approvazione della revisione della metodologia di stima dei fabbisogni standard segue un iter di approvazione rafforzato che, tra i vari passaggi, include l'intervento del Parlamento. Dal 2015 ad oggi la base dati è stata aggiornata tre volte (2016, 2017, 2018)[2] attraverso la procedura a metodologia invariata arrivando a costruire una base dati pluriennale che comprende le seguenti annualità di riferimento: 2010, 2013, 2015 e 2016. Risulta, invece, in fase di costruzione la base dati riferita all'annualità 2017, mentre i dati riferiti all'annualità 2018 sono, al momento di redazione del presente documento, in procinto di essere acquisti attraverso il questionario FC50U.

L'unico aggiornamento completo della metodologia di calcolo di tutte le funzioni fondamentali attraverso l'utilizzo della procedura di approvazione rafforzata è stato effettuato nel 2016 rappresentando, ad oggi, la metodologica vigente di riferimento in base a quanto contenuto nella *Nota metodologica di Revisione della metodologia dei fabbisogni standard dei comuni, approvata dalla CTFS il 13 settembre 2016 e adottata con il DPCM del 29 dicembre 2016 e pubblicata in Gazzetta Ufficiale il 22 febbraio 2017* (Nota Fas 2016b).

La presente nota metodologica è stata predisposta da SOSE ai sensi dell'articolo 6 del D.Lgs. n. 216/2010 allo scopo di illustrare il nuovo modello di stima dei fabbisogni standard che aggiorna l'impianto metodologico per la valorizzazione dei costi e dei fabbisogni standard relativi al *Servizio smaltimento rifiuti*. Il presente documento intende così supportare il processo di approvazione della nuova metodologia di calcolo dei fabbisogni standard del servizio rifiuti attraverso la procedura rafforzata prevista dal D.Lgs 216/2010.

Il servizio smaltimento rifiuti

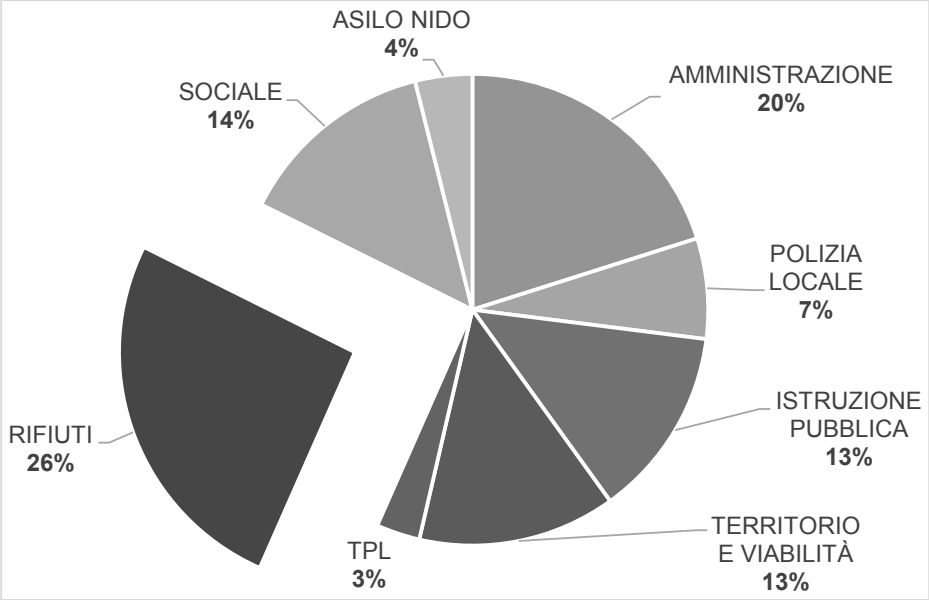
Per *servizio smaltimento rifiuti* (servizio rifiuti in breve) si intende il complesso delle attività che, direttamente o indirettamente, sono connesse alla raccolta, al trasporto, alla trasformazione, al recupero e allo smaltimento dei rifiuti solidi urbani, nonché alla gestione dei rifiuti speciali assimilati agli urbani e, unitamente a questi, avviati allo smaltimento. Inoltre, rientrano tra le attività del servizio rifiuti gli oneri legati al servizio di riscossione.

La raccolta e lo smaltimento dei rifiuti è il servizio che incide nella spesa complessiva più di ogni altro servizio comunale. Nel 2016 la spesa sostenuta dai comuni delle RSO per svolgere questo servizio è stata di circa 9,1 miliardi di euro rappresentando così la prima voce di spesa nell'ambito delle funzioni fondamentali. Parallelamente, nella composizione del fabbisogno standard complessivo, questa funzione partecipa con il peso più ampio, pari al 25,73%, secondo quanto

[2] Le note metodologiche relative ai vari aggiornamenti della base dati a metodologica invariata sono: La Nota di Revisione a regime dei fabbisogni standard dei comuni a metodologie invariate approvata dalla CTFS il 21 marzo 2016 (Nota FaS 2016 a); la Nota di Aggiornamento a metodologia invariata dei fabbisogni standard dei comuni per il 2018 approvata dalla CTFS il 13 settembre 2017 (Nota FaS 2017) e la Nota di Aggiornamento a metodologia invariata dei fabbisogni standard dei comuni per il 2019 approvata dalla CTFS il 12 settembre 2018 (Nota FaS 2018).

stabilito dalla CTFS il 24 luglio 2019 al margine dell'approvazione dei fabbisogni standard per l'annualità 2020 (Figura 1.1).

Figura 1. 1 – Composizione del Fabbisogno standard complessivo



Ai sensi dell'articolo 1, comma 449, lettera c), della legge n. 232 del 2016 i fabbisogni standard del servizio rifiuti non producono effetti perequativi in quanto la capacità fiscale TARI di ogni comune è posta pari al valore del fabbisogno in virtù del principio di copertura integrale del costo del servizio da parte dei cittadini residenti.

La Legge 147 del 2013, oltre a prevedere la copertura integrale dei costi del servizio di raccolta e smaltimento dei rifiuti urbani tramite le tariffe TARI, al comma 653 dell'art.1 dispone che nella determinazione dei costi del servizio rifiuti *"il comune deve avvalersi anche delle risultanze dei fabbisogni standard"*.

Dall'esame combinato delle norme sopra richiamate emerge che, nonostante il fabbisogno standard del settore rifiuti veda neutralizzati i propri effetti in ambito perequativo, la sua valutazione diviene fondamentale, sia per la determinazione della capacità fiscale TARI, sia per l'individuazione delle tariffe TARI nell'ambito della predisposizione dei piani finanziari. Questa ultima disposizione, dopo essere stata prorogata per alcuni anni in attesa del consolidarsi delle metodologie di calcolo dei FaS, è divenuta operativa nel 2018, primo anno in cui i comuni, di fatto, sono tenuti a far riferimento ai FaS per la definizione del piano finanziario del servizio rifiuti.

Elementi innovativi rispetto alla metodologia approvata nel 2016

L'evoluzione della metodologia ha perseguito vari obiettivi, frutto delle indicazioni ricevute dalla CTFS, che possono essere così sintetizzati.

In continuità con la metodologia approvata nel 2016, descritta nella Nota FaS 2016b, la stima del fabbisogno standard è stata effettuata attraverso un modello di funzione di costo che vede come principale indicatore di output le tonnellate di *Rifiuti urbani totali prodotti*, come impianto metodologico di riferimento il *Regression Cost Base Approach* (RCA) e, come determinanti del costo standard per tonnellata un insieme di variabili relative alle seguenti caratteristiche del servizio offerto: la percentuale di raccolta differenziata; la tipologia e la distanza dagli impianti; le modalità di gestione (associata o diretta); il contesto comunale (demografia, morfologia e reddito), le modalità di raccolta; l'appartenenza del comune ad uno specifico cluster.

La struttura delle determinanti del costo standard, nonostante sia rimasta allineata a quella approvata nel 2016, ha visto importanti innovazioni.

La dotazione impiantistica è stata misurata a livello regionale, sia in termini quantitativi come numero di strutture, che in termini qualitativi in relazione alla percentuale di rifiuti trattati e smaltiti da ogni tipologia di impianto. Diversamente dalla precedente metodologia, quindi, dove si consideravano solo il numero di impianti a livello provinciale, si è potuto cogliere in modo più preciso gli effetti esercitati dai governi regionali evitando di ricorrere all'introduzione delle dummy regionali. L'impatto sul costo standard esercitato dalla raccolta differenziata è stato specificato in modo non lineare, stimando così da un lato i costi incrementali sostenuti dai comuni caratterizzati da percentuali basse e, dall'altro lato, i costi decrescenti di cui beneficiano i comuni con alti livelli di raccolta differenziata. Sono state introdotte, infine, tre variabili dicotomiche al fine di cogliere i differenziali di costo derivanti delle diverse modalità di raccolta (domiciliare, su chiamata, attraverso centri di raccolta).

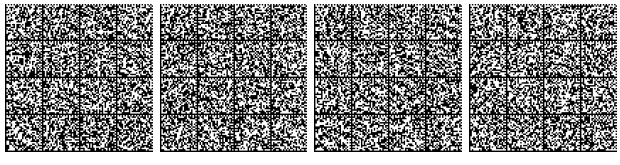
La metodologia di definizione dei gruppi omogenei dei comuni (cluster) è stata modificata, passando dal *metodo delle k-medie* utilizzato nella precedente metodologia (si consideri quanto riportato nella Nota FaS 2016b) al *metodo delle misture*, come discusso più in dettaglio nell'Appendice B.

La base dati è stata estesa inglobando quattro annualità (2010, 2013, 2015 e 2016), in modo da utilizzare nelle stime tutte le informazioni raccolte sino ad oggi ai fini dell'elaborazione dei fabbisogni standard. Grazie alla composizione di una banca dati pluriennale lo stimatore OLS, tipico delle basi dati cross-section, è stato sostituito con stimatori per modelli *panel data* lineari. In questo modo sono state ottenute stime più robuste e si è potuto approfondire lo studio delle eterogeneità comunali, cioè di quelle caratteristiche strutturali specifiche di ogni ente, non altrimenti osservabili, che solo con stimatori panel si riesce a valorizzare.

Struttura della nota metodologica

La nota metodologica è strutturata come segue:

- i capitoli 2 e 3 discutono, rispettivamente, la nuova base dati di riferimento e il nuovo modello utilizzato per la stima dei costi standard;
- l'appendice A descrive nel dettaglio la costruzione delle variabili;
- l'appendice B approfondisce la metodologia di costruzione dei gruppi omogeni;
- l'appendice C riporta le analisi di robustezza delle stime puntuali dei coefficienti del nuovo modello confrontandole con quelle ottenute utilizzando stimatori panel alternativi e stimatori OLS sulle singole annualità;
- da ultimo l'appendice D riporta, per ogni comune, l'elenco dei coefficienti di riparto e dei costi standard per tonnellata valorizzati utilizzando i dati relativi al 2016.



2. LA BASE DATI DI RIFERIMENTO

Le variabili e le annualità di riferimento

La creazione del *panel data*, ovvero dati e informazioni relativi a più anni, al fine della determinazione dei costi e dei fabbisogni standard del servizio rifiuti, è avvenuta integrando le informazioni contenute nelle banche dati utilizzate per la stima dei fabbisogni standard riferiti alle seguenti annualità:

- 2015 (dati 2010), con approvazione della Commissione Tecnica Paritetica per l'Attuazione del Federalismo Fiscale (COPAFF) avvenuta il 23 dicembre 2013;
- 2017 (dati 2013), con approvazione della Commissione Tecnica per i Fabbisogni Standard (CTFS) avvenuta il 13 settembre 2016;
- 2018 (dati 2015), con approvazione della CTFS avvenuta il 13 settembre 2017;
- 2019 (dati 2016), con approvazione della CTFS avvenuta il 12 settembre 2018.

Gli enti per i quali si è proceduto alla valorizzazione del costo standard per tonnellata di rifiuti sono i 6.647 comuni delle Regioni a Statuto Ordinario (RSO) attivi al 31 dicembre 2016. Nella costruzione del campione di regressione sono stati esclusi 38 comuni che, tra il 2010 e il 2016, hanno subito processi di fusioni e/o incorporazione portando, di conseguenza, a 6.609 il numero totale dei comuni potenzialmente utilizzabili per la costruzione del campione di regressione andando a comporre un panel che, considerando i dati del 2010, 2013, 2015 e 2016 arriva a elencare un totale di 26.436 osservazioni[3].

Considerando lo scarto dei comuni che hanno presentato valori anomali della spesa corrente di riferimento per il calcolo dei fabbisogni standard secondo i criteri descritti nell'Appendice A, il campione di regressione è risultato composto da 24.882 osservazioni.

Le Tabelle 2.1, 2.2, 2.3 riportano la composizione del campione di regressione per anno, regione e classe dimensionale.

[3] Per la composizione del panel data le informazioni desunte dai questionari dei fabbisogni standard sono quelle aggiornate alle seguenti date: 2 dicembre 2013 per il questionario FC05B (dati 2010), 24 agosto 2016 per il questionario FC10U (dati 2013), 1 settembre 2017 per il questionario FC20U (dati 2015), 1 settembre 2018 per il questionario FC30U (dati 2016). Per l'applicazione del modello sono stati considerati i dati 2016 acquisiti con il questionario FC30U alla data del 20 ottobre 2019.

Tabella 2.1 – Distribuzione dei comuni inclusi nel campione di regressione per anno

Anno	Totale comuni non fusi	Comuni inclusi nel campione di regressione	
		Totale	%
2010	6.609	6.429	97,28
2013	6.609	6.223	94,16
2015	6.609	6.179	93,49
2016	6.609	6.051	91,56

Tabella 2.2 – Distribuzione dei comuni inclusi nel campione di regressione per regione e anno

Regioni	Totale comuni non fusi	% di comuni inclusi nel campione di regressione			
		2010	2013	2015	2016
Piemonte	1.199	97,25	96,50	98,25	97,08
Lombardia	1.515	98,28	96,83	96,30	95,31
Veneto	571	97,55	90,54	72,50	68,65
Liguria	235	99,57	93,19	96,17	92,34
Emilia Romagna	326	92,33	96,93	94,48	94,79
Toscana	271	98,15	94,46	97,79	95,57
Umbria	92	100	96,74	96,74	91,30
Marche	234	97,44	96,15	98,29	89,74
Lazio	378	98,15	90,21	92,59	89,42
Abruzzo	305	94,10	88,52	91,15	87,21
Molise	136	98,53	98,53	95,59	91,91
Campania	549	93,81	89,62	92,17	91,07
Puglia	258	99,22	93,41	96,90	96,51
Basilicata	131	97,71	91,60	90,08	92,37
Calabria	409	99,02	92,67	92,42	91,20
Totale complessivo	**6.609**	**97,28**	**94,16**	**93,49**	**91,56**

Tabella 2.3 – Distribuzione dei comuni inclusi nel campione di regressione per classe dimensionale e anno

Fascia di popolazione	Totale comuni non fusi	% di comuni inclusi nel campione di regressione			
		2010	2013	2015	2016
meno di 500	730	95,34	91,92	91,92	90,00
tra 500 e 1.000	900	97,56	94,33	93,67	91,33
tra 1.000 e 2.000	1.249	97,12	94,00	94,80	91,99
tra 2.000 e 3.000	781	98,72	95,77	93,98	91,93
tra 3.000 e 5.000	910	97,80	93,85	92,20	90,99
tra 5.000 e 10.000	998	96,49	94,39	91,98	90,28
tra 10.000 e 20.000	603	98,01	94,20	94,53	92,54
tra 20.000 e 60.000	352	97,44	95,17	94,89	94,60
tra 60.000 e 100.000	49	95,92	95,92	100	100
oltre 100.000	37	100	94,59	100	97,30
Totale complessivo	**6.609**	**97,28**	**94,16**	**93,49**	**91,56**

Statistiche descrittive

La Tabella 2.4 riporta l'elenco delle variabili incluse nel modello di funzione di costo utilizzato per la stima del fabbisogno standard del servizio rifiuti.
In particolare, oltre alle tonnellate di rifiuti urbani, che rappresentano il principale indicatore di output (driver) della funzione di stima, vi sono le variabili che operano come *cost-shift* sul costo medio per tonnellata di rifiuto, ovvero la percentuale di raccolta differenziata, la distanza in Km tra il comune e gli impianti, il prezzo medio della benzina rilevato a livello comunale, gli impianti regionali di trattamento e smaltimento dei rifiuti urbani e la relativa percentuale di rifiuti trattati e smaltiti, la presenza della gestione associata del servizio e delle diverse modalità di raccolta dei rifiuti. Completano l'elenco alcune variabili di contesto che consentono di cogliere l'eterogeneità comunale, mentre non sono elencate, pur differenziando il costo medio unitario, le variabili *dummy* identificative dei 10 gruppi omogenei (cluster) tra i quali è stato possibile raggruppare i comuni, per la cui analisi dettagliata si rimanda all'Appendice B. Nella tabella, inoltre, sono riportati per ogni variabile la fonte e i valori medi, globali e per ogni anno, dei comuni inclusi nel campione di regressione.

Per le variabili relative al costo storico per tonnellata, alle quantità di rifiuti urbani per abitante, alla percentuale di raccolta differenziata e alla distanza dagli impianti le Tabelle da 2.5 a 2.12 riportano i valori medi (globali e per singolo anno) dei comuni appartenenti al campione di regressione aggregati per regione e classe dimensionale.

Le Tabelle 2.13, 2.14, 2.15 e 2.16 mostrano il numero degli impianti regionali di trattamento e smaltimento dei rifiuti urbani, divisi per tipologia, rilevati, rispettivamente, nel 2010, 2013, 2015 e 2016.

Le Tabelle 2.17, 2.18, 2.19 e 2.20 presentano le percentuali medie regionali di rifiuti trattati e smaltiti nelle diverse tipologie di impianti, rispettivamente, nel 2010, 2013, 2015 e 2016.

Nelle Tabelle 2.21 e 2.22 sono riportate le percentuali dei comuni appartenenti al campione di regressione che svolgono il servizio in forma associata aggregati, rispettivamente, per regione e per classe dimensionale.

Le Tabelle 2.23 e 2.24, infine, mostrano le percentuali medie dei comuni appartenenti al campione di regressione per modalità di raccolta di rifiuti e, rispettivamente, per regione e per classe dimensionale.

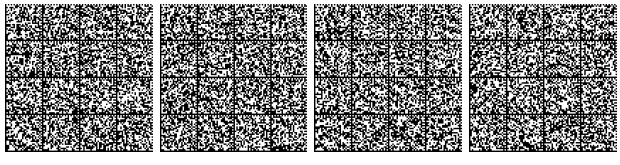


Tabella 2.4 – Statistiche descrittive e fonti delle variabili utilizzate per la stima del costo standard (comuni nel campione di regressione)

Tipologia	Variabili	Fonte	Valore medio globale	Valore medio 2010	Valore medio 2013	Valore medio 2015	Valore medio 2016
Costo storico	Costo storico (euro per tonnellata) di riferimento per il calcolo dei fabbisogni standard	Sose – Certificati Consuntivi	315,76	278,21	325,31	337,07	324,07
Driver della funzione	Tonnellate di rifiuti urbani per abitante	Ispra – Mud - Sose	0,455	0,480	0,437	0,446	0,457
Raccolta differenziata	Percentuale di raccolta differenziata	Ispra – Mud - Sose	46,98	37,78	45,18	49,97	55,55
Dotazione impiantistica distanza e modalità di gestione	Distanza in Km tra il comune e gli impianti	Sose - Mud	30,63	26,73	33,55	30,84	31,55
	Prezzo medio comunale per benzina (euro al litro)	Mise	1,66	1,77	1,77	1,60	1,51
	Numero di impianti regionali di compostaggio, digestione anaerobica e trattamento integrato	Ispra	15,75	14,80	14,80	16,40	17,00
	Numero di impianti regionali di trattamento meccanico biologico	Ispra	7,33	7,80	7,07	6,93	7,53
	Numero di impianti regionali di incenerimento e coincenerimento	Ispra	3,15	3,00	2,73	3,60	3,27
	Numero di discariche regionali	Ispra	8,92	11,27	9,47	7,73	7,20
	Percentuale di rifiuti trattati negli impianti regionali di compostaggio, digestione anaerobica e trattamento integrato	Ispra	35,44	31,78	34,09	36,83	39,08
	Percentuale di rifiuti urbani trattati negli impianti regionali di trattamento meccanico biologico	Ispra	14,14	10,36	13,62	15,71	16,87
	Percentuale di rifiuti urbani smaltiti negli impianti regionali di incenerimento e coincenerimento	Ispra	13,20	9,26	10,76	16,52	16,26
	Percentuale di rifiuti urbani smaltiti negli discariche regionali	Ispra	37,22	48,60	41,54	30,94	27,79
	Gestione del servizio in forma associata (% media di comuni)	Sose	24,15	12,05	28,07	27,93	29,09
Variabili di contesto relative alla eterogeneità comunale	Età media della popolazione	Istat	45,32				
	Percentuale residenti con titolo universitario	Istat	7,14				
	Densità media della popolazione (Abitanti per km quadrato)	Istat	334,72				
	Reddito medio complessivo imponibile IRPEF	Mef	18.327				
	Popolazione residente a fine anno/1000	Istat	7,91				
Modalità di raccolta	Presenza della raccolta domiciliare (% media di comuni)	Sose	81,93				
	Presenza dei centri di raccolta (% media di comuni)	Sose	76,35				
	Presenza della raccolta su chiamata (% media di comuni)	Sose	69,69				

Tabella 2.5 – Costo storico per tonnellata (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per regione

Regioni	Valore medio globale	Valore medio 2010	Valore medio 2013	Valore medio 2015	Valore medio 2016
Piemonte	321,15	294,06	334,33	333,33	322,85
Lombardia	243,50	225,12	258,69	252,05	238,41
Veneto	271,84	243,74	295,97	289,59	261,21
Liguria	360,59	297,05	357,73	399,94	391,02
Emilia Romagna	268,93	230,02	291,74	280,57	271,89
Toscana	356,62	300,15	380,90	376,60	370,16
Umbria	344,03	275,08	329,00	385,89	391,10
Marche	283,21	238,35	308,65	291,96	295,05
Lazio	379,44	312,67	371,60	419,31	419,36
Abruzzo	397,22	359,09	410,19	419,30	402,11
Molise	298,75	257,62	298,94	327,80	312,42
Campania	419,38	375,98	433,85	449,54	419,32
Puglia	352,13	281,42	346,99	390,83	390,93
Basilicata	397,94	359,14	395,35	434,52	405,87
Calabria	328,75	274,91	306,76	375,52	362,15
Totale complessivo	**315,76**	**278,21**	**325,31**	**337,07**	**324,07**

Tabella 2.6 – Costo storico per tonnellata (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per fascia di popolazione

Fascia di popolazione	Valore medio globale	Valore medio 2010	Valore medio 2013	Valore medio 2015	Valore medio 2016
meno di 500	347,85	314,89	354,34	369,74	353,78
tra 500 e 1.000	332,09	300,78	338,53	350,69	339,81
tra 1.000 e 2.000	324,89	286,87	337,01	344,43	332,53
tra 2.000 e 3.000	305,01	266,59	315,07	329,10	311,17
tra 3.000 e 5.000	295,12	261,43	303,60	313,47	303,99
tra 5.000 e 10.000	290,52	252,21	299,88	311,99	299,81
tra 10.000 e 20.000	306,64	262,85	320,61	330,16	314,79
tra 20.000 e 60.000	331,42	282,46	342,34	356,91	345,31
tra 60.000 e 100.000	346,16	282,13	350,26	378,77	371,04
oltre 100.000	352,10	293,23	368,35	385,58	362,41
Totale complessivo	**315,76**	**278,21**	**325,31**	**337,07**	**324,07**

Tabella 2.7 – Kg di rifiuti urbani per abitante (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per regione

Regioni	Valore medio globale	Valore medio 2010	Valore medio 2013	Valore medio 2015	Valore medio 2016
Piemonte	467	494	435	465	472
Lombardia	470	489	455	459	477
Veneto	427	431	398	417	467
Liguria	555	595	543	542	536
Emilia Romagna	623	641	598	623	629
Toscana	602	645	575	591	597
Umbria	483	522	468	476	464
Marche	461	488	437	456	464
Lazio	415	466	406	395	391
Abruzzo	399	440	393	377	386
Molise	365	383	365	351	359
Campania	362	370	352	356	369
Puglia	462	493	457	445	453
Basilicata	310	335	304	297	302
Calabria	364	410	361	345	337
Totale complessivo	**455**	**480**	**437**	**446**	**457**

Tabella 2.8 – Kg di rifiuti urbani per abitante (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per fascia di popolazione

Fascia di popolazione	Valore medio globale	Valore medio 2010	Valore medio 2013	Valore medio 2015	Valore medio 2016
meno di 500	497	518	476	492	499
tra 500 e 1.000	431	454	411	426	432
tra 1.000 e 2.000	422	444	407	415	420
tra 2.000 e 3.000	424	449	410	412	425
tra 3.000 e 5.000	442	467	422	432	446
tra 5.000 e 10.000	473	494	455	463	479
tra 10.000 e 20.000	495	525	473	480	499
tra 20.000 e 60.000	508	547	492	490	501
tra 60.000 e 100.000	541	582	536	525	525
oltre 100.000	582	619	571	563	577
Totale complessivo	**455**	**480**	**437**	**446**	**457**

Tabella 2.9 – Percentuale di raccolta differenziata (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per regione

Regioni	Valore medio globale	Valore medio 2010	Valore medio 2013	Valore medio 2015	Valore medio 2016
Piemonte	50,61	45,60	49,26	53,02	54,53
Lombardia	55,99	48,45	53,02	56,47	66,28
Veneto	70,70	64,09	71,83	72,70	76,49
Liguria	33,53	21,19	27,58	38,24	47,95
Emilia Romagna	50,67	43,33	49,30	53,21	56,69
Toscana	40,55	32,82	38,86	42,43	48,22
Umbria	40,91	26,81	37,68	42,98	57,60
Marche	48,72	31,34	50,64	56,07	57,47
Lazio	28,77	10,21	24,42	37,62	44,38
Abruzzo	41,71	24,09	40,30	49,07	54,47
Molise	15,78	7,22	13,75	19,52	23,26
Campania	55,96	45,18	57,06	60,02	61,88
Puglia	26,26	16,57	22,73	31,37	34,52
Basilicata	25,07	10,66	23,01	29,37	38,15
Calabria	21,79	12,29	14,69	25,91	35,13
Totale complessivo	**46,98**	**37,78**	**45,18**	**49,97**	**55,55**

Tabella 2.10 – Percentuale di raccolta differenziata (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per fascia di popolazione

Fascia di popolazione	Valore medio globale	Valore medio 2010	Valore medio 2013	Valore medio 2015	Valore medio 2016
meno di 500	36,50	28,94	34,59	39,10	43,81
tra 500 e 1.000	40,47	31,38	38,56	43,82	48,72
tra 1.000 e 2.000	44,70	35,45	42,64	47,84	53,34
tra 2.000 e 3.000	49,01	39,33	46,91	52,32	58,19
tra 3.000 e 5.000	51,92	42,71	50,22	54,53	60,93
tra 5.000 e 10.000	53,32	44,03	51,84	55,95	62,11
tra 10.000 e 20.000	53,34	43,28	51,60	56,68	62,35
tra 20.000 e 60.000	48,23	38,18	47,15	51,54	56,37
tra 60.000 e 100.000	40,34	29,79	36,89	44,18	49,92
oltre 100.000	44,51	37,41	42,82	47,12	50,75
Totale complessivo	**46,98**	**37,78**	**45,18**	**49,97**	**55,55**

Tabella 2.11 – Distanza in Km tra il comune e gli impianti (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per regione

Regioni	Valore medio globale	Valore medio 2010	Valore medio 2013	Valore medio 2015	Valore medio 2016
Piemonte	28,00	26,62	33,72	25,42	26,31
Lombardia	27,64	28,44	30,15	26,04	25,90
Veneto	28,72	27,50	30,43	28,34	28,62
Liguria	30,71	27,95	32,46	31,27	31,34
Emilia Romagna	29,25	21,45	33,20	31,13	30,91
Toscana	29,64	27,71	33,01	28,72	29,26
Umbria	32,27	30,90	37,50	28,51	32,22
Marche	28,47	22,36	28,00	28,28	35,83
Lazio	40,32	26,79	40,10	47,28	48,19
Abruzzo	32,45	26,19	37,95	33,83	32,21
Molise	31,96	29,31	35,07	31,62	31,82
Campania	33,91	27,26	36,42	35,23	36,97
Puglia	32,01	22,98	30,12	38,11	37,01
Basilicata	40,12	26,39	39,54	43,43	52,00
Calabria	36,14	25,18	41,14	39,74	39,30
Totale complessivo	**30,63**	**26,73**	**33,55**	**30,84**	**31,55**

Tabella 2.12 – Distanza in Km tra il comune e gli impianti (comuni nel campione di regressione), medie aritmetiche per fascia di popolazione

Fascia di popolazione	Valore medio globale	Valore medio 2010	Valore medio 2013	Valore medio 2015	Valore medio 2016
meno di 500	35,19	32,32	41,39	33,01	34,11
tra 500 e 1.000	33,11	29,45	36,53	33,14	33,45
tra 1.000 e 2.000	32,99	28,19	36,82	33,03	34,09
tra 2.000 e 3.000	29,62	23,83	31,98	30,98	31,97
tra 3.000 e 5.000	29,93	26,36	31,91	30,83	30,83
tra 5.000 e 10.000	28,12	24,89	29,34	28,86	29,54
tra 10.000 e 20.000	26,92	23,69	28,53	27,53	28,07
tra 20.000 e 60.000	26,48	23,96	28,94	26,02	27,06
tra 60.000 e 100.000	22,57	18,11	22,30	23,87	25,82
oltre 100.000	20,41	12,59	29,47	18,61	21,49
Totale complessivo	**30,63**	**26,73**	**33,55**	**30,84**	**31,55**

Tabella 2.13 – Impianti regionali di trattamento e smaltimento rifiuti, dati 2010

Regioni	Numero di impianti regionali di compostaggio, digestione anaerobica e trattamento integrato	Numero di impianti regionali di trattamento meccanico biologico	Numero di impianti regionali di incenerimento e coincenerimento	Numero di discariche regionali
Piemonte	30	12	2	17
Lombardia	76	9	13	8
Veneto	23	8	3	15
Liguria	4	2	0	12
Emilia Romagna	20	12	8	15
Toscana	13	13	8	16
Umbria	9	5	0	6
Marche	7	3	1	14
Lazio	12	8	4	10
Abruzzo	7	11	0	11
Molise	1	3	1	3
Campania	4	7	1	5
Puglia	9	15	2	15
Basilicata	0	2	1	9
Calabria	7	7	1	13
Totale complessivo	**222**	**117**	**45**	**169**

Tabella 2.14 – Impianti regionali di trattamento e smaltimento rifiuti, dati 2013

Regioni	Numero di impianti regionali di compostaggio, digestione anaerobica e trattamento integrato	Numero di impianti regionali di trattamento meccanico biologico	Numero di impianti regionali di incenerimento e coincenerimento	Numero di discariche regionali
Piemonte	21	11	2	16
Lombardia	66	7	13	7
Veneto	30	7	3	11
Liguria	5	2	0	9
Emilia Romagna	29	9	8	16
Toscana	17	16	5	13
Umbria	8	4	0	5
Marche	5	3	1	11
Lazio	13	9	3	10
Abruzzo	7	7	0	7
Molise	2	3	1	3
Campania	6	7	1	2
Puglia	8	14	2	15
Basilicata	0	1	1	8
Calabria	5	6	1	9
Totale complessivo	**222**	**106**	**41**	**142**

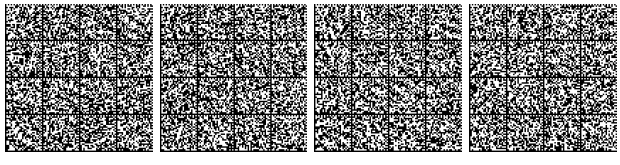


Tabella 2.15 – Impianti regionali di trattamento e smaltimento rifiuti, dati 2015

Regioni	Numero di impianti regionali di compostaggio, digestione anaerobica e trattamento integrato	Numero di impianti regionali di trattamento meccanico biologico	Numero di impianti regionali di incenerimento e coincenerimento	Numero di discariche regionali
Piemonte	26	10	2	16
Lombardia	75	7	20	7
Veneto	39	6	4	10
Liguria	5	1	0	5
Emilia Romagna	24	9	9	12
Toscana	18	15	7	11
Umbria	6	4	0	5
Marche	5	4	0	11
Lazio	15	9	3	7
Abruzzo	7	8	0	6
Molise	3	3	1	3
Campania	6	7	1	2
Puglia	10	12	4	12
Basilicata	0	1	1	3
Calabria	7	8	2	6
Totale complessivo	**246**	**104**	**54**	**116**

Tabella 2.16 – Impianti regionali di trattamento e smaltimento rifiuti, dati 2016

Regioni	Numero di impianti regionali di compostaggio, digestione anaerobica e trattamento integrato	Numero di impianti regionali di trattamento meccanico biologico	Numero di impianti regionali di incenerimento e coincenerimento	Numero di discariche regionali
Piemonte	25	10	2	14
Lombardia	76	8	19	5
Veneto	43	6	3	10
Liguria	6	4	0	4
Emilia Romagna	26	9	9	9
Toscana	17	16	6	9
Umbria	6	5	0	5
Marche	5	5	0	12
Lazio	16	10	3	5
Abruzzo	7	6	0	7
Molise	3	3	1	3
Campania	6	7	1	2
Puglia	11	13	3	13
Basilicata	0	2	1	7
Calabria	8	9	1	3
Totale complessivo	**255**	**113**	**49**	**108**

Tabella 2.17 – Rifiuti urbani trattati e smaltiti negli impianti regionali (percentuale), dati 2010

Regioni	Percentuale di rifiuti urbani trattati negli impianti regionali di compostaggio, digestione anaerobica e trattamento integrato	Percentuale di rifiuti urbani trattati negli impianti regionali di trattamento meccanico biologico	Percentuale di rifiuti urbani smaltiti negli impianti regionali di incenerimento e coincenerimento	Percentuale di rifiuti urbani smaltiti nelle discariche regionali
Piemonte	18,14	30,12	4,43	47,31
Lombardia	24,36	17,45	48,64	9,55
Veneto	41,12	24,21	12,34	22,33
Liguria	2,33	17,67	0	80,00
Emilia Romagna	15,21	23,35	31,20	30,23
Toscana	11,41	35,83	9,17	43,59
Umbria	8,94	47,03	0	44,04
Marche	11,38	20,61	2,02	65,99
Lazio	4,33	26,03	0	69,64
Abruzzo	6,49	52,45	0	41,06
Molise	2,89	50,69	0	46,42
Campania	0,42	34,41	18,11	47,06
Puglia	4,28	47,89	0,65	47,18
Basilicata	0	3,14	12,30	84,55
Calabria	4,08	45,82	0	50,10
Totale complessivo	**12,47**	**30,74**	**14,11**	**42,68**

Tabella 2.18 – Rifiuti urbani trattati e smaltiti negli impianti regionali (percentuale), dati 2013

Regioni	Percentuale di rifiuti urbani trattati negli impianti regionali di compostaggio, digestione anaerobica e trattamento integrato	Percentuale di rifiuti urbani trattati negli impianti regionali di trattamento meccanico biologico	Percentuale di rifiuti urbani smaltiti negli impianti regionali di incenerimento e coincenerimento	Percentuale di rifiuti urbani smaltiti nelle discariche regionali
Piemonte	20,89	29,47	7,60	42,05
Lombardia	28,58	12,19	51,15	8,08
Veneto	43,92	25,85	17,79	12,45
Liguria	3,13	21,39	0	75,48
Emilia Romagna	19,42	20,83	30,01	29,74
Toscana	14,63	38,01	11,20	36,16
Umbria	16,39	44,15	0	39,47
Marche	18,23	18,51	0,34	62,91
Lazio	5,22	50,15	0	44,63
Abruzzo	14,64	67,87	0	17,49
Molise	6,89	38,04	0	55,06
Campania	2,94	52,56	25,61	18,90
Puglia	6,10	48,75	0,19	44,96
Basilicata	0	13,96	17,53	68,51
Calabria	3,27	29,58	0	67,15
Totale complessivo	**15,17**	**34,80**	**16,15**	**33,87**

Tabella 2.19 – Rifiuti urbani trattati e smaltiti negli impianti regionali (percentuale), dati 2015

Regioni	Percentuale di rifiuti urbani trattati negli impianti regionali di compostaggio, digestione anaerobica e trattamento integrato	Percentuale di rifiuti urbani trattati negli impianti regionali di trattamento meccanico biologico	Percentuale di rifiuti urbani smaltiti negli impianti regionali di incenerimento e coincenerimento	Percentuale di rifiuti urbani smaltiti nelle discariche regionali
Piemonte	19,76	28,33	25,55	26,36
Lombardia	29,30	11,95	52,92	5,83
Veneto	53,55	18,74	14,28	13,43
Liguria	7,78	43,63	0	48,59
Emilia Romagna	20,37	21,18	36,11	22,33
Toscana	16,02	40,79	12,64	30,55
Umbria	22,65	36,85	0	40,50
Marche	14,34	22,49	0	63,17
Lazio	6,14	66,76	11,63	15,47
Abruzzo	16,80	64,37	0	18,84
Molise	10,94	28,46	21,16	39,44
Campania	3,29	57,93	33,00	5,78
Puglia	10,27	47,95	6,55	35,23
Basilicata	0	16,81	31,20	51,99
Calabria	4,41	46,19	2,82	46,57
Totale complessivo	**18,48**	**36,01**	**23,06**	**22,45**

Tabella 2.20 – Rifiuti urbani trattati e smaltiti negli impianti regionali (percentuale), dati 2016

Regioni	Percentuale di rifiuti urbani trattati negli impianti regionali di compostaggio, digestione anaerobica e trattamento integrato	Percentuale di rifiuti urbani trattati negli impianti regionali di trattamento meccanico biologico	Percentuale di rifiuti urbani smaltiti negli impianti regionali di incenerimento e coincenerimento	Percentuale di rifiuti urbani smaltiti nelle discariche regionali
Piemonte	21,62	30,02	23,59	24,77
Lombardia	33,26	11,88	49,80	5,05
Veneto	54,82	18,32	14,42	12,43
Liguria	9,01	56,96	0	34,03
Emilia Romagna	20,97	22,78	38,86	17,39
Toscana	15,18	44,02	11,89	28,92
Umbria	22,98	37,23	0	39,79
Marche	15,47	25,63	0	58,89
Lazio	6,79	63,58	14,25	15,39
Abruzzo	18,20	55,12	0	26,68
Molise	11,61	30,23	25,79	32,37
Campania	3,18	57,76	34,24	4,82
Puglia	10,94	48,95	7,11	33,00
Basilicata	0	35,73	21,35	42,91
Calabria	9,01	47,94	2,67	40,39
Totale complessivo	**19,64**	**37,07**	**22,31**	**20,99**

Tabella 2.21 – Percentuali di comuni in gestione associata per regione (comuni nel campione di regressione)

Regioni	Gestione del servizio in forma associata 2010	Gestione del servizio in forma associata 2013	Gestione del servizio in forma associata 2015	Gestione del servizio in forma associata 2016
Piemonte	12,69	63,96	74,87	71,39
Lombardia	17,13	27,27	25,22	26,87
Veneto	14,18	43,52	39,61	35,97
Liguria	18,38	21,46	11,06	6,91
Emilia Romagna	8,64	9,81	9,42	8,74
Toscana	13,53	16,80	10,94	16,22
Umbria	0	7,87	8,99	35,71
Marche	14,04	20,00	13,04	18,57
Lazio	14,29	12,32	12,00	19,82
Abruzzo	12,20	21,11	16,55	19,17
Molise	34,33	10,45	13,85	32,80
Campania	0	7,52	8,10	6,00
Puglia	2,73	16,60	12,40	9,24
Basilicata	3,91	1,67	1,69	15,70
Calabria	2,47	4,49	2,91	4,29
Totale complessivo	**12,05**	**28,07**	**27,93**	**29,09**

Tabella 2.22 – Percentuali di comuni in gestione associata per fascia di popolazione (comuni nel campione di regressione)

Fascia di popolazione	Gestione del servizio in forma associata 2010	Gestione del servizio in forma associata 2013	Gestione del servizio in forma associata 2015	Gestione del servizio in forma associata 2016
meno di 500	28,30	44,41	51,12	53,73
tra 500 e 1.000	20,27	33,80	38,08	38,81
tra 1.000 e 2.000	14,10	30,15	30,41	33,16
tra 2.000 e 3.000	10,38	29,41	26,70	30,08
tra 3.000 e 5.000	8,54	26,93	24,79	25,48
tra 5.000 e 10.000	5,50	20,28	16,67	16,87
tra 10.000 e 20.000	2,88	18,31	15,26	14,16
tra 20.000 e 60.000	0,87	16,42	15,57	13,21
tra 60.000 e 100.000	0	6,38	6,12	4,08
oltre 100.000	0	14,29	8,11	8,33
Totale complessivo	**12,05**	**28,07**	**27,93**	**29,09**

Tabella 2.23 – Modalità di raccolta, percentuali di comuni per regione (comuni nel campione di regressione)

Regioni	Presenza della raccolta domiciliare	Presenza dei centri di raccolta	Presenza della raccolta su chiamata
Piemonte	75,60	82,99	72,16
Lombardia	87,81	91,48	58,66
Veneto	93,37	87,50	76,28
Liguria	54,38	65,44	58,99
Emilia Romagna	72,17	97,41	80,91
Toscana	83,40	87,64	95,37
Umbria	89,29	83,33	76,19
Marche	75,24	89,05	77,14
Lazio	80,18	63,61	63,31
Abruzzo	75,19	45,86	71,05
Molise	46,40	54,40	36,80
Campania	98,80	55,00	82,00
Puglia	88,35	58,63	87,95
Basilicata	79,34	52,89	69,42
Calabria	85,52	50,67	63,00
Totale complessivo	**82,00**	**76,62**	**69,97**

Tabella 2.24 – Modalità di raccolta, percentuali di comuni per fascia di popolazione (comuni nel campione di regressione)

Fascia di popolazione	Presenza della raccolta domiciliare	Presenza dei centri di raccolta	Presenza della raccolta su chiamata
meno di 500	51,29	64,38	54,34
tra 500 e 1.000	69,46	69,46	57,66
tra 1.000 e 2.000	80,24	68,76	65,54
tra 2.000 e 3.000	85,65	75,49	64,21
tra 3.000 e 5.000	90,82	82,49	71,50
tra 5.000 e 10.000	92,90	83,80	76,14
tra 10.000 e 20.000	95,34	87,63	90,68
tra 20.000 e 60.000	94,29	90,69	97,00
tra 60.000 e 100.000	93,88	93,88	93,88
oltre 100.000	100,00	97,22	100,00
Totale complessivo	**82,00**	**76,62**	**69,97**

3. IL MODELLO PER LA STIMA DEL COSTO STANDARD

Impianto metodologico di riferimento

L'impianto metodologico di riferimento per la stima dei costi e dei fabbisogni standard del servizio rifiuti è quello del *Regression Cost Base Approach* (RCA)[4], in base al quale per ogni comune *"i"* il calcolo del fabbisogno standard teorico corrisponde al prodotto tra il costo standard e il livello standard del servizio offerto, come riportato nelle equazioni (3.1) e (3.2).

$$Costo\ standard_i\ X\ Servizio\ standard_i = fabbisogno\ standard\ teorico_i \qquad (3.1)$$

dove

$$Costo\ standard_i = f(principali\ caratteristiche\ di\ offerta\ del\ servizio_i) \qquad (3.2)$$

I costi standard sono stati stimati da SOSE, in collaborazione con IFEL, specificando una funzione di costo medio che vede come argomenti una serie di variabili volte a catturare le principali caratteristiche di offerta del servizio utili a spiegare la variabilità del costo unitario. Invece, il livello standard dei servizi è misurato in base al livello effettivo osservato in ciascun comune, corrispondente alla quantità storica dei rifiuti urbani rilevata in relazione all'ultima annualità disponibile.

Il processo di definizione dei fabbisogni standard si conclude, poi, con la determinazione, per ogni comune *"i",* del coefficiente di riparto dei fabbisogni standard riportato nell'equazione (3.3) che segue.

$$Coefficiente\ di\ riparto\ dei\ fabbisogni\ standard_i = \frac{fabbisogno\ standard\ teorico_i}{\sum_i fabbisogno\ standard\ teorico_i} \qquad (3.3)$$

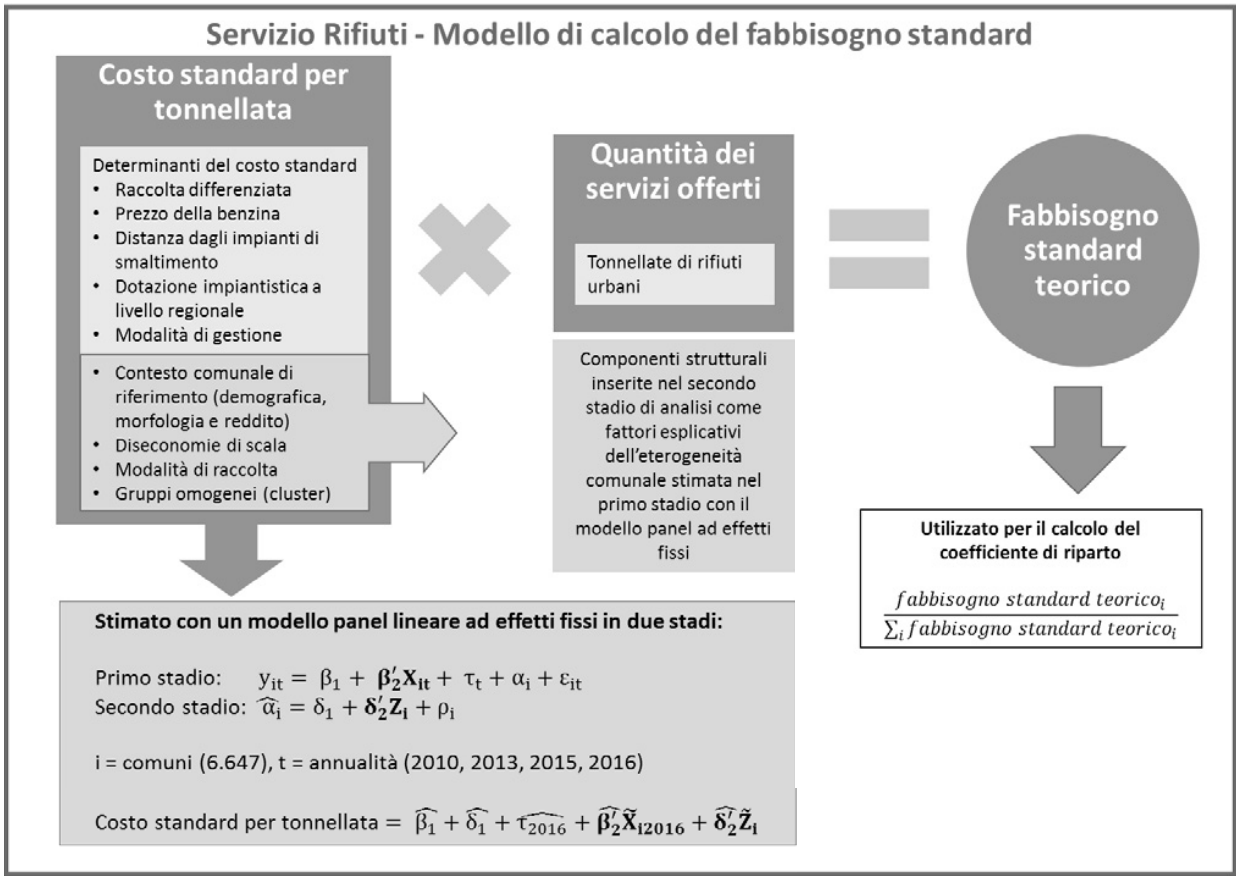
Il modello di calcolo utilizzato per la definizione del fabbisogno standard di ogni comune è sintetizzato nella Figura 3.1.

Come riportato nella Figura 3.1, le variabili considerate per misurare le principali caratteristiche di offerta del servizio appartengono a otto macro-categorie: raccolta differenziata; prezzi degli input, dotazione impiantistica e distanza dagli impianti; modalità di gestione, contesto comunale di riferimento, diseconomie di scala, modalità di raccolta e gruppi omogenei. Sfruttando la struttura pluriennale della base dati, la stima del costo standard unitario è avvenuta in due stadi attraverso l'utilizzo di un *modello panel lineare ad effetti fissi*[5], che verrà descritto in dettaglio nel paragrafo che segue. Da ultimo, il costo

[4] Per una analisi dei vari metodi di calcolo dei fabbisogni standard si rimanda a OECD (1981), Dafflon and Mischler (2007), Reschovsky (2007).
[5] Per un approfondimento sulle caratteristiche dei modelli panel lineari si rimanda a Cameron e Trivedi (2005).

standard unitario corrisponde ai valori attesi del modello considerando, sia una componente uniforme per tutti comuni, sia una componente specifica per ogni ente in cui sono valorizzate solo le variabili il cui impatto sul costo storico è risultato statisticamente significativo (ovvero con un p-value ≤ 0,10).

Figura 3. 1 – Modello di calcolo dei fabbisogni standard del servizio rifiuti



Modello panel lineare a due stadi

La stima del costo standard per tonnellata di rifiuti è avvenuta in due stadi facendo riferimento alle tecniche di stima note nella letteratura econometrica come *Fixed-effects vector decomposition* (si consideri, al riguardo, Pluemper e Troeger 2007, 2011), sviluppate per la stima di modelli panel lineari ad effetti fissi con variabili costanti lungo la dimensione temporale del panel (variabili *time invariant*).

Il primo stadio vede la specificazione di un modello panel lineare a effetti fissi riportato nell'equazione (3.4) che segue:

$$y_{it} = \beta_1 + \boldsymbol{\beta}_2' \mathbf{X_{it}} + \tau_t + \alpha_i + \varepsilon_{it} \qquad (3.4)$$

dove:

- "i" rappresenta l'indice che identifica il comune, "t" rappresenta l'indice che identifica l'anno; le numerosità di questi indici definiscono le dimensioni del panel e, quindi, del campione di regressione (per la composizione del campione di regressione si rimanda al capitolo 2);
- y_{it} corrisponde al costo storico unitario (pari al rapporto tra la spesa corrente di riferimento per il calcolo dei fabbisogni standard e le tonnellate di rifiuti urbani calcolate come descritto nell'Appendice A), il cui valore in regressione è stato considerato in termini reali rispetto al 2016 utilizzando gli indici generali dei prezzi al consumo per l'intera collettività di fonte ISTAT;
- β_1 identifica la prima componente del costo standard unitario base uniforme per tutti gli enti;
- $\mathbf{X_{it}}$ è una matrice che include le variabili rivolte a misurare le caratteristiche dell'offerta del servizio che tendono a variare nel tempo; in particolare sono incluse in questa matrice:
    - le variabili utilizzate per misurare la variabilità di costo associata alla percentuale di raccolta differenziata, considerando la possibilità di un impatto differenziato in relazione alla presenza di incrementi rispetto all'annualità precedente e in relazione alle seguenti fasce: meno di 40%, tra 40% e 65%, oltre 65%;
    - le variabili associate alla numerosità e tipologia degli impianti di smaltimento e la distanza media percorsa per raggiungerli (si consideri quanto riportato nell'Appendice A per una dettagliata descrizione delle tipologie di impianti considerati e per le tecniche di misurazione delle distanze percorse);[6]
    - le variabili volte a misurare la presenza di una gestione in forma associata del servizio (unione di comuni/comunità montana, convenzione, consorzio);
    - una variabile volta a misurare l'impatto esercitato sul costo unitario dagli scostamenti percentuali del prezzo della benzina registrati in ogni comune rispetto alla media nazionale.
- τ_t identifica le dummy relative alle annualità incluse nel panel;
- α_i identifica gli effetti fissi comunali (eterogeneità comunale non osservata), attraverso i quali è possibile ottenere una stima delle componenti di costo unitario riconducibili alle specificità comunali costanti nel tempo solitamente difficilmente osservabili;
- ε_{it} identificata la componente di errore idiosincratico del modello che si assume non correlata con $\mathbf{X_{it}}$.

[6] Al fine di evitare collinearità si esclude dal modello la percentuale di rifiuti urbani trattati negli impianti regionali di trattamento meccanico biologico, il cui impatto sul costo standard è inglobato nella stima dell'intercetta del modello.

Le stime puntuali dei coefficienti (β_1, $\boldsymbol{\beta_2}$, τ_t, α_i) del modello in (3.4) sono state ottenute con lo stimatore *Within the Group* (WG) che consente di ottenere delle stime consistenti e non distorte senza la necessità di dover assumere l'assenza di correlazione tra gli effetti fissi comunali α_i e la componente di errore ε_{it}.

Il secondo stadio è rivolto a valorizzare, attraverso una serie di variabili di contesto, gli elementi esogeni che spiegano i differenziali di costo unitario contenuti negli effetti fissi comunali stimati nel primo stadio. A tal fine si procede alla specificazione del modello lineare cross-section riportato nell'equazione (3.5) che segue:

$$\widehat{\alpha_i} = \delta_1 + \boldsymbol{\delta_2'}\mathbf{Z_i} + \rho_i \qquad \textit{(3.5)}$$

dove:

- "i" rappresenta l'indice che identifica il comune (si considerano nel campione i comuni non anomali riferiti al 2016, l'ultima annualità del panel);
- $\widehat{\alpha_i}$ corrisponde alla stima puntuale degli effetti fissi comunali ottenuta nel primo stadio che misura, per ogni ente, la componente di costo storico unitario riconducibile alle specificità comunali costanti nel tempo;
- δ_1 identifica la seconda componente del costo standard unitario base uniforme per tutti gli enti;
- $\mathbf{Z_i}$ è una matrice che include le variabili rivolte a misurare le caratteristiche del contesto comunale fisse nel tempo, o mutevoli solo nel medio lungo periodo, che consentono di spiegare ulteriormente la variabilità tra gli enti del costo unitario del servizio rifiuti. In particolare sono incluse in questa matrice:
    - le variabili relative alle principali caratteristiche del contesto demografico, morfologico e economico comunale (Età media della popolazione, Percentuale residenti con titolo universitario, Densità media della popolazione, Reddito medio complessivo imponibile IRPEF) riferite all'ultimo censimento o alla media misurata lungo l'intero panel;
    - la variabile relativa all'inverso delle tonnellate di rifiuti urbani (misurata come media lungo l'intero panel) rivolta a misurare la presenza di diseconomie di scala tipiche dei piccoli comuni identificando un costo fisso di gestione indipendente dalle tonnellate di rifiuti;
    - le variabili dicotomiche rivolte a identificare i differenziali di costo corrispondenti alle diverse modalità di raccolta distinte in domiciliare, mediante centri di raccolta, su chiamata (si rimanda all'Appendice A per i dettagli relativi al calcolo di queste variabili);[7]

[7] Al fine di evitare collinearità si esclude dal modello la dummy relativa all'assenza di una delle modalità di raccolta include nel modello, il cui effetto è inglobato nella stima dell'intercetta.

- le variabili dicotomiche con cui sono stati identificati i differenziali di costo derivanti dall'appartenere a uno specifico gruppo omogeneo di comuni (per i dettagli in merito alla descrizione e composizione dei cluster si rimanda all'Appendice B);[8]

- ρ_i identifica la componente idiosincratica del modello che si assume non correlata con $\mathbf{Z_i}$.

Le stime puntuali dei coefficienti ($\delta_1 + \boldsymbol{\delta_2}$) del modello in (3.5) sono state ottenute con lo stimatore *Ordinary Least Squares* (OLS) con errori stimati attraverso la tecnica *bootstrap* (con 2000 repliche) essendo il secondo stadio di fatto costruito sui residui del primo.

Risultati delle stime

Una volta ottenute le stime puntuali dei coefficienti dei modelli specificati nel primo e nel secondo stadio, riportati nelle equazioni (3.4) e (3.5), si procede al calcolo del costo standard per tonnellata di rifiuti di ogni comune (CS_i) rispetto alle caratteristiche comunali dell'ultimo anno (il 2016), utilizzando i valori attesi dei due modelli come riportato nell'equazione (3.6) che segue:

$$CS_{i2016} = \widehat{\beta_1} + \widehat{\delta_1} + \widehat{\tau_{2016}} + \widehat{\boldsymbol{\beta_2'}}\widetilde{\mathbf{X_{i2016}}} + \widehat{\boldsymbol{\delta_2'}}\widetilde{\mathbf{Z_i}} \qquad (3.6)$$

dove per ogni comune "i":

- $\widehat{\beta_1} + \widehat{\delta_1} + \widehat{\tau_{2016}}$ rappresenta la componente di costo standard base uniforme a livello nazionale riferita al 2016 (ultima annualità inclusa nel panel);
- $\widehat{\boldsymbol{\beta_2'}}\widetilde{\mathbf{X_{i2016}}}$ rappresenta le componenti di costo standard relative alle variabili del primo stadio, misurate rispetto al 2016, il cui impatto sul costo standard è risultato statisticamente significativo (ovvero con P-value ≤ 0,10);
- $\widehat{\boldsymbol{\delta_2'}}\widetilde{\mathbf{Z_i}}$ rappresenta le componenti di costo standard relative alle variabili del secondo stadio il cui impatto sul costo standard è risultato statisticamente significativo (ovvero con P-value ≤ 0,10).

La Tabella 3.1 riporta i risultati del processo di stima delle componenti del CS, in particolare mostra le stime puntuali dei coefficienti associati alle variabili del primo e del secondo stadio, nonché la stima della componente di costo standard base uniforme. Per ogni variabile sono riportati i livelli di significatività statistica rispetto all'ipotesi nulla di impatto pari a zero. Per ognuno dei due modelli si riporta oltre all'impatto in euro (colonne 1 e 3) da considerarsi per il calcolo del CS, anche la stima dei

[8] Al fine di evitare collinearità si esclude dal modello la dummy relativa al cluster 4 "Comuni con medio-alto livello di benessere e attrazione economica localizzati nelle zone pianeggianti del nord-est" il cui effetto è inglobato nella stima dell'intercetta del modello.

coefficienti standardizzati (colonne 2 e 4) e il calcolo delle elasticità valorizzate rispetto ai valori medi (colonna 5).

In particolare, come si evince dalle stime puntuali dei due modelli riportate nella Tabella 3.1, nel primo stadio non mostrano un impatto statisticamente significativo sul costo storico unitario, e quindi non sono state considerate nel calcolo CS le seguenti variabili della matrice **X**: la variazione percentuale della raccolta differenziate rispetto all'annualità precedente, il prezzo comunale della benzina e la numerosità degli impianti regionali di compostaggio. Invece, la percentuale di rifiuti urbani trattati negli impianti regionali di incenerimento e coincenerimento è stata considerata nel calcolo del CS, anche se non presenta individualmente un impatto statisticamente significativo, in quanto congiuntamente alle altre percentuali di rifiuti trattati e smaltiti nelle altre tipologie di impianto è possibile rigettare l'ipotesi nulla di un impatto pari a zero. Invece, nel secondo stadio tutte le variabili della matrice **Z** mostrano impatti sul costo unitario statisticamente significativi e per questo motivo sono state tutte considerate nella valorizzazione del CS.

Le Tabelle 3.2 e 3.3 riportano le medie aritmetiche del costo standard stimato e delle relative sue componenti aggregando, rispettivamente, i comuni per regione e per classe dimensionale.

La Figura 3.2, da ultimo, mostra uno spaccato dell'andamento del costo standard unitario e delle sue componenti aggregando i comuni in 660 bins. In particolare, per la percentuale di raccolta differenziata, si mostra l'andamento non lineare stimato per l'impatto esercitato sul costo standard: crescente sino al 65% e decrescente dal 65% al 100% di rifiuti urbani differenziati.

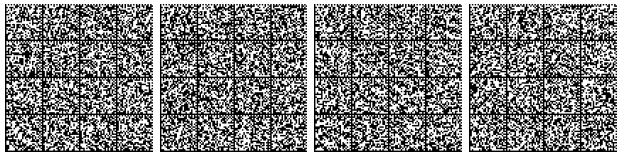


Tabella 3.1 – Stime puntuali delle componenti del costo standard, variabile dipendente costo storico per tonnellata di rifiuti urbani (dati 2010, 2013, 2015, 2016)

Tipologia variabili	Variabili	(1) (2) Panel a effetti fissi, stimatore Within the Group (WG) (primo stadio)		(3) (4) Cross-section su effetti fissi, stimatore OLS (secondo stadio)		(5) Elasticità rispetto ai valori medi
		Coefficienti in euro	Coefficienti standardizzati	Coefficienti in euro	Coefficienti standardizzati	
Costo standard base nazionale	Intercetta del modello panel - euro per tonnellata	232,768770*** (0,000000)	nd	-102,314489*** (0,000000)	nd	nd
Raccolta differenziata	Raccolta differenziata - euro per tonnellata per variazione percentuale rispetto all'anno precedente	0,077846 (0,217665)	0,008341 (0,217665)			0,001314
	Raccolta differenziata - euro per tonnellata per incrementi percentuali sino al 40	1,620453*** (0,000000)	0,167997*** (0,000000)			0,028541
	Raccolta differenziata - euro per tonnellata per incrementi percentuali dal 40 al 65	0,650229*** (0,000473)	0,043768*** (0,000473)			0,010138
	Raccolta differenziata - euro per tonnellata per incrementi percentuali dal 65 al 100	-0,743051*** (0,001989)	-0,030383*** (0,001989)			-0,009693
	Raccolta differenziata - euro per tonnellata se percentuale dal 40 al 65	68,629221*** (0,000000)	0,273608*** (0,000000)			21,177193
	Raccolta differenziata - euro per tonnellata se percentuale dal 65 al 100	85,494627*** (0,000000)	0,311586*** (0,000000)			26,381418
Dotazione impiantistica distanza e modalità di gestione	Distanza in Km tra il comune e gli impianti - euro per tonnellata al km	0,176365*** (0,000037)	0,029859*** (0,000037)			0,017168
	Prezzo medio comunale per benzina - euro per tonnellata per scostamento percentuale dalla media nazionale	-0,064734 (0,779880)	-0,004927 (0,779880)			-0,001445
	Numero di impianti regionali di compostaggio, digestione anaerobica e trattamento integrato - euro per tonnellata per impianto	-0,079573 (0,687438)	-0,017280 (0,687438)			-0,007603
	Numero di impianti regionali di trattamento meccanico biologico - euro per tonnellata per impianto	4,169175*** (0,000009)	0,105165*** (0,000009)			0,107355
	Numero di impianti regionali di incenerimento e coincenerimento - euro per tonnellata per impianto	-1,881131*** (0,000017)	-0,099539*** (0,000017)			-0,036602
	Numero di discariche regionali - euro per tonnellata per impianto	-2,531007*** (0,000019)	-0,094613*** (0,000019)			-0,060000
	Percentuale di rifiuti urbani trattati negli impianti regionali di compostaggio, digestione anaerobica e trattamento integrato - euro per tonnellata per incremento percentuale	1,037938** (0,021334)	0,109019** (0,021334)			0,068011
	Percentuale di rifiuti urbani smaltiti negli impianti regionali di incenerimento e coincenerimento - euro per tonnellata per incremento percentuale	-0,130194 (0,600835)	-0,020643 (0,600835)			-0,010001
	Percentuale di rifiuti urbani smaltiti nelle discariche regionali - euro per tonnellata per incremento percentuale	-0,216409* (0,079338)	-0,035530* (0,079338)			-0,013705
	Comune che svolge il servizio in forma associata - euro per tonnellata	5,823748*** (0,006472)	0,020648*** (0,006472)			1,797057
Annualità	Anno 2010 - euro per tonnellata	5,506996 (0,400255)	0,019971 (0,400255)			1,699316
	Anno 2013 - euro per tonnellata	19,765511*** (0,000202)	0,070915*** (0,000202)			6,099123
	Anno 2015 - euro per tonnellata	23,756583*** (0,000000)	0,085032*** (0,000000)			7,330664

continua…

Tipologia variabili	Variabili	(1) (2) Panel a effetti fissi, stimatore Within the Group (WG) (primo stadio)		(3) (4) Cross-section su effetti fissi, stimatore OLS (secondo stadio)		(5)
		Coefficienti in euro	Coefficienti standardizzati	Coefficienti in euro	Coefficienti standardizzati	
Contesto comunale di riferimento	Età media della popolazione - euro per tonnellata per anno			4,499390*** (0,000000)	0,156353*** (0,000000)	0,628987
	Percentuale residenti con titolo universitario - euro incremento percentuale per			7,507161*** (0,000000)	0,191093*** (0,000000)	0,165837
	Densità media della popolazione - euro per tonnellata per incremento unitario			0,005219** (0,016154)	0,035704** (0,014903)	0,005455
	Reddito medio complessivo imponibile IRPEF - euro per tonnellata per incremento unitario			-0,010407*** (0,000000)	-0,352586*** (0,000000)	-0,588828
	Popolazione residente per 1000 - euro per tonnellata per incremento di 1000 abitanti			0,166220* (0,093082)	0,076394* (0,083193)	0,004118
	Popolazione residente per 1000 al quadrato - euro per tonnellata per incremento di 1000 abitanti al quadrato			-0,000041 (0,843486)	-0,042759 (0,820277)	-0,000292
Diseconomie di scala	Inverso delle tonnellate di rifiuti urbani (costo fisso) - euro			1.318,122302*** (0,000572)	0,046946*** (0,000525)	0,008769
Modalità di raccolta	Presenza della raccolta domiciliare - euro per tonnellata			14,709711*** (0,000003)	0,055682*** (0,000003)	4,539034
	Presenza dei centri di raccolta - euro per tonnellata			-31,947432*** (0,000000)	-0,133551*** (0,000000)	-9,858147
	Presenza della raccolta su chiamata - euro per tonnellata			10,494439*** (0,000012)	0,047448*** (0,000017)	3,238311
Gruppi omogenei	Cluster 1 – POLI URBANI (*) (187)			38,492394*** (0,000009)	0,063304*** (0,000006)	11,877751
	Cluster 2 - Comuni con bassa numerosità e densità abitativa, elevato numero di famiglie, età media avanzata, localizzati in aree vaste di carattere interno montano (890)			47,275927*** (0,000000)	0,158243*** (0,000000)	14,588122
	Cluster 3 - Comuni con basso livello di benessere con localizzazione in zone pianeggianti lungo tutto il territorio nazionale (1.556)			22,603088*** (0,000000)	0,094058*** (0,000000)	6,974725
	Cluster 5 – Comuni a forte vocazione turistica con alto livello di benessere, bassa densità abitativa e con localizzazione prevalente in zone montane o litoranee (248)			78,941241*** (0,000000)	0,144765*** (0,000000)	24,359213
	Cluster 6 - Comuni montani localizzati lungo l'arco alpino e nelle zone dell'appennino centro-nord (455)			16,036060*** (0,000069)	0,040381*** (0,000064)	4,948311
	Cluster 7 – Comuni con elevato grado di attrazione economica e localizzazione nell'hinterland delle grandi città (407)			31,441797*** (0,000000)	0,074778*** (0,000000)	9,702121
	Cluster 8 – Comuni montani localizzati prevalentemente lungo l'arco appenninico del centro-sud (1.097)			57,787652*** (0,000000)	0,210936*** (0,000000)	17,831766
	Cluster 9 – Comuni con elevata densità abitativa, bassa età media e localizzazione prevalente nel centro-sud (493)			45,224616*** (0,000000)	0,117407*** (0,000000)	13,955141
	Cluster 10 - Comuni in zone litoranee con basso livello di benessere (311)			62,215173*** (0,000000)	0,129717*** (0,000000)	19,197985
	Campione di regressione (n. di osservazioni)	24.882	24.882	6.051	6.051	nd
	R2 within	0,0821	0,0821	0,338819	0,338819	nd
	R2 between	0,0033	0,0033	nd	nd	nd
	R2 overall	0,0056	0,0056	nd	nd	nd
	% di varianza dovuta a_i	62,76%	62,76%	nd	nd	nd

*P-value calcolati su standard error robusti in parentesi (clusterizzati a livello di comune nel modello panel), *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1. Gli standard error del modello cross-section del secondo stadio sono calcolati con il metodo bootstrap utilizzando 2000 iterazioni*

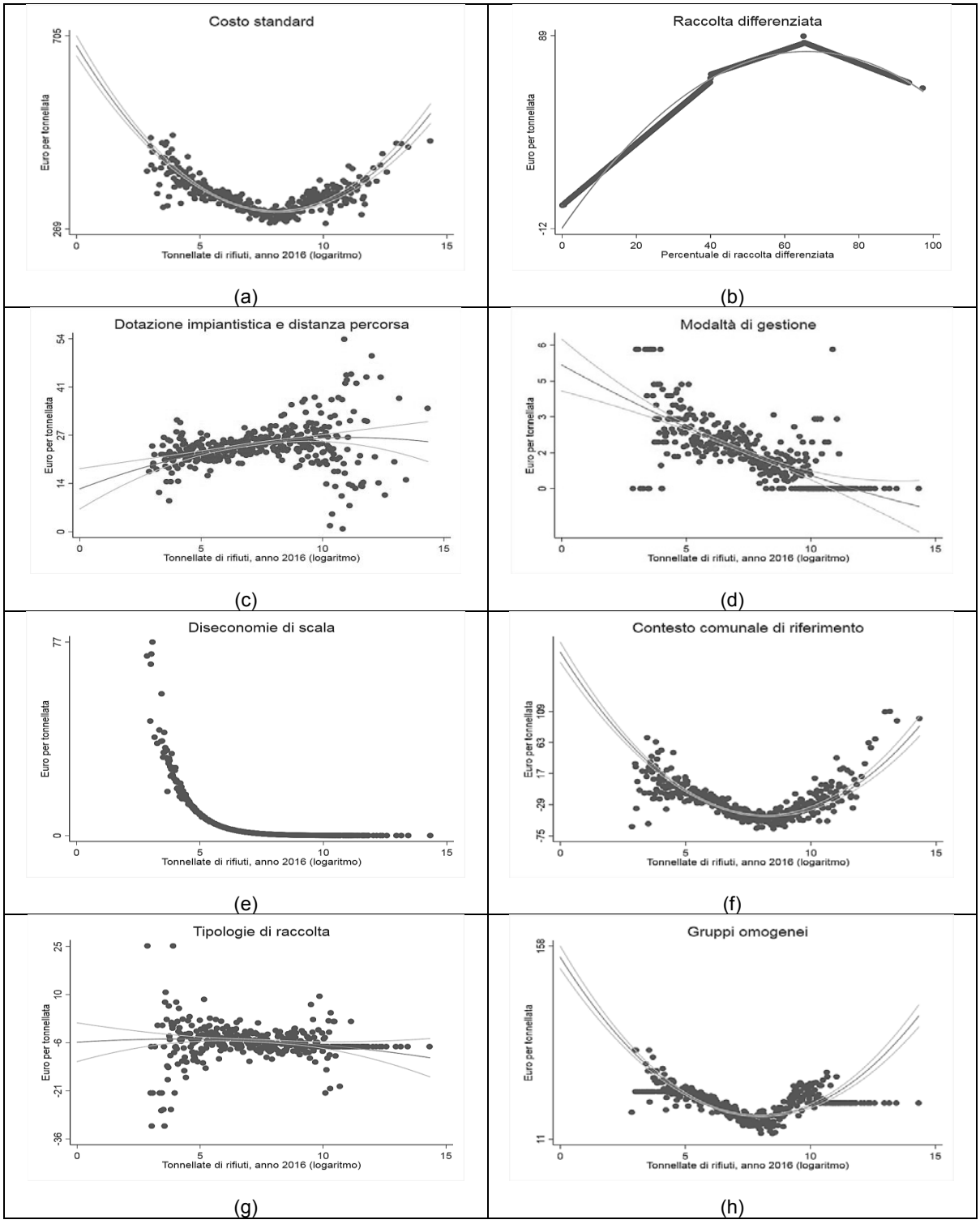
Tabella 3.2 – Componenti del costo standard, valori medi per regione (base dati di riferimento relativa all'anno 2016)

Regioni	Tonnellate di rifiuti urbani (anno 2016)	Costo standard per tonnellata	*di cui base nazionale*	*di cui Percentuale di raccolta differenziata*	*di cui Dotazione impiantistica e distanza*	*di cui Modalità di gestione*	*di cui Contesto comunale di riferimento (popolazione, età, reddito, istruzione, densità)*	*di cui Diseconomie di scala (costo fisso di gestione)*	*di cui Modalità di raccolta*	*di cui Gruppi omogenei*
Piemonte	2.065.818	320,84	*130,45*	*74,11*	*21,14*	*4,14*	*60,14*	*5,65*	*-7,72*	*32,92*
Lombardia	4.782.412	272,83	*130,45*	*73,11*	*16,50*	*1,62*	*36,86*	*2,36*	*-10,12*	*22,04*
Veneto	2.387.738	322,72	*130,45*	*74,23*	*51,36*	*2,48*	*47,43*	*1,26*	*-5,94*	*21,44*
Liguria	845.419	335,09	*130,45*	*65,13*	*14,15*	*0,40*	*80,72*	*3,76*	*-6,25*	*46,73*
Emilia Romagna	2.904.852	290,73	*130,45*	*71,48*	*16,23*	*0,52*	*54,80*	*0,79*	*-11,47*	*27,93*
Toscana	2.306.696	350,24	*130,45*	*63,88*	*45,82*	*0,94*	*72,87*	*0,74*	*-5,61*	*41,13*
Umbria	470.366	361,77	*130,45*	*70,85*	*29,17*	*1,96*	*88,96*	*1,62*	*-5,72*	*44,48*
Marche	810.806	327,45	*130,45*	*74,17*	*0,16*	*1,04*	*89,82*	*2,29*	*-8,83*	*38,34*
Lazio	3.026.739	347,25	*130,45*	*58,74*	*33,86*	*1,16*	*79,53*	*2,63*	*-1,35*	*42,22*
Abruzzo	602.306	390,94	*130,45*	*68,05*	*26,21*	*1,15*	*110,14*	*4,71*	*3,87*	*46,37*
Molise	121.113	353,52	*130,45*	*34,27*	*10,35*	*2,01*	*127,25*	*5,19*	*-7,07*	*51,07*
Campania	2.627.883	384,72	*130,45*	*76,84*	*26,62*	*0,33*	*98,77*	*2,21*	*5,64*	*43,86*
Puglia	1.915.752	349,99	*130,45*	*50,11*	*25,42*	*0,52*	*97,15*	*0,82*	*3,40*	*42,12*
Basilicata	201.912	334,77	*130,45*	*51,45*	*-14,13*	*0,84*	*110,19*	*2,87*	*2,11*	*50,98*
Calabria	792.109	383,14	*130,45*	*49,50*	*35,29*	*0,30*	*113,40*	*2,67*	*2,72*	*48,79*
Totale complessivo	**25.861.920**	**326,91**	***130,45***	***68,34***	***24,13***	***1,72***	***69,81***	***2,89***	***-4,90***	***34,47***

Tabella 3.3 – Componenti del costo standard, valori medi per fascia di popolazione (base dati di riferimento relativa all'anno 2016)

Fasce di popolazione	Tonnellate di rifiuti urbani (anno 2016)	Costo standard per tonnellata	*di cui base nazionale*	*di cui Percentuale di raccolta differenziata*	*di cui Dotazione impiantistica e distanza*	*di cui Modalità di gestione*	*di cui Contesto comunale di riferimento (popolazione, età, reddito, istruzione, densità)*	*di cui Diseconomie di scala (costo fisso di gestione)*	*di cui Modalità di raccolta*	*di cui Gruppi omogenei*
meno di 500	98.507	363,78	*130,45*	*60,96*	*21,86*	*3,01*	*93,06*	*12,92*	*-6,85*	*48,37*
tra 500 e 1.000	283.771	341,37	*130,45*	*63,57*	*21,68*	*2,19*	*82,86*	*4,70*	*-5,57*	*41,49*
tra 1.000 e 2.000	764.657	334,95	*130,45*	*67,09*	*23,70*	*1,95*	*75,38*	*2,44*	*-3,01*	*36,95*
tra 2.000 e 3.000	810.716	320,30	*130,45*	*69,64*	*24,25*	*1,81*	*66,33*	*1,38*	*-4,38*	*30,82*
tra 3.000 e 5.000	1.592.598	310,47	*130,45*	*71,83*	*24,78*	*1,57*	*58,40*	*0,84*	*-5,15*	*27,74*
tra 5.000 e 10.000	3.414.182	301,13	*130,45*	*71,64*	*25,49*	*1,10*	*53,69*	*0,44*	*-5,47*	*23,78*
tra 10.000 e 20.000	4.178.840	309,76	*130,45*	*71,98*	*26,79*	*0,93*	*55,51*	*0,21*	*-4,47*	*28,36*
tra 20.000 e 60.000	5.851.338	338,20	*130,45*	*72,02*	*26,12*	*0,76*	*69,84*	*0,09*	*-5,07*	*43,99*
tra 60.000 e 100.000	1.992.263	345,50	*130,45*	*68,83*	*24,09*	*0,24*	*84,46*	*0,03*	*-6,33*	*43,72*
oltre 100.000	6.875.046	376,81	*130,45*	*71,47*	*24,55*	*0,47*	*116,14*	*0,01*	*-5,88*	*39,59*
Totale complessivo	**25.861.920**	**326,91**	***130,45***	***68,34***	***24,13***	***1,72***	***69,81***	***2,89***	***-4,90***	***34,47***

Figura 3.2 – Rappresentazione del costo standard per tonnellata di rifiuti e delle sue componenti
(scatter plot con comuni aggregati in percentili, fit con intervalli di confidenza al 95%)



Riferimenti bibliografici

Barabaschi, N., Parlato, S., Peiti, C., and Vignocchi, C. (2014). "Estimate of standard expenditure needs. The example of the register office." *Rivista italiana degli economisti*, 3:353–392.

Brunello, G., Porcelli, F., and Stradiotto, M. (2015)." I fabbisogni standard dei comuni e delle province: un nuovo patrimonio informativo per stimolare maggiore efficienza e responsabilità nei governi locali." *Rivista di diritto finanziario e scienza delle finanze*, 1:1–38.

Cameron A. C. and Trivedi P. K. (2005). *Microeconometrics Methods and Applications*. Cambridge

Dafflon, B. and Mischler, P. (2007). *Measuring Local Government Expenditure Needs, chapter Expenditure needs equalization at the local level: methods and practice*. The Copenhagen Workshop.

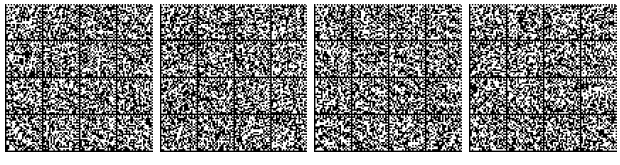
Mundlak, Y. 1978. "On the Pooling of Time Series and Cross Section Data." *Econometrica* 46 (1): 69–85.

OECD (1981). "Measuring local expenditure needs: the Copenhagen workshop." *OECD Urban Management Studies*.

Pluemper T. and Troeger V. E., (2007), "Efficient Estimation of Time-Invariant and Rarely Changing Variables in Finite Sample Panel Analyses with Unit Fixed Effects." *Political Analysis*, 15, issue 2, p. 124-139.

Porcelli, F. (2015). "The evaluation of standard expenditure needs of municipalities the case of social care services in Italy." *The Italian Journal of Public Economics*, 3(123-157).

Porcelli, F., Vidoli, F., Dispotico, R., and Ballanti, D. (2016). Public Sector Economics and the Need for Reforms, chapter *Measuring public sector performance: a four quadrants model to monitor local governments efficiency*. MIT Press.

Porcelli F. and Vidoli F. 2019. "A comprehensive model for the evaluation of standard expenditure needs and standard level of local services". *Local Governments Studies*. (Forthcoming). DOI 10.1080/03003930.2019.1682558

Reschovsky, A. (2007). Intergovernmental fiscal grants: Principles and practice, chapter *Compensating Local Governments for Differences in Expenditure Needs in a Horizontal Fiscal Equalization Program.* World Bank.