

UNIVERSITA' DEGLI STUDI "G. d'Annunzio"
Chieti-Pescara

SCUOLA SUPERIORE "G. d'Annunzio"

DOTTORATO IN BUSINESS, INSTITUTIONS, MARKETS (BIM)

CICLO XXVII

***Efficienza ambientale e benchmarking nelle public utilities e nei
settori regolamentati***

Dipartimento di Scienze Giuridiche e Sociali

Dottorando:
Andrea Di Sante Fiore

Tutor:
Prof. Alessandro Sarra

Coordinatore del Corso di Dottorato:
Prof. Marco Angelone

Anni Accademici 2021/2024



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo



PON
RICERCA
E INNOVAZIONE
2014-2020

REACT EU

*La borsa di dottorato è stata cofinanziata con risorse del
Programma Operativo Nazionale Ricerca e Innovazione 2014-2020, risorse FSE REACT-EU
Azione IV.4 "Dottorati e contratti di ricerca su tematiche dell'innovazione"
e Azione IV.5 "Dottorati su tematiche Green"*

Sommario

Introduzione	4
Il settore dei rifiuti	7
<i>Definizione di rifiuto</i>	7
<i>La gestione dei rifiuti – definizione e descrizione delle fasi</i>	8
<i>L’organizzazione della gestione dei rifiuti – l’impianto pre- “Decreto Ronchi”</i>	10
<i>L’organizzazione della gestione dei rifiuti – il “Decreto Ronchi” e i successivi interventi normativi</i>	11
<i>Lo scenario attuale</i>	12
Il settore della vendita al dettaglio di energia elettrica e gas	13
<i>Il primo “pacchetto energia” – le Direttive 96/92/CE e 98/30/CE e il loro recepimento</i>	13
<i>Il secondo pacchetto energia – le Direttive 2003/54/CE e 2003/55/CE</i>	15
<i>Il passaggio dal regime tutelato a quello libero</i>	15
<i>Lo scenario attuale</i>	16
Riferimenti bibliografici.....	17
1. Forma di gestione ed efficienza, un’analisi del servizio di raccolta e smaltimento dei rifiuti solidi urbani nei comuni italiani virtuosi (Di Sante Fiore e Sarra, 2023).	19
Introduzione.....	19
1. Research question	19
2. Stato dell’arte.....	21
3. Metodo.....	22
4. Dati	26
5. Risultati.....	29
<i>5.1 Stima dell’efficienza manageriale</i>	29
<i>5.2 Stima della meta-efficienza</i>	29
<i>5.3 Stima dell’efficienza della proprietà (Technology Gap Ratio)</i>	31
6. Conclusioni e implicazioni di policy	32
<i>6.1 Conclusioni</i>	32
<i>6.2 Implicazioni di policy</i>	33
Appendice.....	33
Bibliografia.....	35
2. Integrating Non-Parametric Efficiency Measures and Cluster Analysis to Support Urban Waste Management Entrustment Decisions	40
Introduzione.....	40
1. Research Question	41
2. Stato dell’arte.....	43
3. Metodologia.....	45

<i>Directional distance function</i>	46
<i>Meta-frontiera</i>	47
4. Dati e Variabili.....	49
<i>Cluster Analysis</i>	49
<i>DDF, variaibli Input e Output</i>	50
<i>Meta frontiera e sub-tecnologie produttive</i>	50
5. Risultati.....	51
<i>Risultati della cluster analysis</i>	52
<i>Risultati della DDF</i>	55
<i>Efficienza locale</i>	55
<i>Meta-efficienza</i>	56
<i>MTR- Meta-technology ratio</i>	57
<i>Diagnostica</i>	58
6. Conclusioni e implicazioni di policy	58
Appendice.....	61
Bibliografia.....	62
3. Indagine sui customer behaviour nei mercati dell'energia elettrica e nel gas: lo studio del churn rate per Metamer S.r.l.	67
Introduzione.....	67
1. L'impresa Metamer S.r.l.	68
<i>1.1 La filiera del gas</i>	69
<i>1.2 la filiera dell'energia</i>	70
2. Evidenze dalla letteratura	72
3. Metodologia.....	73
4. Dati e variabili	74
5. Risultati.....	77
6. Conclusioni e sviluppi futuri	81
Appendice.....	84
Bibliografia.....	86

Introduzione

L'obiettivo del Progetto di Dottorato è l'applicazione di tecniche quantitative per misurare l'efficienza di settori regolamentati. L'analisi mira a supportare la regolamentazione di queste industrie e approfondire tematiche di interesse rilevanti per le utilities che vi operano, contribuendo in questo modo al miglioramento delle performance e alla promozione di una gestione più efficiente dei servizi erogati.

I settori analizzati in questa Tesi sono quelli della gestione dei rifiuti urbani e della vendita al dettaglio di energia elettrica e gas. Entrambi sono stati sottoposti a diversi interventi normativi volti a promuoverne la riorganizzazione e la liberalizzazione. Nel settore dei rifiuti l'intervento – non sempre organico – del Legislatore italiano ha sollevato numerosi interrogativi riguardo il pieno raggiungimento degli obiettivi indicati dalle riforme e, in via generale, ha lasciato dubbi sul livello di efficienza raggiunto dall'industria. Nel settore della vendita al dettaglio di energia elettrica e gas, la previsione legislativa del *phase out* del mercato tutelato ha aperto alla concorrenza delle utilities un vasto bacino di utenze domestiche e PMI. Questo ha intensificato la competizione tra le imprese per l'acquisizione di nuovi clienti e l'incremento della quota di mercato tramite azioni commerciali efficaci.

La Tesi è composta da tre studi, due riguardano il settore dei rifiuti, l'ultimo, sviluppato durante il periodo di visita aziendale prevista dal Programma di Dottorato, verte sul mercato della vendita al dettaglio di energia. Le prime due analisi cercano di rispondere a degli interrogativi di *policy* sollevati dallo stato attuale del settore e dai recenti interventi normativi in materia. L'ultima, invece, risponde all'esigenza dell'Impresa Ospitante di attuare azioni per realizzare un'efficiente *customer retention*.

In particolar modo:

- Nell'articolo “*Forma di gestione ed efficienza, un'analisi del servizio di raccolta e smaltimento dei rifiuti solidi urbani nei comuni italiani virtuosi*”, contenuto nel Capitolo 1 e pubblicato per la rivista L'Industria, è condotta un'analisi di benchmarking per verificare se la previsione della Legge 118/2022 riesca ad assicurare una gestione efficiente del servizio. L'intervento, infatti, segna un cambio di paradigma che apre nuovamente alla gestione pubblica dopo anni di limitazioni normative alla gestione in-house, in favore di alternative private o partecipata. Considerata l'eterogeneità del settore e la tendenza degli enti locali di mantenere il controllo sui servizi pubblici, lo studio analizza quale tra le modalità di gestione – pubblica, privata o mista – sia più efficiente dal punto di vista economico. Concentrandosi sul caso italiano, la ricerca mira a superare una delle principali limitazioni riscontrate nella letteratura esistente, ossia l'utilizzo di dataset di piccole dimensioni. A tal fine, è stato costruito un dataset ad hoc, integrando diverse fonti, che comprende 1.453 comuni appartenenti a cinque regioni a statuto ordinario. L'analisi dell'efficienza è stata condotta applicando la metodologia della Data Envelopment Analysis.

- Nell'articolo "*Integrating Non-Parametric Efficiency Measures and Cluster Analysis to Support Urban Waste Management Entrustment Decisions*", contenuto nel Capitolo 2 e sviluppato durante il periodo di visiting estero presso l'Aston University di Birmingham (UK), è stata applicata un'analisi di benchmarking a due fasi. Con questa tecnica, applicata per la prima volta nel settore, si è tentato di superare alcune delle criticità emerse dalle previsioni del Decreto Legislativo 201/2022 sul riordino della disciplina del servizio, offrendo al contempo evidenze empiriche sulla modalità di gestione più efficiente. L'analisi approfondisce e amplia i temi trattati nel primo articolo, non solo alla luce dei nuovi contenuti normativi introdotti dal Decreto, ma anche con l'intento di superare alcune limitazioni metodologiche riscontrate nello studio precedente. In particolare, l'analisi di efficienza è stata estesa integrando anche considerazioni di tipo ambientale, oltre a quelle di natura economica, attraverso la misurazione della cosiddetta eco-efficienza. Questo approccio risulta particolarmente rilevante alla luce degli obiettivi di riciclo e recupero stabiliti dalle normative nazionali e comunitarie. La tecnica a due stadi adottata, che combina un'analisi di benchmarking basata sulla Data Envelopment Analysis con una cluster analysis, consente di modellare in modo più accurato le variabili ambientali che influenzano il processo produttivo. Ciò permette di superare alcune criticità evidenziate dagli studi di benchmarking presenti in letteratura, come il problema della separabilità e la sovrastima dei punteggi di efficienza. Inoltre, lo studio estende significativamente il campione analizzato, includendo comuni provenienti dalle 15 regioni a statuto ordinario, migliorando così la robustezza dei risultati.
- Nel caso studio "*Indagine sui customer behaviour nei mercati dell'energia elettrica e nel gas: lo studio del churn rate per Metamer S.r.l.*", contenuto nel Capitolo 3 e sviluppato in collaborazione con l'impresa ospitante, è stato applicato un modello di regressione logistica per indagare sulle determinanti del tasso di abbandono dei clienti domestici gas e luce. L'analisi ha risposto all'esigenza dell'impresa di comprendere meglio i fattori che influenzano la fedeltà della clientela, con l'obiettivo di orientare strategie di *customer retention* più efficaci, e si è basata sulle evidenze emerse dalla letteratura scientifica di riferimento. I risultati ottenuti sono fortemente *context-driven*, riflettendo le specificità del mercato locale e del portafoglio clienti dell'azienda.

L'eterogeneità dei settori analizzati e delle tecniche applicate per rispondere ai quesiti di ricerca ha comportato la consultazione di due filoni diversi di letteratura scientifica. La prima analisi sullo stato dell'arte, svolta nel primo anno di Dottorato e aggiornata durante il periodo di visiting estero, ha riguardato la misurazione dell'efficienza nel settore dei rifiuti. La seconda, condotta durante il terzo anno, è stata focalizzata sull'analisi dei *customer behaviour* nel mercato dell'energia.

Per sviluppare i lavori proposti in questa tesi, inoltre, sono state create due apposite banche dati. Per i primi due articoli, è stato costituito un database contenente informazioni su più di 5.000 comuni italiani per un arco temporale di tre anni – frutto di un'attività di raccordo, selezione e pulizia di dati secondari – che ad oggi

risulta unico in Italia per la tipologia di dati contenuti. Nell'ultimo lavoro, invece, il database ha incluso dati *firm-level*.

Le tecniche quantitative applicate negli elaborati sono di due tipi. Nei primi due studi, è stata applicata la tecnica non parametrica della Data Envelopment Analysis, nell'ultimo un modello di regressione logistica per dati sezionali. La spiegazione di queste tecniche è contenuta nei paragrafi sulla metodologia di ciascun lavoro.

Sia l'industria dei rifiuti che quella energetica sono settori integrati, divisi in una serie di attività, sottoposte a diverse tipologie di regolamentazione e a cui partecipano una pluralità di attori economici eterogenei tra loro. Per facilitare la comprensione del funzionamento dei due compartimenti, questo capitolo introduttivo comprende:

- La descrizione delle attività che compongono il servizio di gestione dei rifiuti, il richiamo degli interventi normativi di maggiore impatto sul settore e una descrizione sintetica dello stato attuale del settore;
- La descrizione del segmento della vendita al dettaglio di energia elettrica e gas, il richiamo degli interventi normativi di maggiore impatto sul compartimento e una descrizione sintetica dello stato attuale del settore

Il settore dei rifiuti

Il settore dei rifiuti italiano è stato protagonista di numerosi interventi normativi che ne hanno cambiato profondamente l'organizzazione e la composizione. Le azioni legislative, spesso frammentarie, erano finalizzate alla liberalizzazione dell'industria e all'incremento dell'efficienza, con risultati la cui efficacia continua ad essere oggetto di dibattito.

I paragrafi seguenti offrono una sintesi del funzionamento del settore, partendo dalla definizione di rifiuto data dal Testo Unico Ambientale, passando poi per la descrizione dei principali interventi sull'organizzazione del settore.

Definizione di rifiuto

Il Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n.152 (noto anche come “Testo Unico Ambientale” o TUA) definisce all'art.138 il rifiuto come “qualsiasi sostanza od oggetto di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi”. Pertanto, ogni oggetto che viene avviato alle operazioni di smaltimento o recupero per volontà o obbligo di chi l'ha in carico (il detentore) è classificabile come rifiuto.

Il Testo Unico Ambientale individua due tipologie di rifiuti:

- Rifiuti Urbani (art. 183, comma 1, lett. b-bis), che comprendono i rifiuti domestici indifferenziati e da raccolta differenziata (tra cui: carta e cartone, vetro, metalli, plastica, rifiuti organici, legno, tessili, imballaggi, RAEE, pile, rifiuti ingombranti); i rifiuti non domestici assimilabili per natura e composizione a quelli domestici; rifiuti da spazzamento delle strade e da svuotamento dei cestini; rifiuti giacenti sulle strade ed aree pubbliche o ad uso pubblico; rifiuti provenienti dalla manutenzione del verde pubblico e rifiuti provenienti da attività cimiteriali
- Rifiuti Speciali (art. 184 comma 3), ossia: rifiuti da attività agricole e agro-industriali; da attività di demolizione, costruzione e scavo; da lavorazioni industriali, artigianali, commerciali e di servizio; i rifiuti da attività sanitarie e i rifiuti derivante dall'attività di trattamento e depurazione delle acque e dall'attività di recupero e smaltimento dei rifiuti.

A differenza dei Rifiuti Speciali, provenienti esclusivamente da attività non domestiche, i Rifiuti Urbani comprendono anche quelli da attività non domestiche, purché rispettino i requisiti indicati nell'Allegato L-quater del Testo Unico.

Inoltre, sulla base della loro pericolosità, i rifiuti sono distinti in:

- Rifiuti pericolosi, ossia quelli espressamente elencanti nell'Allegato I al Testo Unico;
- Rifiuti non pericolosi, ossia quelli che non rientrano in quelli elencati nel suddetto Allegato.

Con i primi che seguono un ciclo di gestione differente da quelli non pericolosi¹.

¹ Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (https://www.mase.gov.it/pagina/sportello-digitale-unico#rifiuti_pericolosi)

La gestione dei rifiuti – definizione e descrizione delle fasi

L'art. 183 Testo Unico Ambientale definisce la gestione dei rifiuti come l'insieme di attività di raccolta, trasporto, recupero e smaltimento dei rifiuti, compresi la supervisione di queste attività e gli interventi successivi alla chiusura degli impianti di smaltimento. Ai sensi degli artt. 177 e 198 del Testo Unico, la gestione dei rifiuti è considerata attività di pubblico interesse e la sua organizzazione è affidata ai comuni, configurandola come Servizio Pubblico Locale².

È sempre il Testo Unico che interviene con la definizione delle attività che compongono il servizio di gestione dei rifiuti.

Secondo l'art. 183 lett. o), la fase di *raccolta* comprende le attività di prelievo, cernita preliminare, eventuale gestione dei centri di raccolta e raggruppamento dei rifiuti per trasportarli in un impianto di trattamento. In questa fase, il personale addetto raccoglie i rifiuti, conferiti dai cittadini e dalle imprese secondo il sistema di raccolta definito dal comune di riferimento, per trasportarli agli impianti di recupero³.

I sistemi di raccolta rifiuti sono distinti in due tipi principali: di tipo porta a porta e di tipo stradale. Rientrano nel secondo caso i *centri di raccolta*, definiti dal 2010 dall'art. 10 lett. mm) D.lgs. 205/2010 \come “aree presidiate ed allestite [...] per l'attività di raccolta mediante raggruppamento differenziato dei rifiuti [...] conferiti dai detentori per il trasporto agli impianti di recupero e trattamento”. Un tipico esempio di *centro di raccolta* è l'“isola ecologica”, ossia un'area attrezzata con contenitori specifici per le diverse frazioni di rifiuto, in cui le utenze conferiscono i rifiuti. Al contrario, con il “porta a porta” gli operatori effettuano la raccolta in corrispondenza della proprietà delle utenze.

Nella fase di *trasporto*, il personale addetto o *trasportatore* trasferisce i rifiuti raccolti agli impianti designati. Il trasportatore è un soggetto autorizzato all'attività ed iscritto all'Albo Nazionale dei Gestori Ambientali, costituito presso il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MATTM) ai sensi dell'art. 212 TUA. Il trasporto dai punti di raccolta agli impianti può avvenire in un singolo momento ovvero, come disciplinato dall'art. 193 comma 12 TUA, in più fasi di *trasbordo*. In queste fasi, i rifiuti sono spostati dai mezzi di raccolta originari ad altri mezzi oppure depositati temporaneamente in stazioni di trasferimento per poi essere trasportati nei centri di recupero e smaltimento. Il trasporto dei rifiuti ha l'obbligo di tracciabilità, ai sensi dell'art. 188 bis TUA, da realizzarsi con l'uso del Registro Elettronico Nazionale sulla Tracciabilità dei Rifiuti⁴.

Recupero e smaltimento costituiscono le ultime fasi del ciclo dei rifiuti. La loro gestione è regolata dal TUA che all'art. 179 ne stabilisce la gerarchia. In particolare, il comma 1 pone il recupero al di sopra dello smaltimento, evidenziando la preferenza per questa azione⁵.

Gli operatori che svolgono questa attività sono i *gestori* degli impianti e (eventualmente) gli *intermediari*. La principale differenza tra le due figure sta nel fatto che i primi si occupano praticamente delle

² Si veda, ad esempio, Consiglio di Stato, sentenza n. 3895/2020

³ La fase di raccolta è disciplinata dagli Enti Locali e dagli Enti competenti con apposito Regolamento, come previsto dall'art. 198 comma 2.

⁴ L'obbligo di tracciabilità copre anche le figure dei gestori degli impianti e degli intermediari

⁵ Questa previsione è frutto del recepimento della Direttiva 91/156/CEE, discussa nel paragrafo successivo

operazioni di recupero e smaltimento, mentre gli altri si occupano della gestione organizzativa delle fasi, senza acquisire la disponibilità materiale dei rifiuti (Art. 183 lett. l TUA). Entrambi gli agenti devono essere iscritti all'Albo Nazionale dei Gestori (Art. 212 TUA). Inoltre, i *gestori* devono essere autorizzati alla gestione degli impianti ai sensi degli artt. 208-209 TUA. Gli intermediari, invece, devono garantire che i rifiuti siano trasferiti solo a impianti autorizzati.

Ai sensi dell'art. 183, lett. t), la fase di *recupero* consiste in operazioni “il cui principale risultato sia permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile, sostituendo altri materiali che sarebbero stati altrimenti utilizzati per assolvere una particolare funzione [...] nell'economia in generale”. È il TUA stesso ad indicare un elenco non esaustivo di operazioni di recupero (Allegato C, Parte IV), quali, ad esempio l'utilizzo come combustibile o mezzo per produrre energia, la rigenerazione degli oli e il riciclaggio dei metalli. Inoltre, l'art.181 comma 4 TUA promuove le operazioni di recupero e di riciclaggio dei rifiuti, fissando l'obiettivo di portare la “preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio dei rifiuti urbani” al 65% entro il 2035.

La definizione di *smaltimento* è individuata in via residuale, essendo definito dall'art. 183, comma 1 lett. z) come “qualsiasi operazione *diversa* da recupero, anche quando ha come conseguenza secondaria il recupero di sostanze o di energia”. Anche per le operazioni di smaltimento il TUA fornisce un elenco non esaustivo di azioni (Allegato B, Parte IV), come il deposito in discarica, nel sottosuolo e l'incenerimento senza recupero energetico.

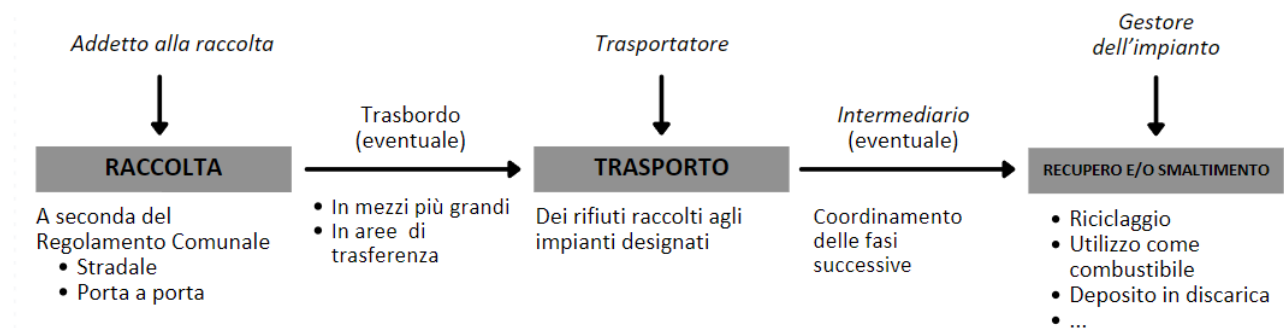


Fig.1 – Le fasi della gestione dei rifiuti (elaborazione dell'Autore).

L'organizzazione della gestione dei rifiuti – l'impianto pre- "Decreto Ronchi"

Il primo intervento del legislatore Italiano in materia di servizi pubblici locali risale alla L. 103/1903, nota come "Legge Giolitti sulla municipalizzazione". L'impianto di questa legge, successivamente confluito nel R.D. 2578/1925 rappresentò per quasi un secolo il principale riferimento normativo in tema di servizi pubblici locali.

Pur non fornendo una definizione esplicita di servizio pubblico, la Legge Giolitti stabiliva le condizioni affinché i comuni potessero gestirli direttamente. In particolare, l'art.1 elencava in via non esaustiva i servizi che i comuni potevano amministrare avvalendosi di *aziende speciali*. Queste erano enti strumentali, di diritto pubblico, dotati di personalità giuridica e autonomia finanziaria (art.2 L.103/1903).

Nel caso del servizio di gestione dei rifiuti, la Legge Giolitti operava un'ulteriore distinzione all'art. 15 comma 1, indicando che tra i servizi elencati all'art. 1, quello di "pulizia pubblica e sgombrare di immondizie di case" potesse essere esercitato *in economia*, senza la necessità di costituire un'azienda speciale. In questo caso era direttamente il comune a gestire il servizio tramite un ufficio preposto. È evidente che l'obiettivo di tale gestione, rientrando nelle attività ordinarie del comune, fosse la mera erogazione del servizio e non il perseguimento del profitto. Questo impianto normativo causò l'elevata frammentazione del servizio rifiuti, che venne organizzato prevalentemente su base comunale, e non contrastò le deboli performance economico-finanziarie della gestione in economia, che ricaddero sui bilanci comunali.

Le criticità del sistema furono oggetto di attenzione del legislatore a partire dagli anni '90. In quel periodo, l'Italia recepì tre normative comunitarie in tema di rifiuti che richiedevano una riforma nell'organizzazione del servizio:

- La Direttiva 91/156/CEE, relativa ai rifiuti, che stabiliva all'art. 3 una *gerarchia* nella gestione dei rifiuti che ne prioritizzava il recupero e il riciclaggio;
- La Direttiva 91/689/CEE, sulla gestione dei rifiuti pericolosi;
- La Direttiva 94/62/CE sulla gestione degli imballaggi.

Il recepimento di queste direttive richiedeva, infatti, una visione integrata e coordinata del ciclo dei rifiuti, che favorisse il riciclaggio rispetto allo smaltimento ed evitasse le frequenti situazioni emergenziali emerse nel Paese.⁶

Alla riforma del settore concorsero anche fattori economici, tra cui la necessità di limitare gli elevati costi di gestione, che gravavano sulle finanze pubbliche, e il nuovo orientamento del codice sugli appalti pubblici (D.lgs. 157/1995) che promuoveva la concorrenza nella selezione dei fornitori di servizi pubblici.

Le necessità ambientali ed economiche di intervento sul servizio di gestione dei rifiuti trovarono risposta nel Decreto Ronchi, illustrato nel paragrafo successivo.

⁶ Si pensi alla crisi di Milano del 1995 e a quella della Campania del 1994

L'organizzazione della gestione dei rifiuti – il “Decreto Ronchi” e i successivi interventi normativi

Con l'introduzione del D.lgs 22/1997 (“Decreto Ronchi”, successivamente abrogato dal Testo Unico Ambientale) il legislatore italiano ha effettuato un intervento organico che ha modificato profondamente l'assetto organizzativo vigente nel settore.

Il Decreto Ronchi ha affrontato il problema della frammentazione del servizio introducendo all'art.19 comma 1 lett. i) il concetto di gestione integrata dei rifiuti, da realizzarsi sulla base di Ambiti Territoriali Ottimali (ATO) inche divduati dalle Regioni (art.19, comma 1, lett. g) e con un'estensione territoriale quantomeno provinciale (art. 23). Ogni ATO, al quale partecipano obbligatoriamente i comuni inclusi nei suoi confini (art. 3-bis, comma 1-bis, D.L. 138/2011), è gestito dall'Ente di Governo (EGATO), responsabile dell'organizzazione del servizio, della scelta della modalità di gestione, dell'approvazione delle tariffe e dei piani d'ambito⁷. La legge “Sblocca Italia” (L.164/2014) ha inoltre previsto la possibilità di individuare sub-ATO nel caso di specifiche necessità degli Enti Locali. L'organizzazione del servizio tramite ATO è derogabile, ai sensi dell'art. 200 comma 7 del Testo Unico Ambientale, nei casi in cui i modelli alternativi proposti dalle regioni si dimostrino adeguati rispetto agli obiettivi strategici determinati per il settore.

Le previsioni dell'art.23 del Decreto Ronchi hanno segnato il superamento della gestione “in economia” a favore dell'indizione di procedure concorsuali per l'affidamento del servizio. Il tema dell'affidamento è stato al centro di numerosi interventi normativi, che hanno riflettuto la volontà più o meno esplicita del legislatore di incentivare il ricorso alla gestione privata.

Nei primi anni 2000 il legislatore ha manifestato una netta preferenza per l'affidamento tramite gara. In tal senso, importante è la previsione dell'art.35 della Legge Finanziaria 2002 (L. 448/2001), che ha modificato l'art.113 del Testo Unico sugli Enti Locali (D.lgs. 267/2000). Al comma 5 del suddeto articolo è stabilito che l'erogazione dei servizi pubblici debba avveinre “in regime di concorrenza [...] col conferimento della titolarità del servizio a società di capitali individuate attraverso l'espletamento di gare”. Anche il Testo Unico Ambientale, che ha abrogato il Decreto Ronchi, prescrive l'aggiudicamento del servizio tramite gare.

Il favore del legislatore per l'affidamento ad imprese private è stato ulteriormente rafforzato con la premivisione del comma 3 art. 23-bis D.l. 112/2008, che sanciva l'eccezionalità del ricorso alla gestione in house per l'affidamento dei servizi pubblici, e dall'art.14 D.L. 78/2010, il cui comma 32 limitava notevolmente la partecipazione dei piccoli comuni in società di capitali⁸.

Tuttavia, la spinta verso liberalizzazione del servizio ha subito un duplice stop: il primo causato dal referendum del 12 e 13 giugno 2011, che ha abrogato l'art.23-bis D.L. 112/2008; il secondo con la sentenza della Corte Costituzionale n. 191/2012 che ha dichiarato l'illegittimità delle disposizioni post-referendum (D.L. 138/2011) in quanto dirette a ripristinare le norme abrogate dalla volontà popolare.

Di conseguenza, negli ultimi interventi normativi in materia di regolamentazione, ossia la L.118/2022 sulla Concorrenza e il D.L. 201/2022 sul riordino della disciplina dei servizi pubblici locali, non si riscontra

⁷ Sulla base del Testo Unico Ambientale, il Piano d'Ambito definisce le modalità e i tempi di attuazione della gestione dei rifiuti urbani (Art.199 e ss.)

⁸ Nello specifico, la previsione vietava per i comuni con meno di 30.000 abitanti di costituire società e di mettere in liquidazione le quote societarie già possedute.

più un esplicito contrasto all'affidamento diretto. In particolare, il D.L. 201/2022 stabilisce all'art.14 che la scelta della modalità di affidamento del servizio debba essere motivata sulla base di una relazione da parte del comune, che può tener conto anche delle esperienze passate di gestione. Secondo questa previsione, dunque, l'affidamento diretto torna ad essere una delle opzioni a disposizione degli enti locali per organizzare il servizio e non è più da considerarsi una mera opzione residuale.

Le implicazioni di questi due ultimi interventi sull'efficienza economica ed ambientale del settore costituiscono l'oggetto delle analisi dei Capitoli 1 e 2.

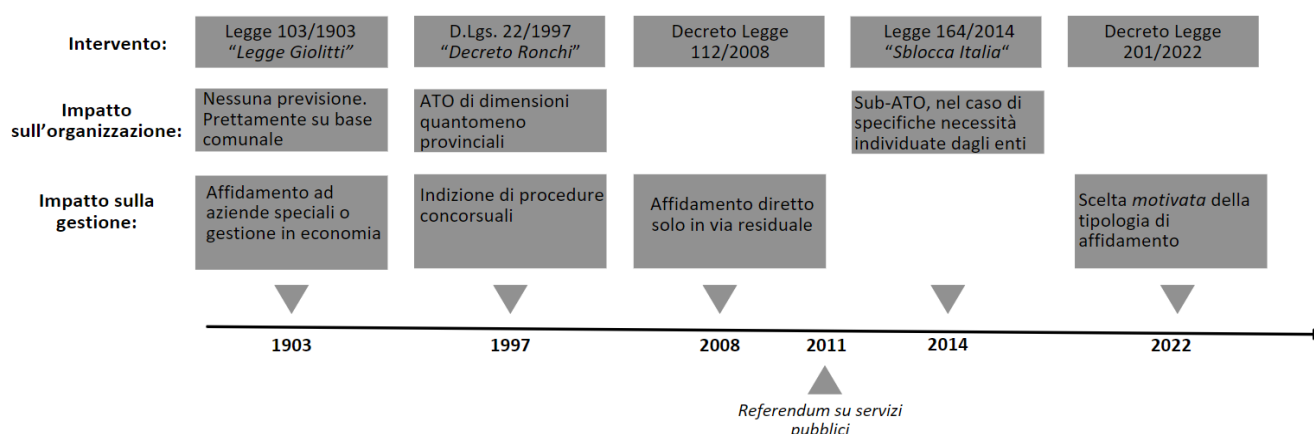


Fig.2 – I principali interventi normativi e il loro impatto sull'organizzazione e sulla gestione (elaborazione dell'Autore)

Lo scenario attuale

Come evidenziato dalla ricerca di Invitalia (2020), il servizio di gestione dei rifiuti è organizzato in 76 Ambiti Territoriali Ottimali. Il ricorso agli ATO è stato adottato da tutte le Regioni, ad eccezione delle Province Autonome di Trento e Bolzano (che hanno istituito un Ambito Territoriale di dimensione provinciale) e della Lombardia, che ai sensi della Legge Regionale 26/2003 attribuisce la gestione ai comuni. L'esenzione dell'ATO è per la maggior parte provinciale (46% dei casi), tuttavia in deroga con le previsioni generali del Testo Unico Ambientale, il 33% degli ATO ha una dimensione inferiore ai confini provinciali. Sono 242, inoltre, i bacini sub-ATO, distribuiti tra 12 regioni.

Dal punto di vista operativo, la ricerca di Invitalia sottolinea che in 35 ATO l'Ente di Governo non è pienamente operativo, mentre 3 regioni (più la Lombardia) non hanno ancora istituito gli enti di governo. Si evidenzia, inoltre, una tendenza alla duplicazione di funzioni tra EGATO ed enti locali ricadenti nei sub-ATO, che molto spesso organizzano direttamente le procedure concorsuali, andando a moltiplicare il numero delle stazioni appaltanti.

In totale, sono registrate 803 gestioni attive, con una popolazione media servita di circa 62.000 abitanti. Il servizio viene affidato prevalentemente tramite gara (58% delle gestioni), seguito dalla gestione in house (30%) e dalla gestione mista (4%). La gestione in economia è residuale (2%). È importante, tuttavia, sottolineare che nei comuni di dimensione più grande prevale l'affidamento pubblico. Inoltre, l'Autorità

anticorruzione ha riportato che nel quinquennio 2016-2020 il 70% dei nuovi affidamenti è in house⁹, segnando un netto ritorno del modello di gestione pubblica.

Infine, la durata dell'affidamento varia a seconda della modalità di gestione vigente. L'affidamento in-house dura mediamente 16,6 anni, mentre la gestione privata 7,45 anni e quella mista 15,6 anni.

Il settore della vendita al dettaglio di energia elettrica e gas.

La vendita al dettaglio consiste nella commercializzazione di gas e luce al cliente finale, ossia quella persona (fisica o giuridica) che acquista esclusivamente per uso proprio (Direttiva 96/92/CE). È un settore collocato a valle della filiera energetica, aperto alla concorrenza a partire dagli anni '90 grazie all'impulso della Comunità Europea volto alla costituzione di un mercato unico dell'energia.

La liberalizzazione del settore ha richiesto il susseguirsi di numerosi interventi normativi, sia comunitari che nazionali. Questo perché la filiera energetica di numerosi Stati europei, fino agli anni '90, era caratterizzata dalla presenza di un monopolista pubblico integrato (in Italia, Enel era il monopolista dell'energia elettrica, Eni quello del gas). Di conseguenza, le azioni del legislatore europeo hanno avuto tra i primi obiettivi la suddivisione delle filiere energetiche in settori separati e l'*unbundling* (separazione) dei monopolisti integrati.

La vendita al dettaglio, dunque, è un'industria costituitasi relativamente di recente e rappresenta la parte finale di una filiera lunga, in cui agiscono diversi attori economici. Una descrizione del funzionamento della filiera è contenuta nel Capitolo 3, in cui è trattato il caso studio analizzato durante il periodo di visiting aziendale. Nei paragrafi successivi, invece, sono introdotti gli interventi-chiave per la costituzione dell'industria della vendita al dettaglio.

Il primo “pacchetto energia” – le Direttive 96/92/CE e 98/30/CE e il loro recepimento

Le Direttive 96/92/CE sul settore dell'energia e 98/30/CE sul settore del gas naturale costituiscono il primo pacchetto legislativo comunitario in tema di energia. Ciò ha introdotto una prima liberalizzazione dei mercati energetici nazionali, prevedendo l'apertura di alcuni segmenti della filiera alla concorrenza e introducendo le prime misure di *unbundling*.

Sulla prima azione, è importante sottolineare che la scomposizione della filiera in diversi settori non ha comportato l'introduzione *tout court* della concorrenza. Infatti, il D.lgs 79/1999 (“Decreto Bersani”), recependo la Direttiva 96/92/CE, all'art.1 scompone la filiera energetica in una serie di attività:

- Attività di produzione/approvvisionamento, da aprire alla concorrenza;
- Attività di trasmissione e dispacciamento, da svolgersi in regime di monopolio naturale
- Attività di distribuzione, da svolgersi in regime di concessione;
- Attività di vendita, da svolgersi in regime concorrenziale.

⁹ ANAC (<https://www.anticorruzione.it/-/affidamenti-in-house-%C3%A8-l-eccezione-non-la-regola-nuove-linee-guida-di-anac-per-favorire-maggiore-concorrenza>)

Un'approccio simile è adottato dal D.lgs 164/2000 (c.d. "Decreto Letta") sul gas che, attuando la Direttiva 98/30/CE, divide la filiera in:

- Attività di produzione/produzione/approvvisionamento, in cui la concorrenza è libera;
- Attività di trasporto, configurato come monopolio naturale;
- Attività di stoccaggio e di distribuzione, da svolgersi in regime di concessione;
- Attività di vendita, da aprire alla concorrenza.

Entrambi i Decreti, dunque, riconoscono il monopolio naturale nella gestione delle reti di trasmissione e trasporto. Per le altre attività della filiera, viene promossa la concorrenza in due modi differenti: *nel* mercato per la produzione/approvvisionamento e vendita, *per* il mercato nelle attività di distribuzione e stoccaggio.

In tema di unbundling, il primo pacchetto energia prevede una separazione "minima" o *contabile* delle imprese integrate (Capitolo VI Direttiva 98/30/CE e Capitolo VI Direttiva 96/92/CE). Tuttavia, nel caso in cui il monopolista integrato fosse stato anche il gestore della rete, l'art.7 paragrafo 6 Direttiva 96/92/CE prevede espressamente la separazione societaria di questa attività.

Infine, per garantire la *workable competition*, le direttive sanciscono il principio del *third-party access*, ossia il diritto all'accesso equo e non discriminatorio delle reti (Art. 17 Direttiva 96/96/CE, Art. 16 Direttiva 98/30/CE).

Nel recepire le norme comunitarie, il legislatore italiano ha compiuto un ulteriore passo in avanti in tema separazione. Nel mercato elettrico, l'art.1 comma 4 del Decreto Bersani stabilisce l'unbundling contabile e amministrativo delle attività della filiera. Successivamente, al Titolo III ("*Disposizioni per l'attuazione della nuova disciplina del mercato elettrico*"), l'art.13 disegna il nuovo assetto societario del monopolista integrato, imponendo la separazione societaria delle attività di produzione, distribuzione, vendita e gestione della rete di trasmissione. Per mercato del gas, l'articolo 21 del Decreto Letta prescrive l'unbundling contabile per le attività di distribuzione e vendita, mentre impone la separazione societaria per le attività di trasporto, dispacciamento e stoccaggio.

È importante sottolineare che il Primo Pacchetto energetico ha stabilito un mercato di vendita ristretto, basato sul concetto di *idoneità* del cliente. La previsione serviva per favorire un'apertura graduale del settore alla concorrenza e rimetteva agli Stati l'individuazione delle soglie di idoneità dei clienti.

Per il settore del gas, il Decreto Letta stabilisce all'art.14 le soglie di consumo per cui un cliente è considerato *idoneo* alla libera scelta del proprio fornitore. Tali soglie sono decrescenti, fino alla completa apertura del mercato, prevista per il 1° gennaio 2003. Contestualmente, per tutelare lo sviluppo della concorrenza, l'art.19 vietava fino al 31 Dicembre 2010 il possesso quote di mercato superiori al 50%. Anche il Decreto Bersani individua all'art. 14 delle soglie decrescenti di idoneità dei clienti.

Il secondo pacchetto energia – le Direttive 2003/54/CE e 2003/55/CE

Il secondo pacchetto energia, intervenuto abrogando il primo, ha previsto un allargamento del mercato libero e ulteriori azioni di *unbundling* della filiera. Tra gli interventi più significativi, l'art.21 Direttiva 2003/54/CE sul mercato dell'energia ha previsto che dal 1°luglio 2007 tutti i clienti finali siano idonei per scegliere il proprio fornitore. Inoltre, ha promosso la separazione giuridica delle attività di trasmissione (art.10) e di distribuzione (art.15). Seguendo lo stesso schema, la Direttiva 2003/55/CE prevede il medesimo termine per l'estensione dell'idoneità (art. 23) e la separazione giuridica delle attività di trasmissione (art.9) e distribuzione (art.13).

Sebbene le date contenute nelle Direttive del secondo pacchetto energia fossero perentorie, l'apertura del mercato alla concorrenza non ha comportato l'obbligo per i clienti finali di scegliere il proprio fornitore. La mancata previsione ha generato una situazione intermedia, in cui il libero mercato è affiancato da un regime tutelato, con prezzi regolati dallo Stato.

Sono le stesse direttive europee a prevedere che gli Stati membri possano porre in atto azioni volte alla protezione dei clienti finali – in particolar modo famiglie e PMI – assicurando la qualità del servizio e una fornitura a “prezzi ragionevoli” (Preambolo Direttiva 2003/54/CE e Preambolo Direttiva 2003/55/CE). In tal senso, l'art.1 comma 2 del D.L. 77/2007 prevede che i clienti idonei che non abbiano effettuato la scelta del fornitore siano compresi in un regime tutelato. L'art.7, il D.L. 93/2011 sostituisce la previsione originale dell'art. 22 Decreto Letta, introducendo il concetto di *cliente vulnerabile*, per il quale è previsto un regime in cui l'Autorità energetica continua “transitoriamente a determinare i prezzi di trasferimento”.

Il servizio di tutela prevede un regime tariffario fissato dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) che viene aggiornato su base periodica. Nel caso del Servizio di Tutela per il gas, l'ARERA determinava, su base trimestrale prima e mensile poi (Delibera 374/2022/R/gas), il prezzo della materia prima, del trasporto, degli oneri di sistema e il margine di redditività del fornitore. Il gas viene poi erogato ai clienti vulnerabili dai fornitori che sottoscrivono contratti di servizio con l'Autorità (Art. 3 paragrafo 3.1 All. A Testo Integrato Vendita Gas). Per il Servizio di Maggior Tutela energia (Delibera 156/07), l'Autorità aggiorna le medesime componenti su base trimestrale. L'acquisto all'ingrosso dell'energia, tuttavia, spetta esclusivamente ad Acquirente unico S.p.A., che provvede alla rivendita ai distributori. Anche in questo caso, l'azienda fornitrice può essere un operatore di mercato abilitato che provvederà ad applicare le tariffe fissate.

Il passaggio dal regime tutelato a quello libero

La fine del regime transitorio di tutela è stata decretata con la Legge annuale per il mercato e la concorrenza del 2018 (L. 124/2017). Questa stabiliva che la cessazione del regime fosse fissata, sia per le PMI che per gli utenti domestici, al 1° gennaio 2019. Le successive integrazioni alla legge hanno rimandato il termine del Servizio di Tutela del gas al 31 dicembre 2023, e del servizio di Maggior Tutela al 30 giugno 2024.

Queste date hanno rappresentato l'ultimo passo per l'apertura del segmento retail alla concorrenza. In realtà, come ricordato dalle Delibere ARERA 362/2023/R/EEL e 102/2023/R/GAS, il segmento dei clienti

domestici *vulnerabili* è escluso dalle disposizioni della L.124/2017, rimanendo in regime di tutela. Si tratta di utenze che presentano delle specifiche condizioni, legate all'età, allo stato socio-economico e di salute¹⁰.

Nella previsione della mancata scelta del fornitore da parte dei clienti idonei e non vulnerabili, per l'energia elettrica è previsto un regime a Tutele Graduali, il cui termine è previsto per il 31 marzo 2027. Per i clienti gas, invece, è prevista l'opzione di attivare un'offerta PLACET (Prezzo Libero A Condizioni Equiparate di Tutela)¹¹ con condizioni contrattuali standardizzate e definite dall'ARERA¹².

Lo scenario attuale

Tra i segmenti della filiera, quello retail è caratterizzato dal più ampio numero di imprese attive. Secondo il report per il 2023 di ARERA sulla concorrenza¹³, gli operatori del settore elettrico sono 582, mentre quelli del settore gas sono 466. Nel settore energetico, le prime tre imprese detengono il 63% del mercato domestico, mentre la concentrazione per le forniture non residenziali a media e bassa tensione è rispettivamente del 57,4% e 42,6%¹⁴. Nel settore gas l'indice di concentrazione C3 è pari al 52% per il mercato domestico, 37% per i condomini e 29,4% per altri usi.

Dal lato della domanda, circa il 73,1% degli utenti domestici luce e il 69,5% degli utenti domestici gas hanno stipulato un contratto con un operatore di mercato. Nel settore energia, la dinamicità dei clienti domestici è piuttosto bassa. Solo il 15,7% delle utenze ha cambiato fornitore nel 2023 e un altro 15% ha rinegoziato le condizioni con quello attuale. Situazione analoga nel settore gas, dove il tasso di switch dei clienti domestici è al 16,7% e il tasso di rinegoziazione è al 19,8%.

Infine, considerando i contratti attivi, il 66,8% dei contratti di energia elettrica domestica sono a prezzo fisso, rispetto al 31% per la bassa tensione. Nel settore gas, il 44% dei contratti domestici è a prezzo fisso, così come il 13% per i condomini e il 23,3% per altri usi.

L'importante concentrazione del segmento domestico e la scarsa partecipazione della domanda al mercato sono tra le criticità più importanti del settore e costituiscono uno dei punti di partenza per il quesito analizzato al Capitolo 3.

¹⁰ ARERA, clienti luce (<https://www.arera.it/atlante-per-il-consumatore/elettricit /il-mercato-dellenergia/clienti-vulnerabili/chi-sono-i-clienti-vulnerabili>) e clienti gas (<https://www.arera.it/atlante-per-il-consumatore/gas/il-mercato-dellenergia/clienti-vulnerabili/chi-sono-i-clienti-vulnerabili-del-gas-naturale>)

¹¹ In realt , come da Allegato A Delibera 555/2017/R/com, sia le imprese fornitrici di gas che quelle di luce hanno l'obbligo di proporre ai clienti le offerte PLACET.   possibile, dunque, che al termine del Servizio a Tutele Graduali, i consumatori che non abbiano attivato un'offerta commerciale sottoscrivano tale offerta.

¹² ARERA (<https://www.arera.it/consumatori/offerte-standard-per-i-clienti-finali-placet>).

¹³ ARERA (<https://www.arera.it/atti-e-provvedimenti/dettaglio/24/317-24>)

¹⁴ Concentrazione espressa in termini di volume di energia

Riferimenti bibliografici

ARERA, Delibera 102/2023/R/GAS, *Aggiornamenti regolatori per il settore del gas naturale*.

ARERA, Delibera 156/07, *Definizione delle tariffe per il servizio di distribuzione e misura del gas naturale*.

ARERA, Delibera 362/2023/R/EEL, *Aggiornamenti regolatori per il settore dell'energia elettrica*.

ARERA, Delibera 374/2022/R/gas, *Regolazione tariffaria per il settore del gas naturale per l'anno 2022*.

ARERA, Delibera 555/2017/R/com, *Definizione delle condizioni economiche per i clienti finali nel mercato libero*.

Decreto Legislativo 12 marzo 1995, n. 157, *Attuazione della direttiva 92/43/CEE sulla conservazione degli habitat naturali e seminaturali*.

Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, *Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio*.

Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79, *Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica*.

Decreto Legislativo 23 maggio 2000, n. 164, *Attuazione della direttiva 98/30/CE recante norme comuni per il mercato interno del gas naturale*.

Decreto Legislativo 18 agosto 2000, n. 267, *Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali*.

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, *Norme in materia ambientale*.

Decreto-Legge 16 maggio 2007, n. 77, *Misure urgenti per l'adeguamento della normativa nazionale agli obblighi comunitari in materia di energia*.

Decreto-Legge 25 giugno 2008, n. 112, *Disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività e la stabilizzazione della finanza pubblica*.

Decreto-Legge 31 maggio 2010, n. 78, *Misure urgenti in materia di stabilizzazione finanziaria e di competitività economica*.

Decreto-Legge 1 giugno 2011, n. 93, *Disposizioni urgenti per il contenimento della spesa pubblica e per la garanzia dei servizi essenziali*.

Decreto-Legge 13 agosto 2011, n. 138, *Ulteriori misure urgenti per la stabilizzazione finanziaria e lo sviluppo*.

Decreto-Legge 29 dicembre 2022, n. 201, *Disposizioni urgenti in materia di politica energetica nazionale, riforma fiscale e investimenti*.

Direttiva 91/156/CEE, *Modifica della direttiva 75/442/CEE relativa ai rifiuti*.

Direttiva 91/689/CEE, *Relativa ai rifiuti pericolosi*.

Direttiva 94/62/CEE, *Relativa agli imballaggi e ai rifiuti di imballaggio*.

Direttiva 96/92/CEE, *Relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica*.

Direttiva 98/30/CEE, *Relativa a norme comuni per il mercato interno del gas naturale*.

Direttiva 2003/54/CE, *Relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica e che abroga la direttiva 96/92/CE*.

Direttiva 2003/55/CE, *Relativa a norme comuni per il mercato interno del gas naturale e che abroga la direttiva 98/30/CE.*

Invitalia. (2020). *Assetti Organizzativi e Gestionali del Servizio Rifiuti Urbani, Report nazionale.*
https://reopenspl.invitalia.it/-/media/spl/documents/_italia-rifiuti/monitor_spl_gestione_rifiuti_urbani.pdf

Legge 11 maggio 1903, n. 103, *Sull'assunzione diretta dei pubblici servizi da parte dei Comuni.*

Legge 23 dicembre 2001, n. 448, *Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2002).*

Legge 11 novembre 2014, n. 164, *Disposizioni urgenti in materia di semplificazione e crescita.*

Legge 4 agosto 2017, n. 124, *Legge annuale per il mercato e la concorrenza.*

Legge 1° agosto 2022, n. 118, *Delega al Governo per la riforma fiscale e altre disposizioni fiscali e finanziarie.*

Legge Regionale Lombardia 12 dicembre 2003, n. 26, *Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche*

Regio Decreto 30 dicembre 1925, n. 2578, *Approvazione del testo unico della legge sull'assunzione diretta dei pubblici servizi da parte dei comuni e delle province*

1. Forma di gestione ed efficienza, un'analisi del servizio di raccolta e smaltimento dei rifiuti solidi urbani nei comuni italiani virtuosi (Di Sante Fiore e Sarra, 2023).

Il seguente lavoro è stato pubblicato sulla rivista *L'Industria, Rivista di economia e politica industriale* 2/2023 pp. 381-403. Il testo è integralmente riportato a partire dalla Sezione 1, rinominata *Research Question*.

Introduzione

Intervenendo sul settore dei rifiuti, la Legge sulla Concorrenza del 2023 (L. 118/2022) rappresenta una svolta normativa sulla gestione del servizio. Diversamente dai precedenti interventi legislativi, essa non introduce alcuna restrizione all'adozione del modello in-house, che diventa così una delle opzioni a disposizione degli Enti Locali per l'organizzazione del servizio. Questo cambiamento, associato a un crescente ricorso all'affidamento diretto, segna il ritorno della gestione pubblica, storicamente considerata sinonimo di inefficienza.

La radicale trasformazione dell'industria dei rifiuti, avvenuta a partire dalla promulgazione del Decreto Ronchi, ha spinto anche le gestioni in house a raggiungere la sostenibilità economica e finanziaria. Questa, tuttavia, non è automaticamente sinonimo di efficienza nell'erogazione del servizio. Aggiungendo la resistenza dei comuni a cedere il controllo sulla gestione, si profila il rischio di scelte organizzative sub-ottimali che possono gravare sulle finanze pubbliche e sul raggiungimento degli obiettivi ambientali. Di conseguenza, è necessario analizzare quale modello – pubblico, privato o misto – garantisca la maggior efficienza nella gestione del servizio.

Sebbene in Italia la dicotomia pubblico – privato nella gestione dei rifiuti sia stata largamente analizzata, una serie di limitazioni, tra cui l'ampiezza dei campioni utilizzati, non ha permesso di giungere ad una conclusione univoca su quale sia la modalità di affidamento migliore. In questo lavoro, un modello DEA meta-frontiera con sei input non discrezionali è stato applicato ad un campione di 1.453 comuni italiani (pari al 20,1% della popolazione) che hanno raggiunto nel 2018 il 65% di raccolta differenziata, per determinare quale forma di gestione abbia la miglior efficienza produttiva. I risultati dimostrano che nei comuni con meno di 5.000 abitanti le gestioni pubbliche e miste sono le più efficienti. Al crescere della popolazione la scelta migliore è la gestione mista. All'opposto, gli enti meno efficienti sono quelli ad affidamento privato.

1. Research question

Per molto tempo i comuni italiani hanno sofferto di inefficienze nella gestione dei rifiuti solidi urbani, principalmente attribuite a un'organizzazione frammentaria e ad una prevalenza di gestioni di stampo pubblicistico. Queste criticità hanno determinato la sfiducia nei confronti della gestione pubblica, monopolista nel settore, e ha portato ad una serie di tentativi di riforma, volti a:

- 1) Limitare l'affidamento diretto favore dell'indizione di gare. La creazione di concorrenza *per* il mercato e l'apertura del settore ai privati, considerati più efficienti del pubblico, avrebbero dovuto portare ad un abbassamento dei costi sostenuti dai comuni;
- 2) Promuovere la gestione aggregata del servizio. In questo modo gli operatori del settore avrebbero potuto sfruttare economie di scala nella gestione.

La faticosa evoluzione normativa e la resistenza degli enti locali, poco desiderosi di cedere il controllo sull'attività, hanno causato il fallimento delle riforme. Tuttora è prevalente l'affidamento su base comunale (AGCM, 2016) e il ricorso all'in-house è sistematico. Secondo l'ANAC¹⁵, tra il 2016 e il 2020 il 70% degli affidamenti è avvenuto senza procedure competitive. Invitalia (2020) afferma che il 56% degli operatori è collegato direttamente o indirettamente ad un ente pubblico.

Eppure, il settore dei rifiuti non è rimasto ancorato ai vecchi assetti organizzativi, ma è stato investito da un processo di trasformazione che ha coinvolto comuni ed operatori. Ad oggi sembra cambiato il *sentiment* nei confronti delle gestioni pubbliche. Queste, nonostante il razionamento dei budget comunali (Zafra-Gomez et al., 2013), hanno raggiunto l'equilibrio economico-finanziario (Massarutto, 2022). Anche a livello legislativo, nell'ultimo intervento sul settore (L. 118/2022, "Legge annuale per il mercato e la concorrenza") non si impone il ricorso alle gare e l'in-house non è espressamente limitato.

La sostenibilità del servizio, tuttavia, non può essere il fattore decisivo a favore della gestione pubblica. L'equilibrio economico-finanziario potrebbe essere stato raggiunto con politiche tariffarie onerose per i cittadini. Rimane aperto il tema fondamentale della misurazione delle prestazioni: le gestioni pubbliche sono tuttora strutturalmente inefficienti? Se sì, quanto sono distanti da un modello organizzativo ottimale?

La letteratura ha provato a rispondere a queste domande, senza giungere ad una conclusione definitiva e univoca. Le cause di questa scarsa conclusività sono due. Un fattore è stato la rapida evoluzione del settore e delle gestioni pubbliche. Un altro motivo è di tipo tecnico. Spesso, le analisi hanno riguardato campioni di piccola dimensione o composti da comuni appartenenti ad una singola regione (Guerrini et al., 2017; Romano & Molinos-Senante, 2020).

In questo contributo tentiamo di offrire una risposta superando le difficoltà incontrate negli studi precedenti. L'analisi effettuata ha coinvolto 1.453 Comuni che hanno raggiunto almeno il 65% di raccolta differenziata, obiettivo indicato nel Testo Unico Ambientale (D.lgs. 152/2006), appartenenti, appartenenti a 6 regioni (Abruzzo, Basilicata, Emilia-Romagna, Liguria, Lombardia e Veneto).¹⁶

La misurazione di efficienza è avvenuta applicando un modello di Data Envelopment Analysis (DEA) con meta-frontiera di produzione. L'utilizzo di una tecnica non parametrica, quale la DEA, ha un grande vantaggio: quello di non richiedere assunzioni a priori sulla forma funzionale della frontiera. Così facendo è stata evitata l'errata specificazione del modello, che avrebbe inficiato la qualità dei risultati ottenuti. Il ricorso alla meta-frontiera ha permesso il confronto di efficienza tra le diverse modalità di gestione. Inoltre, in fase di valutazione sono stati considerati degli input non discrezionali che, pur non essendo sotto il diretto controllo dei comuni, influenzano il processo produttivo.

¹⁵ Autorità Nazionale Anticorruzione. <https://www.anticorruzione.it/-/affidamenti-in-house-%C3%A8-l-eccezione-non-la-regola-nuove-linee-guida-di-anac-per-favorire-maggiore-concorrenza>

¹⁶ Sarra et al. (2017) affermano che nella gestione del servizio i comuni affrontano un trade off tra costi e livelli di raccolta differenziata. Pertanto, in fase di misurazione dell'efficienza, hanno considerato l'esistenza di un output non desiderabile (la quantità di rifiuti non differenziati). Questa logica, adottata in diverse ricerche, può essere superata: secondo ISPRA (2022), a livello nazionale la raccolta differenziata raggiunge il 64%. Pertanto, ad oggi gli enti al di sotto del 65% sono da considerare semplicemente inadempienti. Eliminando il trade off output desiderabile – non desiderabile è stato possibile fornire una misurazione di efficienza più accurata.

I risultati ottenuti hanno dimostrato che i comuni fino a 5.000 abitanti sono più efficienti quando affidano il servizio ad un'impresa pubblica o partecipata. Superata la soglia di 5.000 abitanti, prevale la gestione mista. Le conclusioni sull'efficienza relativa dei comuni di piccola dimensione sono invertite rispetto a quanto comunemente ritenuto. Oltre all'equilibrio economico-finanziario, la gestione pubblica è riuscita a migliorare la propria efficienza, dimostrandosi migliore dei privati. Probabilmente l'accresciuta sensibilità ambientale dei cittadini e la riduzione dei budget comunali hanno portato ad una maggiore accountability della politica, responsabile per il servizio. Questi sviluppi hanno contribuito a raggiungere livelli di efficienza superiori rispetto al passato. In maniera ancora più sorprendente, nei comuni più grandi la gestione privata risulta essere la meno efficiente, presumibilmente a causa dell'esistenza di extraprofitti dei gestori.

Lo studio è organizzato nel modo seguente. Nella Sezione 2 è descritto lo stato dell'arte, la Sezione 3 spiega il metodo utilizzato, nella Sezione 4 sono descritti i dati e le variabili impiegate. I risultati ottenuti sono esposti nella Sezione 5, nella Sezione 6 sono esposte le conclusioni e le indicazioni di policy.

2. Stato dell'arte

Il tema del confronto di efficienza tra gestione pubbliche e private nel servizio di igiene urbana è già stato osservato in letteratura, ma gli studi finora condotti non sono conclusivi. In tema di *benchmarking* è possibile individuare due filoni di ricerca: uno basato su tecniche statistiche quali la Stochastic Frontier Analysis (SFA), l'altro su tecniche non parametriche quali la Data Envelopment Analysis (DEA) e la Free Disposal Hull (FDH). Entrambe le tecniche consistono nell'individuazione di una frontiera di produzione efficiente, ma quelle non parametriche non richiedono assunzioni a priori sulla forma funzionale della distribuzione. Questa caratteristica consente di evitare l'errata specificazione del modello e da una certa flessibilità al ricercatore, per tale motivo gli studi basati sulla DEA sono molto frequenti. Il ruolo della proprietà sull'efficienza, inoltre, è stato indagato sia a livello comunale che a livello delle utilities. È importante ricordare che le due misurazioni non sono equivalenti: in caso di inefficienza, i gestori possono partecipare a più gare per raggiungere la dimensione ottima (Carvalho et al., 2015), mentre gli enti possono affidare il servizio ad un'impresa differente. Tra i primi a condurre uno studio sul tema, Bosch et al. (2000) hanno analizzato 75 comuni spagnoli applicando sia la DEA che la SFA. Nella ricerca non sono state trovate evidenze statistiche a favore di uno specifico modello di gestione. Con riferimento al caso spagnolo, delle ricerche (Bel et al., 2014; Bel & Mur, 2009; Pérez-López et al., 2016) hanno indagato sull'efficienza di costo dei comuni, determinando che la gestione associata del servizio è la scelta migliore. Bae (2009), dopo aver calcolato una funzione di costo di 252 comuni degli Stati Uniti, non ha trovato evidenze di una relazione tra proprietà ed efficienza. Tra gli studi sull'efficienza produttiva, Pérez-López et al. (2016) hanno applicato il metodo *order-m* meta-frontiera ad un campione di 771 comuni (dati dal 2007 al 2010) giungendo alla conclusione che la gestione intercomunale è la soluzione più efficiente. Campos-Alba et al. (2019), applicando un modello *order - m* con dati dal 2002 al 2014, hanno indagato su 164 comuni spagnoli, rilevando che la gestione pubblica ha performato meglio. In Portogallo, Carvalho e Marques (2014) hanno indagato l'effetto della proprietà sull'efficienza di 32 utilities utilizzando la

SFA. Secondo gli studiosi, la gestione privata comportava un risparmio di costi di circa il 15%. Amaral et al. (2022) utilizzando un modello *order – m* a due stadi con dati del 2016, 2017 e 2018, hanno condotto un'analisi su 178 utilities portoghesi. Nel loro studio non hanno trovato correlazione tra efficienza e modalità di gestione. Il risultato è stato giustificato con la recente costituzione delle imprese. p

In Italia, il servizio di igiene urbana è stato analizzato da vari punti di vista. Alcune ricerche hanno indagato sull'esistenza di economie di scala (Antonioli & Filippini, 2002), di effetti di interdipendenza spaziale (Agovino et al., 2018; Fusco & Allegrini, 2020) e di specifiche determinanti di costo (Passarini et al., 2011). Altre (lo Storto, 2021) hanno analizzato le variazioni nell'eco-produttività e nell'eco-efficienza. Tra le ricerche che hanno specificatamente trattato del tema della proprietà sull'efficienza, Romano & Molinos-Senante (2020), impiegando dati del 2016 hanno condotto un'analisi DEA meta-frontiera a due stadi su 225 comuni toscani e hanno trovato che i comuni con gestione pubblica raggiungono livelli superiori di ecoefficienza. Nel lavoro di Romano et al. (2021) è stata esaminata la variazione dell'eco-produttività in 67 capoluoghi di provincia nel periodo tra il 2016 e il 2019, mediante l'utilizzo della meta-frontiera e di un indice di Malmquist circolare. Si è osservato che la gestione privata ha registrato l'incremento maggiore in termini di efficienza e produttività. Tuttavia, è da notare che tali dati non hanno conseguito un livello di significatività statistica. Alfiero et al. (2017) hanno applicato un modello non parametrico a più stadi per valutare l'impatto della gestione pubblica sull'efficienza di 64 utilities, quantificandolo in ordine del 33,9% per le società pubbliche e dell'11,6% per quelle partecipate. (Guerrini et al., 2017) hanno calcolato una funzione di costo di 67 comuni della provincia di Verona utilizzando dati del 2015, non trovando evidenze a supporto di una specifica forma di gestione.

Ciò che emerge dalla letteratura è l'assenza di una conclusione univoca sul ruolo giocato dalla tipologia di proprietà sull'efficienza del servizio. Con particolare riferimento al caso italiano, l'estensione limitata dei campioni di analisi e la rapida evoluzione del settore sono tra le cause principali di questi risultati. In questo studio si tenta di offrire una misurazione d'efficienza economica più accurata, sfruttando un campione di grandi dimensioni e considerando dei fattori esogeni come caratterizzanti del processo produttivo.

3. Metodo

La Data Envelopment Analysis è una tecnica matematica di programmazione lineare, introdotta per la prima volta da Charnes et al. (1978) sviluppando i concetti espressi da Farrell (1957), utilizzata per misurare l'efficienza relativa di unità decisionali (Decision Making Units, DMUs) responsabili di un processo produttivo che, utilizzando input condivisi, realizzano degli output comparabili. Una DMU è tecnicamente efficiente nel momento in cui non è in grado di utilizzare un quantitativo inferiore di input senza compromettere il livello di output prodotti (*technical input efficiency*) o quando non è in grado di espandere il livello di output senza intaccare il livello di input (*technical output efficiency*) (Thanassoulis, 2001).

I modelli DEA possono considerare la presenza di rendimenti di scala costanti (Charnes et al. 1978) o variabili (Banker et al., 1984). Un modello DEA orientato all'input può essere scritto come un sistema di equazioni:

$$(1) \text{Min } \theta^{VRS}$$

Sub

$$(2) \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{i0}, \quad i = 1 \dots m$$

$$(3) \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0}, \quad r = 1 \dots s$$

$$(4) \lambda_j \geq 0 \quad 1 \leq j \leq n$$

$$(5) \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

Dove y_{rj} è l'ammontare del r -esimo output dell'unità j , x_{ij} è l'ammontare dell' i -esimo input dell'unità j , λ_j è il peso associato all'unità j . Il vincolo (5), caratteristica peculiare del modello a rendimenti di scala variabili, indica che il peso delle n DMU deve essere uguale ad 1, rendendo convessa la frontiera e, conseguentemente, diminuendo la distanza dalle DMU da questa.

Questo sistema di equazioni è risolto tante volte quanto il numero di DMU oggetto di valutazione e l'efficienza θ assumerà un valore da 0 a 1 (massima efficienza).

I modelli DEA tradizionali non sono in grado di considerare la presenza di input fissi - non discrezionali - ossia tutti quegli elementi che influenzano il processo produttivo pur non essendo sotto il controllo del management della DMU. Per questo motivo, Banker & Morey (1986), hanno introdotto un ulteriore vincolo

$$(6) \sum_{j=1}^n \lambda_j z_{pj} > z_{p0}, \quad p = 1 \dots t$$

In cui z_{pj} è il p - esimo input non discrezionale dell'unità j . La (6) permette di trattare gli input non discrezionali al pari degli altri input, senza tuttavia richiedere un miglioramento dei loro livelli (Syrjänen, 2004).

Nelle analisi di efficienza comparata, è possibile ipotizzare che le DMU utilizzino diverse tecnologie per svolgere il loro processo produttivo. Queste differenze possono dipendere dalla disponibilità di risorse fisiche, finanziarie e umane (ad esempio il livello di formazione della forza lavoro) e in generale, da qualsiasi altra caratteristica dell'ambiente fisico, sociale ed economico. Per questo motivo O'Donnell et al. (2008), sviluppando i concetti di Hayami & Ruttan (1971), hanno proposto una *meta-frontiera* come inviluppo delle *frontiere locali*, caratterizzate da restrizioni derivanti dalle diverse tecnologie produttive. In altre parole, supponendo l'esistenza di $K > 1$ gruppi di DMU e la presenza di un vettore non negativo di input x di dimensione $N \times 1$ e di un vettore non negativo di output y di dimensione $M \times 1$, definiamo l'insieme di produzione della meta-frontiera come

$$(7) T = \{(x, y) : x \geq 0; y \geq 0; x \text{ può produrre } y\}$$

Ossia come l'insieme di tutte le combinazioni input – output possibili. In particolare, l'*input set* è definito come:

$$(8) L(y) = \{x \in R_+ : (x, y) \in T\}$$

La funzione di distanza degli input dalla meta-frontiera è:

$$(9) D(x, y) = \sup\{\theta > 0 : (x/\theta) \in L(y)\}$$

Dove $D(x, y) = \theta$ è la quantità più piccola di input con cui x può produrre y . Un'osservazione è tecnicamente efficiente rispetto alla meta-frontiera (*meta-efficienza*) se e solo se $D(x, y) = 1$. Un punteggio $D_p(x, y) = 1$ equivale a dire che la DMU_p è pienamente efficiente dato lo stato dell'arte (ossia date le diverse tecnologie produttive possibili).

Ipotizzando l'esistenza di K gruppi locali, tecnologicamente omogenei al loro interno ed eterogenei all'esterno, l'insieme di produzione del gruppo n può essere definito come:

$$(10) T^n = \{(x, y) : x \geq 0; y \geq 0; x \text{ può essere usato nel gruppo } n \text{ per produrre } y\}$$

Mentre l'insieme degli input è espresso come:

$$(11) L^n(y) = \{x \in R_+ : (x, y) \in T^n\}, \quad n = 1, 2, \dots, N$$

E la distanza dal gruppo locale sarà:

$$(12) D^n(x, y) = \theta^n = \sup\{\theta > 0 : (x/\theta) \in L^n(y)\}, \quad n = 1, 2, \dots, N$$

Un punteggio $D_p^n(x, y) = 1$ equivale a dire che la DMU_p è pienamente efficiente all'interno del suo gruppo locale. Questo tipo di efficienza è definito da O'Donnell et al. (2008) efficienza *manageriale* in quanto depurata dalla tecnologia produttiva a disposizione.

Le proprietà del modello DEA meta-frontiera sono le seguenti:

- I. Se $(x, y) \in T^n$ per ogni n gruppo locale, allora $(x, y) \in T$;
- II. Se $(x, y) \in T$ allora $(x, y) \in T^n$ per qualche gruppo locale n ;
- III. $T = \{T^1 \cup T^2 \dots \cup T^K\}$;
- IV. $D_i^n(x, y) > D_i(x, y)$ per tutti gli $n = 1, 2, \dots, K$ gruppi locali.
- V. *Esclusività* dei gruppi locali: se i k gruppi locali racchiudono tutte le combinazioni di input – output possibili, allora la meta-frontiera sarà non convessa a tratti e non giacerà sempre al di sopra dei gruppi locali. In altre parole, una parte della meta-frontiera corrisponderà ad almeno un tratto di una frontiera locale. Se questa proprietà è confermata, allora c'è la possibilità che almeno una DMU abbia $D_i^n(x, y) = D_i(x, y)$.

Il Technology Gap Ratio (o Meta-technology Ratio) TGR è definito come:

$$(13) TGR^n(x, y) = \frac{D(x, y)}{D^n(x, y)} = \frac{\theta}{\theta^n}$$

Ossia come il rapporto tra l'efficienza tecnica misurata nella meta-frontiera (*meta-efficienza*) e l'efficienza tecnica misurata rispetto alla frontiera locale n (efficienza *manageriale*), in cui valore di θ^n non sarà inferiore a θ (proprietà IV e V). In una misurazione di input efficienza, un TGR^n pari a 0,75 indica che il livello di input necessari per produrre un determinato output senza limitazioni tecnologiche è pari al 75% dell'input utilizzato nel gruppo locale n . Per O'Donnell et al. (2008), il TGR^n rappresenta l'efficienza della (diversa tipologia di) *proprietà*.

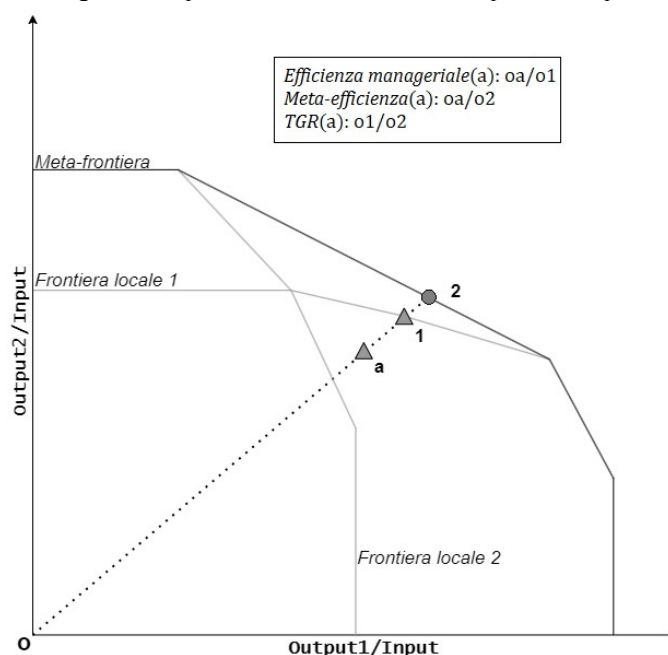
Data la (13) è possibile scomporre l'efficienza *tecnica* in due parti:

$$(14) \theta = \theta^n \times TGR^n$$

Il primo elemento rappresenta la distanza della DMU dalla frontiera locale, ossia l'efficienza *manageriale* date le limitazioni tecnologiche del gruppo n . Il secondo è l'efficienza della *proprietà*, ossia la distanza del gruppo locale n dalla meta-frontiera. Come ricordano Pérez-López et al. (2016), è possibile che una DMU appartenga ad un gruppo locale vicino alla meta-frontiera, quindi con una tecnologia produttiva più efficiente, ma sia distante dalla propria frontiera locale, ossia che abbia delle inefficienze manageriali interne, che prescindono dalla tecnologia.

L'applicazione del modello DEA meta-frontiera al settore dei servizi presuppone che a modalità di gestione differenti corrispondano diverse tecnologie produttive. Il vantaggio di questa tecnica è che permette non solo il confronto tra comuni con la stessa tipologia di operatore, ma anche di quantificare la distanza (intesa come inefficienza) tra le diverse modalità di gestione. In Fig.(1) è riportato un esempio utile a comprendere le diverse tipologie di efficienza individuate da questo modello.

Fig.1 – Esempio di meta-frontiera con due input e un output



4. Dati

L'analisi è stata effettuata su un campione di 1.453 comuni appartenenti alle regioni Abruzzo, Basilicata, Emilia-Romagna, Liguria, Lombardia e Veneto. I comuni lombardi sono stati inseriti su suggerimento del nostro referee per accrescere l'eterogeneità del campione e la rappresentatività dei risultati. Infatti, la Regione Lombardia ha scelto un approccio differente alla gestione dei rifiuti, che non prevede la presenza di un ATO, ma di un'organizzazione decentrata, gestita a livello comunale o intercomunale (Invitalia, 2020).

Le unità sono state selezionate da un dataset, appositamente creato, contenente informazioni per l'anno 2018 su 6.482 comuni italiani. I dati provengono da quattro fonti: il SOSE (Soluzioni per il Sistema Economico S.p.A.), società del Ministero dell'Economia e delle Finanze responsabile per l'elaborazione dei fabbisogni standard degli enti locali, che mette a disposizione sul proprio sito¹⁷ i risultati dei questionari sulle caratteristiche strutturali degli Enti Locali, l'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), l'ISTAT e la banca dati AidaPA del Bureau van Dijk.

Sono stati indagati quei comuni che hanno raggiunto l'obiettivo del 65% di raccolta differenziata fissato dal D.lgs 152/2006 (Testo Unico Ambientale). In questo modo il campo d'azione è circoscritto a quegli enti che, secondo la normativa vigente, sono il riferimento in tema di prestazioni ambientali. Il campione interessa una popolazione di 12.407.846 abitanti, corrispondente al 20,1% dei residenti in Italia al 31 dicembre 2018. Il numero medio di abitanti per comune è di 8.340 leggermente superiore a quello nazionale di 7.520¹⁸ (Tab.2).

¹⁷ <https://www.opencivitas.it/it/open-data>

¹⁸ Dati ISTAT al 31/12/2018 (dati.istat.it)

La misurazione di efficienza è avvenuta applicando un modello DEA meta-frontiera input – oriented, con ipotesi di rendimenti variabili di scala. Per supporre l'esistenza di frontiere locali (e quindi di una meta-frontiera) è necessario ipotizzare che una serie di fattori, tra cui limitazioni di natura regolamentaria (Wongchai et al., 2012) e le diverse finalità economiche degli affidatari del servizio, impediscano la selezione di tutte le combinazioni possibili di input – output. La natura del gestore del servizio di igiene urbana è dunque una discriminante: un'impresa pubblica e una privata hanno diversi livelli di efficienza manageriale (Alfiero et al., 2017), di innovazione, di conoscenza delle tecnologie e di spirito imprenditoriale (Koppenjan & Enserink, 2009) e di riflesso le prestazioni dei comuni nella raccolta e nello smaltimento dei rifiuti sono influenzate da tali peculiarità.

Sulla base di queste considerazioni, i comuni sono stati distinti in tre gruppi locali:

- (a) comuni con gestore del servizio a controllo pubblico;
- (b) comuni con gestore privato;
- (c) comuni con gestore partecipato.

Per identificare i gestori e determinarne la proprietà, sono stati estratti i dati identificativi (Codice Fiscale e Partita Iva) contenuti nel questionario SOSE ed inseriti nella banca dati Aida. Ogni volta che è stata rilevata la presenza di proprietà congiunta, l'ente è stato fatto ricadere nel gruppo (c). In altre parole, i comuni di tipo (a) e (b) hanno gestori a proprietà interamente pubblica o privata. Come indicato in Tab. 3 e Tab.4 nel gruppo (a) rientrano 732 comuni, 276 in (b) e 445 in (c). In Appendice (Tab.2) i comuni di ogni regione sono suddivisi per tipologia di gestore, con l'Abruzzo che ha il maggior numero di osservazioni appartenenti al gruppo (b), il Veneto e la Lombardia al gruppo (a) e l'Emilia-Romagna al gruppo (c). È da sottolineare che quest'ultima non presenta comuni di tipo (b) mentre nessun comune della Basilicata è di tipo (c).

Infine, ogni ente è stato ricondotto ad uno specifico gruppo (d'ora in avanti "Tipo") sulla base della popolazione:

- Tipo I, fino 5.000 abitanti;
- Tipo II, tra 5.001 e 15.000 abitanti;
- Tipo III, oltre 15.000 abitanti.

La classificazione è stata tarata sulla base del sistema elettorale dei sindaci e dei consiglieri comunali. Sono stati isolati i piccoli comuni con doppio turno (in caso di mancato raggiungimento della maggioranza assoluta) nei comuni di Tipo III, a votazione singola negli altri. Le unità di Tipo I, inoltre, ricadono nella definizione di piccolo comune indicato dalla legge (L.158/2017 "Salva Borghi").

L'organizzazione del servizio di gestione dei rifiuti solidi urbani non può prescindere dal considerare una serie di elementi esogeni su cui gli Enti Locali non possono, perlomeno nel breve periodo, esercitare alcun controllo. È indubbio, ad esempio, che un comune con un'ampia superficie territoriale preventiverà un chilometraggio più elevato o una flotta di veicoli più ampia di quella necessaria per soddisfare le esigenze di un comune di piccole dimensioni. Ancora, un comune con un elevato flusso di turisti organizzerà la fase di raccolta dei rifiuti in una maniera diversa rispetto ad altri. Grosskopf (1996) sottolinea che escludere queste variabili in fase di misurazione può comportare l'errata specificazione del modello. Inoltre, in modelli a due o più stadi, in cui i

punteggi di efficienza sono regrediti su un set di variabili esplicative, possono sorgere potenziali problemi di correlazione tra le osservazioni.

Per superare queste criticità, nel modello sono stati inseriti sei input non discrezionali, impiegati in precedenti ricerche basate su tecniche non parametriche a due (Amaral et al.,2022; Delgado-Antequera et al.,2021; Romano & Molinos-Senante, 2020; Sarra et al., 2017) o più stadi (Llanquileo-Melgarejo & Molinos-Senante,2021; Sarra et al.,2020):

1. l'altitudine del comune;
2. la superficie del comune;
3. l'indice di dispersione della popolazione comunale;
4. la capacità delle strutture ricettizie;
5. la distanza ponderata dagli impianti di smaltimento;
6. la popolazione.

Seguendo i lavori di Romano et al. (2021) e Sarra et al. (2017, 2020) i costi totali, comprendenti quelli amministrativi, operativi e del lavoro sostenuti dalla municipalità per il funzionamento del servizio, sono l'input discrezionale del modello. L'output del processo produttivo è l'ammontare di rifiuti raccolti in un anno.

Tab. 1 – Variabili impiegate e fonti dei dati.

Variabile	Nome	Sigla	Descrizione	Anno	Fonte	Unità di misura
In.	Spesa Corrente per il servizio	SP_TOT	Spesa sostenuta nell'anno dal comune per il servizio di gestione dei rifiuti urbani.	2018	Elaborazione dati SOSE	Euro/anno
Out.	Totale Rifiuti Urbani	RU_TOT	Totale dei rifiuti urbani raccolti in un anno.	2018	ISPRA	Tonn. /anno
In. non discr.	Altitudine	ALT	Altezza s.l.m.	2015	ISTAT	Metri
“	Superficie	SUP	Estensione del comune.	2018	ISTAT	Chilometri quadrati
“	Indice di dispersione della popolazione	DS_POP	Numero di persone residenti in case sparse sul numero totale di residenti.	2011	Elaborazione dati ISTAT	%
“	Capacità delle strutture ricettizie	BED	Numero di posti letto in alberghi e strutture simili, alloggi per vacanze e altre strutture per brevi soggiorni, aree di campeggio e aree attrezzate per camper e roulotte.	2018	ISTAT	Numero
“	Distanza dagli impianti	DST	Distanza ponderata dagli impianti di smaltimento	2018	SOSE	Chilometri
“	Popolazione	POP	Numero di residenti nel territorio comunale	2018	SOSE	Numero
Tipologia di gestore				2018	Elaborazione dati SOSE e AIDA BvD	

La Tab.1 dell'Appendice riporta i valori medi delle variabili distinti per tipologia di gestore, dall'analisi dei dati emerge che i comuni del gruppo (b) operano in condizioni “avverse”, avendo meno abitanti (5.974 contro una media di 8.340), essendo più distanti dagli impianti di smaltimento (31,600 chilometri contro 26,860) e si trovandosi ad un'altezza media superiore (380,860 metri contro 281).

Tab. 2 – Statistiche descrittive delle variabili.

	Min.	1° Quartile	Mediana	Media	3° Quartile	Max	Dev.St
CT_PROCA P	19.730	96,140	112,446	127,766	141,930	1164,700	66,161
RU_TOT	37.410	1039,990	2257,330	4277,725	4603,230	118.336,900	8.347,231
ALT	0,552	46,210	161,350	281,710	361,120	2.037,150	348,162
SUP	1,605	10,401	18,600	27,110	32,118	405,155	30,247
DS_POP	0,001	0,020	0,056	0,087	0,123	0,808	0,095
BED	2	24	73	479,000	206	74.990	3.021,663
DST	2,140	17,160	24,832	26,860	33,310	157,191	14,500
POP	122	2442	5046	8340	9701	198.606	14.191,600

5. Risultati

La fase di misurazione è stata suddivisa in tre fasi distinte. Inizialmente, è stata valutata l'efficienza tra i comuni appartenenti allo stesso gruppo locale; successivamente, è stata misurata la distanza dalla meta-frontiera, e infine è stato calcolato il Technology Gap Ratio.

5.1 Stima dell'efficienza manageriale

Analizzando i tre gruppi locali individuati, è stato possibile determinare l'efficienza *manageriale* θ^n , al netto delle differenti tecnologie produttive (Tab.4). I punteggi medi di efficienza per i comuni di Tipo I sono 0,686 (gestore pubblico), 0,758 (gestore privato) e 0,731 (gestore misto). Le rispettive deviazioni standard sono 0,255, 0,250 e 0,282. Gli enti di Tipo II hanno un punteggio medio di 0,727, 0,744 e 0,607 (deviazione standard pari a 0,269, 0,270 e 0,247). Infine, il punteggio medio dei comuni di Tipo III è di 0,745, 0,916 e 0,771 (deviazione standard pari a 0,268, 0,154 e 0,176). Dal punto di vista manageriale, è possibile affermare che, all'interno dei rispettivi gruppi locali, gli enti di Tipo III gestiscono il servizio in maniera più efficiente, in particolar modo quelli con affidamento privato, dove l'88% dei comuni di questo Tipo risulta altamente efficiente (Appendice, Tab4.).

5.2 Stima della meta-efficienza

Nella seconda fase è stata calcolata la *meta-efficienza*, ossia quella possibile dato lo stato dell'arte della tecnologia produttiva del servizio. In questa fase, i comuni sono stati valutati relativamente alla meta-frontiera comune. I punteggi medi θ (Tab.3) sono più bassi di quelli θ^n (Tab.4), questo conferma la condizione di convessità della meta-frontiera. Sorprendentemente, sono i comuni con gestore privato ad avere l'efficienza più bassa: i punteggi medi conseguiti sono stati rispettivamente 0,549, 0,530 (il più basso di tutto il campione) e 0,644 (deviazione standard pari a 0,295, 0,305 e 0,270). I comuni con operatore pubblico, invece, hanno ottenuto punteggi medi pari a 0,611, 0,600 e 0,654 (deviazione standard pari a 0,286, 0,285 e 0,294). Infine, gli enti con affidatario partecipato hanno un'efficienza media pari a 0,657, 0,552 e 0,735 (deviazione standard

pari a 0,273, 0,275 e 0,278). In altre parole, sembrerebbe che per i comuni di Tipo I vi sia una sostanziale parità tra gestione pubblica e partecipata, mentre all'aumentare della popolazione è più efficiente affidare il servizio ad un'impresa a capitale misto.

Tab.3 - Statistiche dei punteggi di efficienza θ della meta-frontiera

Gruppo	Gestione	Tipo	Popolazione	Min.	1° Quartile	Mediana	Media	3° Quartile	Max.	Dev. St	DMUs (tot)
(a)	Pubblica	I	≤ 5.000	0,140	0,345	0,587	0,611	0,920	1	0,286	370
		II	5.001 – 15.000	0,087	0,3489	0,583	0,600	0,865	1	0,285	284
		III	> 15.000	0,184	0,373	0,677	0,654	1	1	0,294	78
(b)	Privata	I	≤ 5.000	0,130	0,269	0,498	0,549	0,845	1	0,295	170
		II	5.001 – 15.000	0,085	0,249	0,510	0,530	0,736	1	0,305	81
		III	> 15.000	0,172	0,474	0,650	0,644	0,886	1	0,270	25
(c)	Mista	I	≤ 5.000	0,098	0,423	0,634	0,657	0,946	1	0,273	182
		II	5.001– 15.000	0,128	0,312	0,518	0,552	0,768	1	0,275	184
		III	> 15.000	0,159	0,519	0,773	0,735	1	1	0,278	79

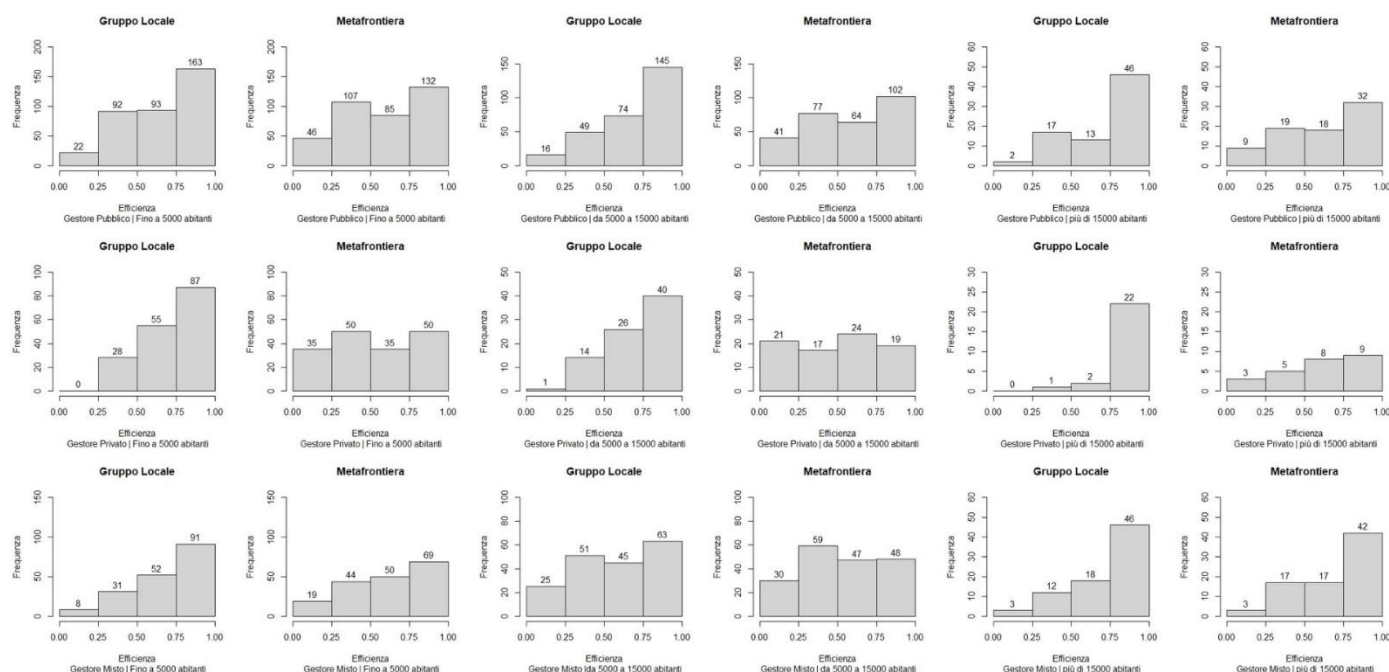
Tab.4 - Statistiche dei punteggi di efficienza θ^n dei gruppi locali

Gruppo	Gestione	Tipo	Popolazione	Min.	1° Quartile	Mediana	Media	3° Quartile	Max.	Dev. St	DMUs (tot)
(a)	Pubblica	I	≤ 5.000	0,151	0,457	0,697	0,686	1	1	0,270	370
		II	5.001 – 15.000	0,088	0,520	0,754	0,727	1	1	0,255	284
		III	> 15.000	0,225	0,504	0,831	0,745	1	1	0,268	78
(b)	Privata	I	≤ 5.000	0,261	0,565	0,759	0,758	1	1	0,234	170
		II	5.001 – 15.000	0,214	0,550	0,746	0,744	1	1	0,250	81
		III	> 15.000	0,439	0,889	1	0,916	1	1	0,154	25
(c)	Mista	I	≤ 5.000	0,102	0,521	0,75	0,731	1	1	0,263	182
		II	5.001– 15.000	0,133	0,357	0,582	0,607	0,876	1	0,282	184
		III	> 15.000	0,176	0,582	0,927	0,771	1	1	0,176	79

In Fig.1 sono raffigurate le distribuzioni dei punteggi di *meta-efficienza* e di *efficienza manageriale*, distinti per tipologia di gestore e grandezza del comune. Le prestazioni sono state divise in quattro livelli:

1. Basse (punteggio compreso tra 0 e 0,25);
2. Medio – basse (tra 0,25 e 0,50);
3. Medio – alte (tra 0,50 e 0,75);
4. Alte (tra 0,75 e 1).

Fig.2 – Distribuzione dei punteggi di efficienza sulla base della tipologia di gestore (Pubblico, Privato e Misto) e della popolazione del comune.



È possibile osservare la netta riduzione di comuni con gestore privato altamente efficienti: quelli di Tipo III subiscono una contrazione del 59,10%, passando da 22 a 9, i comuni di Tipo II del 52,25%, da 40 a 19 e quelli di Tipo I del 42,23%, da 87 a 50. Le frequenze dei punteggi sono indicate in Appendice (Tab.3 e Tab.4). Dalla distribuzione dei punteggi di *meta-efficienza* per regione (Appendice, Tab.5) emerge che la Lombardia presenta il maggior numero di comuni altamente efficienti (265, pari al 40,83% dei comuni) seguita dal Veneto (159, pari al 38,60%), seguito da Emilia-Romagna (44 pari al 28,94%), Liguria (20, pari al 21,74%), Abruzzo (12, pari al 9,50%) e Basilicata (nessun comune).

5.3 Stima dell'efficienza della proprietà (Technology Gap Ratio)

Nella terza fase, l'analisi del Technology Gap Ratio (TGR) ha permesso di quantificare l'efficienza della *proprietà*, ossia la distanza tra la frontiera locale e la meta-frontiera.

Tab.5 – Technology Gap Ratio (TGR)

Gruppo	Gestione	Tipo	Popolazione	Min.	1° Quartile	Mediana	Media	3° Quartile	Max.	Dev. St	DMUs (tot)
(a)	Pubblica	I	≤ 5.000	0,279	0,824	0,946	0,879	1	1	0,159	370
		II	5.001 – 15.000	0,288	0,711	0,852	0,809	0,972	1	0,187	284
		III	> 15.000	0,436	0,766	0,874	0,852	1	1	0,141	78
(b)	Privata	I	≤ 5.000	0,178	0,508	0,688	0,686	0,875	1	0,219	170
		II	5.001 – 15.000	0,234	0,427	0,702	0,670	0,883	1	0,248	81
		III	> 15.000	0,236	0,551	0,714	0,693	0,887	1	0,247	25
(c)	Mista	I	≤ 5.000	0,152	0,823	0,938	0,879	0,995	1	0,153	183
		II	5.001 – 15.000	0,425	0,86	0,944	0,907	0,998	1	0,112	184
		III	> 15.000	0,183	0,927	0,999	0,939	1	1	0,183	79

In primo luogo (Tab.5), è emerso che la tecnologia produttiva degli enti con gestore privato pesa notevolmente, in termini di costi, sull'efficienza. Senza questo limite, i comuni del gruppo locale (b) potrebbero impiegare ben il 31,40% (comuni di Tipo I), 33% (Tipo II) e 30,70% (Tipo III) di risorse in meno per raccogliere la stessa quantità di rifiuti. Nei comuni di Tipo I, l'affidamento del servizio ad una società pubblica incide per il 12,10% sui costi, stesso valore nel caso di affidamento misto pubblico-privato. Negli enti di Tipo III, la gestione partecipata è quella tecnologicamente più avanzata, essendo il risparmio potenziale di costi pari al 6,10% (il valore più basso di tutto il campione). Risultato analogo nei comuni di Tipo II, in cui la gestione mista incide sui costi per il 9,3% contro il 19,1% nel caso di affidamento pubblico. In altre parole, i comuni di Tipo II con gestione mista hanno una *meta-efficienza* inferiore rispetto ai corrispettivi a gestione pubblica, ma avendo un TGR più alto hanno più probabilità di ridurre i costi (Suárez-Varela et al., 2017).

6. Conclusioni e implicazioni di policy

In questo contributo è stata condotta una misurazione di efficienza delle diverse modalità di gestione del servizio rifiuti. Il tema è già stato trattato in letteratura, ma delle limitazioni, tra cui l'ampiezza dei campioni analizzati, non hanno permesso di giungere a conclusioni univoche. Per raggiungere l'obiettivo è stata condotta una valutazione di efficienza relativa, utilizzando un modello DEA meta-frontiera, su un campione di 1453 comuni italiani provenienti dalle regioni Abruzzo, Basilicata, Emilia-Romagna, Liguria, Lombardia e Veneto. Di seguito sono tratte le conclusioni e le implicazioni di policy suggerite dai risultati ottenuti.

6.1 Conclusioni

Dall'analisi è emerso che i comuni meno efficienti sono stati quelli che hanno optato per la privatizzazione del servizio. Nei comuni fino a 5.000 abitanti è stato osservato che l'influenza della tecnologia produttiva sui costi è la medesima in caso di affidamento pubblico o partecipato. Oltre i 5.000 abitanti, l'affidamento misto ha una tecnologia produttiva sia più efficiente che tecnologicamente più avanzata. Le conclusioni tratte sui piccoli comuni sono affini a quelle rilevate da Campos-Alba et al. (2019). Altri studi (Bel et al., 2014; Bel & Mur, 2009; Pérez-López et al., 2016) segnalano come in queste realtà la gestione intercomunale (tramite consorzio o altre forme associative) sia più efficiente. Oltre i 5.000 abitanti, la modalità di gestione con la migliore tecnologia produttiva è quella mista. Questa modalità di affidamento è stata analizzata anche in Romano et al. (2021) e Romano & Molinos-Senante (2020), ma in entrambi i casi non è stata identificata come la soluzione più efficiente.

Pur rimanendo un settore a trazione pubblica, quello dei rifiuti è stato interessato da una serie di cambiamenti che hanno riguardato sia gli affidatari che i gestori del servizio. Una serie di fattori, tra cui l'introduzione della tariffa luogo della tassa sui rifiuti, la riduzione del reddito familiare a causa della crisi economica, i vari tentativi di riforma del settore e il razionamento del budget comunale (Zafra-Gomez et al., 2013) hanno determinato anche una trasformazione dell'attenzione che la popolazione rivolge alle

performance e ai costi sostenuti per il servizio. A causa di questi fattori, i cittadini hanno iniziato a comparare la qualità del servizio al costo sostenuto ed imputare questo rapporto alla politica. Emerge dunque una maggiore accountability del settore pubblico. La relazione positiva tra performance e accountability è un fenomeno segnalato in letteratura (Fox, 2015; Joshi, 2013), ed è probabile che sia presente anche in questo caso. Nei comuni più piccoli, in cui il rapporto tra cittadini e politica è molto stretto, la gestione pubblica vanta una tecnologia produttiva più avanzata rispetto a quella privata, al pari con quella partecipata (in cui la componente pubblica può essere rilevante (Invitalia, 2020)). Quest'ultima, invece, si rivela più efficiente all'aumentare della popolazione. Sembrerebbe che la presenza di un socio privato sopperisca alla mancanza di controllo da parte dei cittadini. Dall'analisi emerge un elemento importante, il ritardo delle gestioni private, rivelatesi sistematicamente inefficienti e tecnologicamente arretrate. È completamente ribaltata la prospettiva alla base dei tentativi di riforma del settore: nei piccoli comuni, proprio dove si rilevavano le maggiori criticità del monopolista pubblico, il privato non è in grado di gestire il servizio in maniera efficiente. Probabilmente la presenza di extraprofitti privati ha avuto conseguenze negative sull'efficienza.

6.2 Implicazioni di policy

Dal punto di vista delle policy, questo studio consiglia di trattare l'affidamento in maniera differenziata:

- 1) In via diretta, per comuni con meno di 5.000 abitanti. Avendo lo stesso livello tecnologico della gestione mista, l'affidamento diretto permette ai comuni di risparmiare sui costi di indizione delle procedure competitive e di controllo dell'operato del socio privato;
- 2) Con gara a doppio oggetto, per comuni con più di 5.000 abitanti. In questo senso, dovrebbe essere incentivata la costituzione di imprese a capitale misto nelle grandi città, dove è più frequente la presenza di gestione pubbliche (ISPRA, 2021).

Per arricchire l'analisi e dare maggiore robustezza ai risultati ottenuti, bisognerebbe considerare l'effetto dalla gestione associata sull'efficienza. Tuttavia, al momento, non è possibile ottenere dati in tal senso. L'uso di dati pluriennali sarebbe consigliato, ma, al momento, la fonte principale dei dati sulla gestione (il SOSE) rende disponibili questionari relativi ai soli anni 2018 e 2017.

Appendice

Tab.1 – Valori medi delle variabili per tipologia di gestione

Variabile	Pubblico	Privato	Misto	Totale
SP_TOT	123,562	138,134	128,602	127,874
RU_TOT	3.530,000	2.738,170	6.463,526	4.277,725
ALT	314,430	380,860	166,782	281,707
SUP	26,011	23,860	31,000	27,110
DS_POP	0,084	0,094	0,090	0,087
BED	520,00	316,634	511,741	479,000

DST	25,332	31,600	26,431	26,860
POP	7.527,600	5.974,000	11.794,580	8539,470

Tab.2 – Numero di comuni distinti per tipologia di gestore

Regione	Pubblico	Privato	Misto	Totale
Lombardia	285	137	227	649
Liguria	28	45	19	92
Veneto	328	13	71	412
Emilia-Romagna	28	0	124	152
Abruzzo	61	62	4	127
Basilicata	2	19	0	21
Totale	732	276	445	1459

Tab.3 - Distribuzione di meta-efficienza

Categoria	Gestore	Tipo	Popolazione	0 – 0,25	0,25 – 0,50	0,50 – 0,75	0,75 – 1	1
(a)	Pubblico	I	< 5.000	46	107	85	132	76
		II	5.001 – 15.000	41	77	64	102	51
		III	>15.000	9	19	18	32	22
(b)	Privato	I	< 5.000	35	50	35	50	29
		II	5.001 – 15.000	21	17	24	19	15
		III	>15.000	3	5	8	9	3
(c)	Misto	I	< 5.000	19	44	50	69	39
		II	5.001 – 15.000	30	59	47	48	26
		III	>15.000	3	17	17	42	33

Tab.4 – Distribuzione di efficienza manageriale

Categoria	Gestore	Tipo	Popolazione	0 – 0,25	0,25 – 0,50	0,50 – 0,75	0,75 – 1	1
(a)	Pubblico	I	< 5.000	22	92	93	163	99
		II	5.001 – 15.000	16	49	74	145	80
		III	>15.000	2	17	13	46	28
(b)	Privato	I	< 5.000	0	28	55	87	69
		II	5.001 – 15.000	1	14	26	40	29
		III	>15.000	0	1	2	22	16
(c)	Misto	I	< 5.000	8	31	52	91	66
		II	5.001 – 15.000	25	51	45	63	37
		III	>15.000	3	12	18	46	37

Tab.5 – Punteggi di meta-efficienza per regione

Regione	0 – 0,25	0,25 – 0,50	0,50 – 0,75	0,75 – 1	1
Lombardia	20	148	216	265	152
Liguria	31	34	7	20	17
Veneto	62	111	80	159	81
Emilia-Romagna	29	52	27	44	35
Abruzzo	53	43	17	14	12
Basilicata	13	7	1	0	0

Bibliografia

- Agovino, M., D'Uva, M., Garofalo, A., & Marchesano, K. (2018). Waste management performance in Italian provinces: Efficiency and spatial effects of local governments and citizen action. *Ecological Indicators*, 89, 680–695. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.02.045>
- Ahn, J., Hwang, J., Kim, D., Choi, H., & Kang, S. (2020). A Survey on Churn Analysis in Various Business Domains. *IEEE Access*, 8, 220816–220839. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3042657>
- Akaike, H. (1992). *Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle* (pp. 610–624). https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0919-5_38
- Alfiero, S., Elba, F., Esposito, A., & Resce, G. (2017). The Impact of Environmental Factors on the Measurement of Managerial Efficiency in the Italian Waste Management Sector: Framework and Empirical Evidence. *International Journal of Public Administration*, 40(10), 820–832. <https://doi.org/10.1080/01900692.2017.1350709>
- Amaral, C., Isabel Pedro, M., Cunha Ferreira, D., & Cunha Marques, R. (2022). Performance and its determinants in the Portuguese municipal solid waste utilities. *Waste Management*, 139, 70–84. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.12.020>
- Amenta, C., Aronica, M., & Stagnaro, C. (2022). Is more competition better? Retail electricity prices and switching rates in the European Union. *Utilities Policy*, 78, 101405. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2022.101405>
- Antonioli, B., & Filippini, M. (2002). Optimal Size in the Waste Collection Sector. *Review of Industrial Organization*, 239–252. <https://doi.org/10.1023/A:1015043524679>
- ARERA. (2015). *Disposizioni in merito agli obblighi di separazione funzionale (unbundling) per i settori dell'energia elettrica e del gas (Delibera 22 giugno 2015 296/2015/R/com)*.
- ARERA. (2023). *Monitoraggio Retail - Rapporto per l'Anno 2023*. https://www.arera.it/fileadmin/allegati/docs/23/monitoraggio_retail_2023.pdf
- BAE, S. (2009). PUBLIC VERSUS PRIVATE DELIVERY OF MUNICIPAL SOLID WASTE SERVICES: THE CASE OF NORTH CAROLINA. *Contemporary Economic Policy*, 28(3), 414–428. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7287.2009.00180.x>
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Banker, R. D., & Morey, R. C. (1986). Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs. *Operations Research*, 34(4), 513–521. <https://www.jstor.org/stable/170597>
- Bel, G., Fageda, X., & Mur, M. (2014). Does cooperation reduce service delivery costs? Evidence from residential solid waste services. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 24(1), 85–107. <https://doi.org/10.1093/jopart/mus059>
- Bel, G., & Mur, M. (2009). Intermunicipal cooperation, privatization and waste management costs: Evidence from rural municipalities. *Waste Management*, 29(10), 2772–2778. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.002>
- Bosch, N., Pedraja, F., & Suárez-Pandiello, J. (2000). Measuring the efficiency of Spanish municipal refuse collection services. *Local Government Studies*, 26(3), 71–90. <https://doi.org/10.1080/03003930008434000>
- Cambini, C., Iozzi, A., & Valbonesi, P. (2004). Quali tariffe di trasporto nel settore del gas naturale? *Mercato Concorrenza Regole*, 1, 157–182.

- Campos-Alba, C., De la Higuera-Molina, E., Pérez-López, G., & Zafra-Gómez, J. (2019). Measuring the Efficiency of Public and Private Delivery Forms: An Application to the Waste Collection Service Using Order-M Data Panel Frontier Analysis. *Sustainability*, 11(7), 2056. <https://doi.org/10.3390/su11072056>
- Capece, G., Cricelli, L., Di Pillo, F., & Levaldi, N. (2012). New regulatory policies in Italy: Impact on financial results, on liquidity and profitability of natural gas retail companies. *Utilities Policy*, 23, 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2012.03.001>
- Capece, G., Di Pillo, F., & Levaldi, N. (2013). Measuring and comparing the performances of energy retail companies: Firm strategies following the liberalization. *International Journal of Energy Sector Management*, 7(4), 491–515. <https://doi.org/10.1108/IJESM-01-2013-0002>
- Carvalho, P., & Marques, R. C. (2014). Economies of size and density in municipal solid waste recycling in Portugal. *Waste Management*, 34(1), 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.10.004>
- Carvalho, P., Marques, R. C., & Dollery, B. (2015). Is bigger better? An empirical analysis of waste management in New South Wales. In *Waste Management* (Vol. 39, pp. 277–286). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.01.024>
- Cavaliere, A. (2007). Liberalizzazioni e accesso alle essential facilities: regolamentazione e concorrenza nello stoccaggio di gas naturale. *PoliticaEconomica*, 1, 29–64.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Daglish, T. (2016). Consumer governance in electricity markets. *Energy Economics*, 56, 326–337. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.03.018>
- Delgado-Antequera, L., Gémár, G., Molinos-Senante, M., Gómez, T., Caballero, R., & Sala-Garrido, R. (2021). Eco-efficiency assessment of municipal solid waste services: Influence of exogenous variables. *Waste Management*, 130, 136–146. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.05.022>
- Di Leo, S., Chicca, M., Daraio, C., Guerrini, A., & Scarcella, S. (2024). A robust benchmarking of direct margin in Italy's energy retail markets. *Utilities Policy*, 86, 101701. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101701>
- Di Sante Fiore, A., & Sarra, A. (2023). Ownership and Efficiency, an Analysis of Municipal Solid Waste Management in Virtuous Italian Municipalities [Forma di gestione ed efficienza, un'analisi del servizio di raccolta e smaltimento dei rifiuti solidi urbani nei comuni italiani virtuosi]. *Industria*, 44(2), 381–403.
- Ek, K., & Söderholm, P. (2008a). Households' switching behavior between electricity suppliers in Sweden. *Utilities Policy*, 16(4), 254–261. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2008.04.005>
- Ek, K., & Söderholm, P. (2008b). Households' switching behavior between electricity suppliers in Sweden. *Utilities Policy*, 16(4), 254–261. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2008.04.005>
- Erbetta, F., & Fraquelli, G. (2003). Produttività e redditività nella distribuzione locale di gas naturale in Italia: proprietà, diversificazione e scala operativa. *L'industria*, 4, 745–768.
- Erdogan, M. R., Camgoz, S. M., Karan, M. B., & Berument, M. H. (2022). The switching behavior of large-scale electricity consumers in The Turkish electricity retail market. *Energy Policy*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112701>
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Flores, M., & Price, C. W. (2018). The Role of Attitudes and Marketing in Consumer Behaviours in the British Retail Electricity Market. *The Energy Journal*, 39(4), 153–180. <https://doi.org/10.5547/01956574.39.4.mflo>

- Fontana, M., Iori, M., & Nava, C. R. (2019). Switching behavior in the Italian electricity retail market: Logistic and mixed effect Bayesian estimations of consumer choice. *Energy Policy*, 129, 339–351. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.01.060>
- Fox, J. A. (2015). Social Accountability: What Does the Evidence Really Say? *World Development*, 72, 346–361. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.03.011>
- Fusco, E., & Allegrini, V. (2020). The role of spatial interdependence in local government cost efficiency: An application to waste Italian sector. *Socio-Economic Planning Sciences*, 69. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2019.01.003>
- Gamble, A., Juliusson, E. A., & Gärling, T. (2009). Consumer attitudes towards switching supplier in three deregulated markets. *Journal of Socio-Economics*, 38(5), 814–819. <https://doi.org/10.1016/j.socec.2009.05.002>
- Gärling, T., Gamble, A., & Juliusson, E. A. (2008). Consumers' switching inertia in a fictitious electricity market. *International Journal of Consumer Studies*, 32(6), 613–618. <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2008.00728.x>
- Giulietti, M., Price, C. W., & Waterson, M. (2005). *CONSUMER CHOICE AND COMPETITION POLICY: A STUDY OF UK ENERGY MARKETS**.
- Greene, W. H. (2003). *Econometric analysis*. Pretence Hall.
- Grosskopf, S. (1996). Statistical Inference and Nonparametric Efficiency: A Selective Survey. In *The Journal of Productivity Analysis* (Vol. 7). Kluwer Academic Publishers.
- Guerrini, A., Carvalho, P., Romano, G., Cunha Marques, R., & Leardini, C. (2017). Assessing efficiency drivers in municipal solid waste collection services through a non-parametric method. *Journal of Cleaner Production*, 147, 431–441. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.079>
- Harold, J., Cullinan, J., & Lyons, S. (2019). Consumer switching in European retail markets. *Oxford Economic Papers*. <https://doi.org/10.1093/oeq/gpz044>
- Hayami, Y., & Ruttan, V. W. (1971). *Agricultural development: an international perspective*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- He, X., & Reiner, D. (2017). Why Consumers Switch Energy Suppliers. *Source: The Energy Journal*, 38(6), 25–54. <https://doi.org/10.2307/26534389>
- Hemmert, G. A. J., Schons, L. M., Wieseke, J., & Schimmelpfennig, H. (2018). Log-likelihood-based Pseudo- R^2 in Logistic Regression. *Sociological Methods & Research*, 47(3), 507–531. <https://doi.org/10.1177/0049124116638107>
- Hua, Z., & Bian, Y. (2007). DEA WITH UNDESIRABLE FACTORS. In J. Zhu & W. D. Cook (Eds.), *Modelling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis* (1st ed., pp. 103–121). Springer New York, NY.
- Invitalia. (2020). *Assetti Organizzativi e Gestionali del Servizio Rifiuti Urbani, Report nazionale*. https://reopenspl.invitalia.it/-/media/spl/documents/_italia-rifiuti/monitor_spl_gestione_rifiuti_urbani.pdf
- ISPRA. (2021). *Rapporto Rifiuti Urbani - Edizione 2021*.
- Itaoka, K., Chapman, A., & Farabi-Asl, H. (2022). Underpinnings of consumer preferences and participation in Japan's liberalized energy market. *Utilities Policy*, 76, 101379. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2022.101379>
- Jacobsen, R., Buysse, J., & Gellynck, X. (2013). Cost comparison between private and public collection of residual household waste: Multiple case studies in the Flemish region of Belgium. *Waste Management*, 33(1), 3–11. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.08.015>
- Joshi, A. (2013). Do They Work? Assessing the Impact of Transparency and Accountability Initiatives in Service Delivery. *Development Policy Review*, 31, s29–s48. <https://doi.org/10.1111/dpr.12018>

- Koppenjan, J. F. M., & Enserink, B. (2009). Public-Private Partnerships in Urban Infrastructures: Reconciling Private Sector Participation and Sustainability. *Public Administration Review*, 69(2), 284–296. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2008.01974.x>
- Lago, J., Poplavskaya, K., Suryanarayana, G., & De Schutter, B. (2021). A market framework for grid balancing support through imbalances trading. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110467>
- Llanquileo-Melgarejo, P., & Molinos-Senante, M. (2021). Evaluation of economies of scale in eco-efficiency of municipal waste management: an empirical approach for Chile. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(22), 28337–28348. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12529-1>
- lo Storto, C. (2021). Eco-Productivity Analysis of the Municipal Solid Waste Service in the Apulia Region from 2010 to 2017. *Sustainability*, 13(21), 12008. <https://doi.org/10.3390/su132112008>
- lo Storto, C. (2024). Measuring the eco-efficiency of municipal solid waste service: A fuzzy DEA model for handling missing data. *Utilities Policy*, 86, 101706. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101706>
- Lombrano, A. (2009). Cost efficiency in the management of solid urban waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(11), 601–611. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.04.017>
- Maravilha, D., Silva, S., & Laranjeira, E. (2022). Consumer's behavior determinants after the electricity market liberalization: the Portuguese case. *Green Finance*, 4(4), 436–449. <https://doi.org/10.3934/GF.2022021>
- Marques, R. C., Simões, P., & Pinto, F. S. (2018). Tariff regulation in the waste sector: An unavoidable future. *Waste Management*, 78, 292–300. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.028>
- Massarutto, A. (2022). Il PNRR e i servizi pubblici locali tra mercato e affidamento in-house. *Policy Brief, Centro Universitario Nazionale Di Economia Applicata*.
- McDaniel, T. M., & Groothuis, P. A. (2012). Retail competition in electricity supply—Survey results in North Carolina. *Energy Policy*, 48, 315–321. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.05.028>
- Murakami, R. (2022). Consumer switching behavior and bundling: an empirical study of Japan's retail energy markets. *International Journal of Economic Policy Studies*, 16(2), 443–463. <https://doi.org/10.1007/s42495-022-00083-8>
- Ndebele, T., Marsh, D., & Scarpa, R. (2019). Consumer switching in retail electricity markets: Is price all that matters? *Energy Economics*, 83, 88–103. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.06.012>
- Nogata, D. (2022). Determinants of household switching between natural gas suppliers: Evidence from Japan. *Utilities Policy*, 76. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2022.101377>
- O'Donnell, C. J., Rao, D. S. P., & Battese, G. E. (2008). Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios. *Empirical Economics*, 34(2), 231–255. <https://doi.org/10.1007/s00181-007-0119-4>
- Passarini, F., Vassura, I., Monti, F., Morselli, L., & Villani, B. (2011). Indicators of waste management efficiency related to different territorial conditions. *Waste Management*, 31(4), 785–792. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.11.021>
- Pérez-López, G., Prior, D., Zafra-Gómez, J. L., & Plata-Díaz, A. M. (2016). Cost efficiency in municipal solid waste service delivery. Alternative management forms in relation to local population size. *European Journal of Operational Research*, 255(2), 583–592. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.05.034>
- Perišić, A., Jung, D. Š., & Pahor, M. (2022). Churn in the mobile gaming field: Establishing churn definitions and measuring classification similarities. *Expert Systems with Applications*, 191, 116277. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116277>
- Pinto, R., & Vespucci, M. T. (2011). *Modelli decisionali per la produzione, la logistica e i servizi energetici*. Springer Milan. <https://doi.org/10.1007/978-88-470-1791-7>
- Price, C. W., & Zhu, M. (2016). Empirical evidence of consumer response in regulated markets. *Journal of Competition Law and Economics*, 12(1), 113–149. <https://doi.org/10.1093/joclec/nhv041>

- Romano, G., & Molinos-Senante, M. (2020). Factors affecting eco-efficiency of municipal waste services in Tuscan municipalities: An empirical investigation of different management models. *Waste Management*, 105, 384–394. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.02.028>
- Romano, G., Molinos-Senante, M., Carosi, L., Llanquileo-Melgarejo, P., Sala-Garrido, R., & Mocholi-Arce, M. (2021). Assessing the dynamic eco-efficiency of Italian municipalities by accounting for the ownership of the entrusted waste utilities. *Utilities Policy*, 73. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2021.101311>
- Sarra, A., Mazzocchitti, M., & Nissi, E. (2020). Optimal regulatory choices in the organization of solid waste management systems: Empirical evidence and policy implications. *Environmental Science & Policy*, 114, 436–444. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.09.004>
- Sarra, A., Mazzocchitti, M., Nissi, E., & Quaglione, D. (2019). Considering spatial effects in the evaluation of joint environmental and cost performance of municipal waste management systems. *Ecological Indicators*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105483>
- Sarra, A., Mazzocchitti, M., & Rapposelli, A. (2017). Evaluating joint environmental and cost performance in municipal waste management systems through data envelopment analysis: Scale effects and policy implications. *Ecological Indicators*, 73, 756–771. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.10.035>
- Shin, K. J., & Managi, S. (2017). Liberalization of a retail electricity market: Consumer satisfaction and household switching behavior in Japan. *Energy Policy*, 110, 675–685. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.07.048>
- Spallini, S., Viola, D., Leongrande, D., & De Maria, V. A. (2016). The efficiency of the municipal waste management model in the Italian Municipalities. *Electronic Journal of Applied Statistical Analysis*, 09(04), 688–703. <https://doi.org/10.1285/i20705948v9n4p688>
- Stagnaro, C., Amenta, C., Di Croce, G., & Lavecchia, L. (2020). Managing the liberalization of Italy's retail electricity market: A policy proposal☆. *Energy Policy*, 137, 111150. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111150>
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2018). *Introduction to Econometrics* (4th ed.). Pearson.
- Suárez-Varela, M., de los Ángeles García-Valiñas, M., González-Gómez, F., & Picazo-Tadeo, A. J. (2017). Ownership and Performance in Water Services Revisited: Does Private Management Really Outperform Public? *Water Resources Management*, 31(8), 2355–2373. <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1495-3>
- Syrjänen, M. J. (2004). Non-discretionary and discretionary factors and scale in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 158(1), 20–33. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00362-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00362-X)
- Thanassoulis, E. (2001). Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis. In *Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1407-7>
- Wieringa, J. E., & Verhoef, P. C. (2007). Understanding Customer Switching Behavior in a Liberalizing Service Market. *Journal of Service Research*, 10(2), 174–186. <https://doi.org/10.1177/1094670507306686>
- Wongchai, A., Liu, W.-B., & Peng, K.-C. (2012). DEA Metafrontier Analysis on Technical Efficiency Differences of National Universities in Thailand. *International Journal of New Trends in Education and Their Implications*, 3(4), 30–42.
- Yang, Y. (2014). Understanding household switching behavior in the retail electricity market. *Energy Policy*, 69, 406–414. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.03.009>
- Zafra-Gomez, J. L., Prior, D., Díaz, A. M. P., & López-Hernandez, A. M. (2013). Reducing Costs in Times of Crisis: Delivery Forms in Small and Medium Sized Local Governments' Waste Management Services. *Public Administration*, 91(1), 51–68. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9299.2011.02012.x>

2. Integrating Non-Parametric Efficiency Measures and Cluster Analysis to Support Urban Waste Management Entrustment Decisions

Il seguente articolo, attualmente in fase di revisione finale per la successiva sottomissione ad una rivista estera, è stato sviluppato durante il periodo di visiting, svolto presso l'Aston University di Birmingham (UK). Il testo integrale del lavoro, tradotto in italiano, è riportato a partire dalla Sezione 1. ("Research Question").

Introduzione

Il D.lgs 201/2022 ("Riordino della disciplina dei servizi pubblici locali di rilevanza economica") è intervenuto modificando la disciplina del servizio di gestione dei rifiuti. In particolare, l'art.14 introduce un nuovo principio in tema di affidamento del servizio.

Secondo questa previsione, le stazioni appaltanti possono assegnare i servizi pubblici locali ad imprese private, a capitale misto o pubbliche, tramite gare (nei primi due casi) o direttamente all'impresa (nel caso di affidamento pubblico). Al contrario di altri interventi legislativi – si pensi ad esempio al D.l. 112/2008 o al D.l. 78/2010 – la discrezionalità delle stazioni appaltanti è più ampia, non essendoci limiti espressi al ricorso alla gestione in-house.

Al comma 2, l'art. 14 stabilisce che gli enti locali possano orientarsi nella scelta della modalità di affidamento basandosi sui risultati delle gestioni passate, nonché sui risultati di "esperienze paragonabili". La scelta, inoltre, ai sensi del comma 3 deve essere motivata in un'apposita relazione. Questa previsione presenta due criticità. Da un lato, come già sottolineato più volte, gli enti locali tendono a non voler cedere il controllo sui servizi pubblici. Dall'altro, vi è il rischio che, nell'analisi delle gestioni passate o delle esperienze paragonabili, venga adottato un approccio selettivo (cherry picking) per giustificare la propria decisione.

Per affrontare le problematiche sopra evidenziate e supportare le decisioni degli enti competenti, questo studio propone una valutazione dell'efficienza delle diverse modalità di gestione del servizio rifiuti, applicando un'analisi di benchmarking a due stadi. La procedura è stata applicata su un campione di 5711 comuni italiani, coprendo il 66,53% della popolazione.

Nel primo stadio è stato applicato l'algoritmo di clustering CLARA, al fine di raggruppare i comuni in cluster omogenei. Le variabili considerate per il clustering includono informazioni sulle scelte organizzative del servizio (come l'adozione o meno della raccolta differenziata), nonché variabili sulle caratteristiche geografiche, sociali ed economiche dei comuni. Questo approccio ha permesso di individuare gruppi di comuni con caratteristiche operative e strutturali simili, identificando così contesti con "esperienze paragonabili", come previsto dall'art. 14.

Nel secondo stadio, all'interno di ciascun cluster, è stato utilizzato un modello non parametrico basato sull'Directional Distance Function con meta-frontiera. Questa metodologia consente di valutare l'efficienza economica ed ambientale di quattro modelli di gestione del servizio (pubblica, private, mista e diretta).

I risultati dell'analisi indicano che, in generale, i modelli di gestione mista tendono a essere più efficienti in tutte le condizioni operative. Tuttavia, la tecnologia produttiva più avanzata è quella della gestione pubblica, che ha ottenuto punteggi migliori o simili rispetto alla gestione mista in quattro cluster su sei.

1. Research Question

Negli ultimi tre decenni, il ruolo del settore pubblico nei servizi pubblici locali ha subito una significativa trasformazione. Ciò include la gestione dei rifiuti solidi urbani (RSU), che ha un peso considerevole sia in termini di bilancio della pubblica amministrazione (Io Storto, 2024; Zafra-Gomez et al., 2013) sia di impatto ambientale (Marques et al., 2018; Romano et al., 2021).

Molti paesi europei hanno promosso azioni di riforma volte a liberalizzare il servizio, in risposta ai fallimenti di mercato generalizzati sotto monopolio pubblico. Queste iniziative, ulteriormente sostenute dalle recenti ondate di spending review (Alfiero et al., 2017), miravano a introdurre la concorrenza per ridurre il costo del servizio e aumentare l'efficienza complessiva (Campos-Alba et al., 2019; Jacobsen et al., 2013; Lombrano, 2009).

In questo settore, un caso peculiare è quello dell'Italia, dove la generale sfiducia verso la gestione pubblica ha portato a una serie di riforme in cui la gestione pubblica è stata trattata come un'opzione residuale. Tuttavia, un processo normativo frammentario e la resistenza dei governi locali, riluttanti a cedere il controllo sul servizio, hanno ostacolato il raggiungimento di questo obiettivo (Di Sante Fiore & Sarra, 2023). Di conseguenza, l'industria italiana della gestione dei rifiuti presenta un mix eterogeneo di aziende private, pubbliche e miste. (Alfiero et al., 2017; Antonioli & Filippini, 2002; Fusco & Allegrini, 2020; Romano et al., 2021; Romano & Molinos-Senante, 2020; Spallini et al., 2016), con prevalenza di operatori pubblici (Invitalia, 2020; ISPRA, 2021).

Inoltre, i recenti sviluppi normativi indicano che il legislatore italiano non è più sfavorevole alla gestione pubblica. Nell'ultimo intervento sul settore (Legge 214/2023 "Legge Annuale per la Concorrenza"), non sono imposte delle restrizioni su questa opzione, che figura come una delle modalità possibili per organizzare la raccolta e lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani. Questo cambiamento è avvenuto sia per evitare ulteriori contrasti con gli enti locali e perché, come evidenziato da alcuni studi (Massarutto, 2022), la gestione pubblica ha raggiunto la sostenibilità economica e finanziaria.

Ad oggi, un fattore cruciale per l'affidamento dei servizi è l'efficienza. L'articolo 14 del Decreto Legislativo 201/2022 ("*Riordino della disciplina dei servizi pubblici locali di rilevanza economica*") richiede ai comuni di predisporre una relazione che dimostri che l'opzione di affidamento scelta sia la più efficiente tra tutte le alternative possibili. Per farlo, possono fare riferimento ai risultati di affidamenti precedenti o alle esperienze di comuni con condizioni operative simili.

Questa disposizione potrebbe impattare negativamente sull'efficienza del settore. È piuttosto difficile per un comune (specialmente se di ridotte dimensioni) avere una visione chiara su quali siano le *best practices* tra tutti i comuni con condizioni operative simili. Il rischio di *cherry picking* durante la redazione della

relazione è elevato, specialmente se l'intento è mantenere il servizio pubblico¹⁹. Ciò potrebbe portare a una scelta non ottimale, con conseguenze negative sia economiche che ambientali. Dal punto di vista economico, i bilanci comunali – già ridotti rispetto al passato (Alfiero et al., 2017; Zafra-Gomez et al., 2013) – potrebbero essere gravati da costi evitabili. Dal punto di vista ambientale, una bassa efficienza potrebbe impedire il raggiungimento degli obiettivi di raccolta differenziata e riciclo fissati dall'Italia (Decreto Legislativo 152/2006, Codice dell'Ambiente) e dall'Unione Europea (Commissione Europea, 2014).

Tale scenario richiede un'analisi approfondita dell'efficienza del servizio, con particolare attenzione a come i diversi modelli di gestione affrontano le varie condizioni operative. Questo argomento è ampiamente trattato in letteratura, ma le conclusioni sono eterogenee (Agovino et al., 2020; Bel et al., 2014; Benito et al., 2010; De Jaeger et al., 2011), rendendo difficile indicare un modello più efficiente. Una possibile causa di questa inconcludenza potrebbe risiedere nel modo in cui sono stati trattati quei fattori ambientali che influenzano le condizioni operative. Generalmente, gli studi di benchmarking considerano questi fattori o direttamente nell'analisi o in un secondo stadio. Tuttavia, questi approcci possono generare due problemi. Utilizzando un approccio a due o più stadi, il problema della separabilità (Simar & Wilson, 2007) può portare a risultati statisticamente insignificanti. Trattare i fattori ambientali direttamente nella misurazione dell'efficienza può portare a una sovrastima dei punteggi (Cooper et al., 2007). In entrambi i casi, l'affidabilità dei risultati potrebbe essere compromessa. Nel caso italiano, inoltre, il tema della proprietà è stato analizzando ricorrendo a campioni di piccola dimensione, e questo potrebbe aver influenzato i risultati ottenuti (Guerrini et al., 2017; Romano et al., 2021; Romano & Molinos-Senante, 2020).

L'obiettivo di questo articolo è quindi determinare quale modello di gestione dei rifiuti solidi urbani – pubblico, privato, misto o diretto – sia il più efficiente per comuni che condividono condizioni operative simili.

Per raggiungere questo obiettivo, proponiamo l'uso congiunto della Cluster Analysis con la tecnica nonparametrica della Directional Distance Function con meta-frontiera, applicato ad un dataset di 5711 comuni italiani. L'analisi cluster, intervenuta prima della misurazione dell'efficienza, ha permesso di individuare gruppi di comuni con caratteristiche operative simili. Così facendo, abbiamo due vantaggi. Da un lato, abbiamo evitato il problema della separabilità e il rischio di sovrastima dei punteggi. Dall'altro, confrontando molti comuni con condizioni operative simili, abbiamo agito come dovrebbero fare gli enti locali ai sensi dell'Art. 14 del D.l. 201/2022.

All'interno di ciascun cluster abbiamo applicato il modello non parametrico della Directional Distance Function per valutare l'efficienza dal punto di vista economico e ambientale. L'importanza di questa doppia prospettiva è sottolineata da diversi studiosi (Delgado-Antequera et al., 2021; Llanquileo-Melgarejo & Molinos-Senante, 2022; Lo Storto, 2021; Romano et al., 2021; Sala-Garrido et al., 2022), in quanto i comuni devono gestire bilanci ridotti e, al contempo, essere responsabili del raggiungimento degli obiettivi di raccolta

¹⁹ Infatti, negli ultimi tempi i comuni italiani manifestano una forte preferenza per l'affidamento pubblico. Come evidenziato dall'Autorità Nazionale Anticorruzione (ANAC), tra il 2016 e il 2020 il 70 per cento degli affidamenti è stato pubblico, in-house (<https://www.anticorruzione.it/-/affidamenti-in-house-%C3%A8-l-eccezione-non-la-regola-nuove-linee-guida-di-anac-per-favorire-maggiore-concorrenza>).

differenziata stabiliti dalla legge. Infine, per valutare l'impatto della proprietà sull'efficienza di ogni cluster, abbiamo utilizzato l'approccio meta-frontiera.

I nostri risultati dimostrano che la gestione mista è più efficiente in tutte le condizioni operative, sebbene la tecnologia di produzione più avanzata sia quella della gestione pubblica. Questi risultati stimolano una riflessione sul ruolo dei privati nell'organizzazione del servizio. Da un lato, la gestione pubblica è in grado di gestire meglio le peculiarità del territorio in cui opera. Dall'altro, la presenza di capitale privato nelle gestioni miste stimola una maggiore efficienza.

Il lavoro è organizzato come segue: nella Sezione 2 viene esaminato lo stato dell'arte; nella Sezione 3 viene introdotta la metodologia utilizzata; la Sezione 4 presenta i dati e le variabili impiegate; la Sezione 5 illustra i risultati e, infine, nella Sezione 6 vengono tratte alcune implicazioni politiche.

2. Stato dell'arte

Diversi studi hanno indagato l'efficienza del settore della gestione dei rifiuti solidi urbani. In questo ambito, la Data Envelopment Analysis (DEA) è una delle metodologie più applicate (Thanassoulis, 2001). Questa tecnica presenta diversi vantaggi rispetto ai metodi statistici, come la Stochastic Frontier Analysis (SFA). Essendo una tecnica non parametrica, la DEA segue le proprietà della teoria della produzione (Bostian et al., 2016) per stimare una frontiera efficiente senza adottare ipotesi a priori sulla forma funzionale. Inoltre, può valutare processi produttivi multi-input e includere output indesiderati (Seiford & Zhu, 2002b). Infine, consente di valutare l'impatto di diversi modelli organizzativi (ad esempio, diversi tipi di proprietà) sull'efficienza (O'Donnell et al., 2008).

La letteratura ha dato risposte eterogenee sulla valutazione dell'impatto della proprietà del servizio sull'efficienza. Di conseguenza, è difficile esprimere una preferenza verso un tipo specifico di gestione.

Diversi studi basati sulla DEA hanno analizzato questo tema considerando che i processi di raccolta e smaltimento dei rifiuti possono essere influenzati da variabili esterne, che determinano condizioni operative diverse (Kounetas, 2015). La maggior parte di questi studi si basa su analisi a uno o due stadi²⁰. Nel primo caso, le variabili esterne sono incluse direttamente nella valutazione dell'efficienza come input non discrezionali. Nel secondo caso, i punteggi di efficienza vengono utilizzati in una regressione per stimare l'impatto di ciascuna variabile.

Una delle prime applicazioni della DEA sull'argomento è quella di Bosch et al. (2000), che hanno studiato l'efficienza produttiva di 75 comuni spagnoli utilizzando due modelli VRS (Variable Return to Scale) orientati agli input, uno dei quali includeva variabili esogene. Gli studiosi hanno messo in relazione i punteggi di efficienza con il tipo di gestione (espresso come variabile dummy) tramite una regressione Tobit e successivamente con il test statistico di Mann-Whitney. Nessuno di questi test ha fornito risultati statisticamente significativi. Marques & Simões (2009) hanno utilizzato modelli VRS e CRS (Constant Return

²⁰ For a more extensive review of how scholars treated environmental variables see Sarra et al. (2019)

to Scale) orientati agli input e agli output per valutare l'efficienza di 29 servizi pubblici portoghesi di gestione dei rifiuti. Nella seconda fase, hanno eseguito una regressione Tobit per considerare i fattori ambientali, trovando che la produzione privata risultava più efficiente.

Benito et al. (2010) hanno applicato un modello VRS orientato agli output per valutare diversi servizi pubblici locali in 31 comuni spagnoli, inclusa la raccolta e il trattamento dei rifiuti solidi urbani, trovando che la gestione pubblica era la soluzione più efficiente. De Jaeger et al. (2011) hanno utilizzato un modello DEA CRS per un campione di 299 comuni del Belgio e, in una seconda fase, una regressione Tobit per valutare l'impatto delle variabili ambientali sull'efficienza. Hanno riscontrato che la cooperazione intercomunale aumentava l'efficienza. Anche il lavoro di Zafra-Gomez et al. (2013) su 923 comuni spagnoli, basato su un approccio simile, arriva a conclusioni analoghe. Bel et al. (2014) si sono concentrati sull'efficienza di costo in 85 comuni della regione spagnola di Aragona, utilizzando un'analisi DEA a due stadi. I loro risultati supportano forme di cooperazione intercomunale. Pérez-López et al. (2016) hanno limitato l'analisi all'efficienza della proprietà, senza considerare delle variabili ambientali. Utilizzando un campione di 771 comuni spagnoli e applicando l'approccio non parametrico order-m con meta-frontiera, hanno trovato che la gestione pubblica è mediamente più efficiente.

Spallini et al. (2016) hanno analizzato il caso italiano applicando un modello DEA-VRS a 107 capoluoghi di provincia italiani, senza considerare variabili ambientali. Qui, la gestione mista e quella pubblica sono risultate le più efficienti. Alfiero et al. (2017) hanno trattato la proprietà pubblica come una variabile ambientale, definendola "effetto pubblicità" ("publicness effect") e cercando di esaminarne il ruolo sull'efficienza del servizio. Utilizzando un modello DEA-SBM su un campione di 64 servizi pubblici italiani di gestione dei rifiuti, con il tasso di privatizzazione trattato come input non discrezionale, hanno trovato che livelli più alti di influenza pubblica erano associati a una minore efficienza.

Campos-Alba et al. (2019), utilizzando dati panel dal 2002 al 2014 su 164 comuni spagnoli e applicando l'order-m, hanno investigato il ruolo della proprietà sull'efficienza, trovando che il servizio pubblico era sistematicamente più efficiente. Romano & Molinos-Senante (2020) hanno studiato il caso italiano utilizzando dati del 2016 di 225 comuni toscani con un approccio non parametrico a due stadi. Hanno trovato che la gestione pubblica era più efficiente, anche se il test di Kruskal-Wallis ha indicato che i risultati non erano statisticamente significativi.

Romano et al. (2021), utilizzando dati dal 2016 al 2019, hanno applicato la Directional Distance Function in combinazione con la meta-frontiera per valutare l'efficienza di 68 comuni italiani, senza considerare fattori ambientali. I risultati, divisi per modalità di gestione, non sono risultati statisticamente significativi. Amaral et al. (2022) hanno analizzato il settore portoghese applicando un approccio order-m a due stadi su un campione di 178 utilities, senza trovare differenze statisticamente rilevanti tra la gestione pubblica e privata.

Di Sante Fiore & Sarra (2023) hanno incluso sei variabili ambientali in un'analisi DEA per valutare la meta-efficienza di 1.459 comuni italiani, trovando che la gestione mista è più efficiente nei comuni con più di 15.000 abitanti, mentre al di sotto di tale soglia la gestione pubblica è una scelta migliore.

L'eterogeneità dei risultati ottenuti in letteratura può essere causata da due fattori: uno riguarda la dimensione del campione e l'altro il metodo applicato. L'uso di un dataset ridotto rende difficile estendere i risultati all'intera popolazione, poiché i risultati potrebbero non essere rappresentativi o statisticamente significativi. Inoltre, i metodi più utilizzati, ossia tecniche a uno o due stadi, hanno le loro limitazioni. Includere variabili esterne direttamente nella valutazione come input non discrezionali tende a sovrastimare i punteggi di efficienza (Cooper et al., 2007). Combinare DEA e regressione Tobit può incorrere nel problema della separabilità (Simar & Wilson, 2007). Questo problema afferma che, se alcune variabili esterne influenzano le possibilità produttive (le condizioni operative) e sono escluse nella prima fase, i risultati ottenuti in entrambe le fasi non sono affidabili.

Un metodo intuitivo per ridurre l'impatto di diverse condizioni operative è combinare l'analisi dei cluster con la DEA (Samoilenko & Osei-Bryson, 2008). Con l'analisi dei cluster, le unità oggetto di valutazione vengono raggruppate prima della valutazione dell'efficienza. Questo approccio migliora l'accuratezza dei risultati incorporando dimensioni non considerate nella sola valutazione dell'efficienza – vale a dire, le diverse condizioni operative – ed evita i problemi riscontrati con le procedure a stadio singolo o multiplo..

Questo approccio è piuttosto comune in altri settori, come il turismo (Gómez-Vega et al., 2021), l'istruzione superiore (Puertas & Marti, 2019) e la sanità (Cinaroglu, 2020; Omrani et al., 2018). Tuttavia, a nostra conoscenza, non esistono applicazioni di questo metodo nel settore della gestione dei rifiuti solidi urbani. Con questa analisi, intendiamo applicare l'analisi dei cluster e la DEA a un ampio set di comuni italiani per determinare quale sia l'organizzazione del servizio RSU più efficiente nelle diverse condizioni operative.

3. Metodologia

In questa sezione, presentiamo innanzitutto l'algoritmo CLARA, per poi concentrarci sulla Directional Distance Function e sul concetto di meta-frontiera.

Clustering Large Applications (CLARA)

Con l'analisi dei cluster, vogliamo raggruppare i comuni in modo significativo. In particolare, vogliamo raggrupparli in base a condizioni operative omogenee per minimizzare l'impatto delle variabili esterne sull'efficienza.

Per fare ciò, utilizziamo l'algoritmo CLARA, un metodo di partizionamento basato su PAM (Partitioning Around Medoids) progettato per gestire grandi dataset. CLARA divide le osservazioni in k cluster, ognuno composto da n unità (nel nostro caso, comuni) omogenee per alcune caratteristiche. CLARA utilizza una misura di distanza – nel nostro caso, la distanza euclidea – per minimizzare le dissimilarità interna ai cluster, massimizzando al contempo le dissimilarità tra cluster (Kaufman & Rousseeuw, 2005). A differenza del noto algoritmo *k-means*, che utilizza i centroidi per determinare i cluster, CLARA costruisce i cluster attorno a osservazioni effettive o medoidi, migliorandone la robustezza agli outlier (Kaufman & Rousseeuw, 1987). Inoltre, CLARA riduce il tempo computazionale dell'algoritmo PAM tramite il sotto-campionamento del dataset analizzato.

Possiamo descrivere il funzionamento dell'algoritmo PAM attraverso una sequenza di passaggi:

1. Subsampling del campione
2. Applicazione dell'algoritmo PAM in ciascun sub-sample
 - i. Selezione di un medoide casuale
 - ii. Ogni unità viene assegnata al cluster il cui medoide è più vicino ad essa
 - iii. Una misura di distanza (nel nostro caso, euclidea) calcola la dissimilarità tra le unità
 - iv. Per ciascun cluster, il medoide viene ricalcolato come il punto che minimizza la dissimilarità tra gli altri punti del cluster.
 - v. Gli step i-iv sono ripetuti finché non è possibile ottenere un risultato migliore
3. Utilizzare i medoidi trovati in 2 per assegnare tutte le unità del dataset ai rispettivi cluster

Gli algoritmi di partizionamento richiedono di selezionare ex-ante il numero di cluster da individuare. Per supportare la decisione, abbiamo utilizzato il metodo Elbow (o “del gomito”) e il metodo della statistica gap. Il metodo Elbow minimizza la somma dei quadrati intra-cluster (WCSS) in funzione del numero di cluster. La statistica gap confronta il WCSS osservato con quello che ci si aspetterebbe nel caso di una distribuzione nulla, o in assenza di cluster (Kaufman & Rousseeuw, 2005; Sugar & James, 2003).

Directional distance function

Nella seconda fase della nostra analisi, abbiamo applicato la Directional Distance Function (DDF) per confrontare le unità all'interno di ciascun cluster. La DDF è una tecnica di programmazione lineare utilizzata per valutare l'efficienza relativa di Decision-Making Units (DMUs) che utilizzano input comuni per produrre output simili. È definita come una generalizzazione della Data Envelopment Analysis (Chen & Wang, 2023), in quanto rappresenta una misura *non radiale* dell'efficienza. In altre parole, a differenza della DEA, con la DDF non tutti gli output (o input) devono aumentare (o diminuire) per raggiungere la piena efficienza,

Questo risulta particolarmente utile nella valutazione dei servizi ecologici, dove i danni ambientali (Thore & Freire, 2002) o output “indesiderati” devono essere ridotti per migliorare la performance di una DMU (Seiford & Zhu, 2002b). I modelli DEA tradizionali possono trattare l'output indesiderato come un input da minimizzare (Dyckhoff & Allen, 2001), ma questa soluzione non rappresenta correttamente il vero processo produttivo (Seiford & Zhu, 2002a). Al contrario, l'utilizzo della DDF consente di ridurre gli output indesiderati massimizzando quelli desiderabili (Färe & Grosskopf, 2004).

Gli approcci non parametrici definiscono l'efficienza come la distanza di ciascuna DMU da una frontiera di produzione ottimale. Nel caso della DDF, abbiamo:

$$\vec{D}(x_0, y_0, b_0; g) = \{\max \beta: (x_0, y_0, b_0; g) \in P(x)\} \quad (1)$$

E il corrispettivo modello di programmazione lineare (Hua & Bian, 2007) è

$$\vec{D}(x_0, y_0, b_0; g) = \max \beta$$

sub

$$\begin{aligned}
\sum_{j=1}^n \eta_j y_{rj} &\geq y_{r0} + \beta g_{yr}, & r &= 1, \dots, s, \\
\sum_{j=1}^n \eta_j b_{tj} &= b_{t0} - \beta g_{bt}, & t &= 1, \dots, k, \\
\sum_{j=1}^n \eta_j x_{ij} &\leq x_{i0} & i &= 1, \dots, m, \\
\sum_{j=1}^n \eta_j &= 1
\end{aligned} \tag{2}$$

Dove x rappresenta gli input utilizzati, y indica gli output desiderabili e b rappresenta gli output indesiderabili. Il sistema di equazioni è risolto n volte, dove n è il numero di DMU in valutazione, e consiste in una funzione obiettivo e un insieme di vincoli. A ciascuna DMU è assegnato un punteggio di efficienza compreso tra 1 (la unità è sulla frontiera, quindi è pienamente efficiente) e 0. La principale differenza rispetto ai modelli DEA tradizionali è l'introduzione di un vettore di distanza $g = (g_y - g_b)$, che specifica la direzione in cui gli output indesiderabili vengono minimizzati (mentre gli output desiderabili aumentano). Inoltre, il secondo vincolo impone la riduzione dell'output indesiderato t -esimo della DMU 0 di una quantità βg_{bt} . Data la diversa dimensione dei comuni del camion, abbiamo imposto la presenza di rendimenti variabili di scala.

Meta-frontiera

All'interno di ciascun cluster, abbiamo utilizzato la meta-frontiera per misurare l'impatto della proprietà del servizio sull'efficienza. Come definito da O'Donnell et al. (2008), la meta-frontiera suppone che da un insieme delle possibilità produttive (PPS)

$$T = \{(x, y, b): x \geq 0; y \geq 0; b \geq 0; x \text{ can produce } (y, b)\} \tag{3}$$

Per diverse ragioni, come vincoli ambientali o normativi (Wongchai et al., 2012), possiamo avere n sub-PPS:

$$T^k = \{(x, y, b): x \geq 0; y \geq 0; b \geq 0; x \text{ can be used in } k \text{ to produce } (y, b)\} \tag{4}$$

O sub-tecnologie di produzione di gruppi di DMU. I confini della PPS $T = \{T' \cup \dots T^k\}$ formano la *meta-frontiera*, che contiene tutte le DMU da valutare, mentre i confini di T^k individuano la k -esima *frontiera locale*, formata da un sottoinsieme di DMU omogenee che non possono utilizzare tutte le combinazioni input-output fattibili. In altre parole, la meta-frontiera – che contiene tutte le DMU appartenenti al medesimo cluster – include gli n gruppi locali. Di conseguenza, con questo modello abbiamo due funzioni di distanza, una dalla meta-frontiera

$$\vec{D}(x_0, y_0, b_0; g) = \{\max \beta: (x_0, y_0, b_0; g) \in P^m(x)\} \tag{5}$$

E un'altra da ciascun gruppo locale k

$$\vec{D}(x_0, y_0, b_0; g) = \{ \max \beta : (x_0, y_0, b_0; g) \in P^k(x) \} \quad (6)$$

Sono quindi calcolati due punteggi di efficienza: E^k rispetto alla meta-frontiera, e E^m rispetto ai gruppi locali. Quest'ultimo indica l'efficienza *gestionale* di ciascuna DMU, poiché non sono considerate le limitazioni della tecnologia produttiva. Il primo punteggio, invece, indica come la DMU si comporta rispetto nel complesso (ossia rispetto a tutte le unità del cluster di appartenenza).

Seguendo Romano & Molinos-Senante (2020) indichiamo l'efficienza come potenziale risparmio in termini di input. Questo significa che $E^k = (1 - \text{Directional efficiency in group } k)$ e $E^m = (1 - \text{Directional efficiency})$. Dato che ogni gruppo locale è un sub-set della meta-frontiera, abbiamo che $E^k \leq E^m \forall k$ (O'Donnell et al., 2008).

Con il Meta-Technology Ratio (MTR) possiamo determinare l'impatto di ciascuna sub-tecnologia di produzione sull'efficienza:

$$MTR_0 = \frac{E_0^m}{E_0^k} \quad (7)$$

Se questo rapporto è uguale a 1, allora la DMU 0 si trova sulla meta-frontiera efficiente, il che significa che la sua tecnologia di produzione non influisce sull'efficienza. Un esempio di meta-frontiera è riportato nella figura 1.

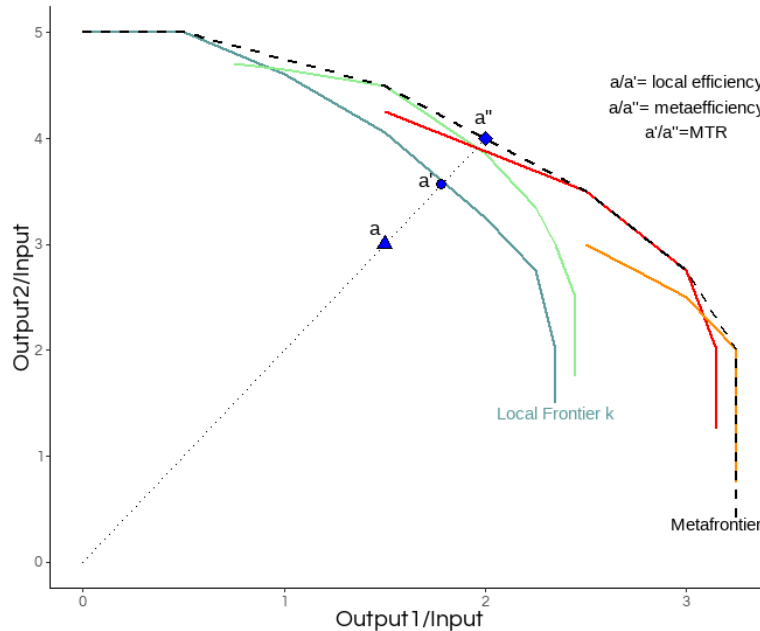


Fig. 1 – Esempio di meta-frontiera (elaborazione dell'autore)

4. Dati e Variabili

Per questa analisi, abbiamo costruito un dataset che include informazioni su 6505 comuni italiani per l'anno 2019. I dati sono stati raccolti da tre fonti diverse: SOSE (Soluzioni per il Sistema Economico) S.p.A. e Aida BvD per le informazioni relative all'organizzazione del servizio, e l'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT) per i dati relativi alle caratteristiche dei comuni. SOSE S.p.A. (ora Sogei S.p.A.) è una società pubblica che raccoglie informazioni sui Servizi Pubblici Locali – incluso il servizio di gestione dei rifiuti – attraverso questionari obbligatori inviati ai comuni, che vengono poi pubblicati online.²¹ Aida by Bureau van Dijk è una banca dati con informazioni economiche e finanziarie sulle aziende italiane. La banca dati ISTAT è stata utilizzata per raccogliere informazioni sulle caratteristiche ambientali e socioeconomiche dei comuni.

Le variabili utilizzate sono descritte nella Tabella 1. I dati mancanti nel nostro dataset non sono stati stimati. Abbiamo escluso i comuni con meno di 200 e più di 300.000 abitanti, poiché la DDF è sensibile ai valori anomali. Il dataset finale include 5711 comuni provenienti da 15 delle 20 regioni italiane²² e copre una popolazione totale di 40.159.994 abitanti, il 66,53% della popolazione italiana nel 2019. A nostra conoscenza, questo è il primo grande dataset sui comuni italiani che include informazioni sulla proprietà del servizio.

Cluster Analysis

Con l'analisi dei cluster, siamo stati in grado di identificare gruppi di comuni con condizioni operative simili. Abbiamo condotto l'analisi utilizzando cinque variabili:

1. Dispersione: percentuale di case sparse (Sarrazin et al., 2017, 2020). Più le case sono situate fuori dal centro cittadino, maggiore è la distanza percorsa dai camion per raccogliere i rifiuti, con conseguenti costi più elevati.
2. Pendolarismo: percentuale di pendolari in entrata rispetto al numero di abitanti. I comuni che sono centri industriali/servizi avranno un afflusso importante di pendolari che consumano beni e, di conseguenza, producono rifiuti.
3. Turismo: percentuale di turisti rispetto al numero di abitanti (Delgado-Antequera et al., 2021; Romano & Molinos-Senante, 2020). Alcuni comuni devono organizzare la raccolta dei rifiuti per accogliere numerosi turisti, che possono superare il numero di residenti. Un afflusso rilevante di turisti aumenta esponenzialmente i rifiuti prodotti per residente.
4. D2D: raccolta porta a porta (Guerrini et al., 2017). La raccolta porta a porta rispetto ad altri metodi di raccolta viene decisa dal consiglio comunale, indipendentemente dal livello di efficienza, e richiede una specifica organizzazione del servizio (ad esempio, come coordinare i camion per raccogliere i rifiuti in diverse aree del comune).
5. Edifici: numero di edifici per comune. Con l'aumento del numero di edifici, il tempo per la raccolta dei rifiuti aumenta e potrebbe richiedere più veicoli, quindi una gestione del servizio più complessa.

²¹<https://www.opencivitas.it/it/open-data>

²² Non sono disponibili dati su Trentino-Alto-Adige, Friuli-Venezia-Giulia, Valle d'Aosta, Sicilia e Sardegna

Prima di procedere con l'analisi dei cluster, abbiamo prima verificato la correlazione tra le variabili, che è risultata molto bassa (Appendice, Tab.1), e poi abbiamo normalizzato i dati. Non abbiamo assegnato alcun peso specifico alle nostre variabili.

Variable name	Description	Unit	Source	Year
Dispersione	Case sparse/case all'interno del centro del comune	Percentuale (%)	Elaborazione propria su dati Istat	2011
Pendolarismo	Numero di pendolari in entrata (annuo)/numero di abitanti	Percentuale (%)	Elaborazione propria su dati Istat	2019
Turismo	Numero di posti letto nelle strutture ricettive/numero di abitanti	Percentuale (%)	Elaborazione propria su dati Istat	2019
Porta a Porta	Tipo di raccolta	Variabile Dummy	SOSE	2019
Edifici	Numero di edifici per comune	Numero (n)	Istat	2019
Proprietà del Servizio	Tipo di gestione dell'ente responsabile del servizio	Valore (nome)	Elaborazione propria su dati SOSE e Aida BvD	2019

Tab.1 – Variabili usate per clusterizzare il campione

DDF, variabili Input e Output

La scelta delle variabili di input e output dovrebbe riflettere il processo produttivo del servizio di gestione dei rifiuti. Seguendo la letteratura in materia (Abrate et al., 2014; Fusco & Allegrini, 2020; Llanquileo-Melgarejo & Molinos-Senante, 2022; Molinos-Senante & Maziotis, 2021; Pérez-López et al., 2016; Romano & Molinos-Senante, 2020; Sarra et al., 2017), abbiamo utilizzato le spese totali (TotEx) per abitante come input, la quantità di rifiuti raccolti per abitante come output desiderabile e la quantità di rifiuti non differenziati raccolti per abitante come output indesiderabile. Tutti i dati sono stati raccolti tramite il questionario SOSE.

Variable type	Name	Unit	Source	Year
Input	Spese Totali (TotEx) per abitante	€/abitante	SOSE	2019
Output desiderabile	Rifiuti raccolti per abitante	Kg/abitante	SOSE	2019
Output indesiderato	Rifiuti indifferenziati raccolti per abitante	Kg/abitante	SOSE	2019

Tab.2 – variabili input e output

Meta frontiera e sub-tecnologie produttive

L'approccio meta-frontiera richiede la delimitazione di diverse tecnologie di produzione, in cui DMU simili non possono accedere a tutte le combinazioni input-output possibili (O'Donnell et al., 2008). Nei servizi pubblici come la gestione dei rifiuti solidi urbani, gli obiettivi economici (Di Sante Fiore & Sarra, 2023) e la

proprietà delle utilities responsabili del servizio (Alfiero et al., 2017) influenzano notevolmente le tecnologie di produzione. I gestori pubblici e privati presentano diversi spiriti imprenditoriali, livelli di innovazione e conoscenze tecnologiche (Koppenjan & Enserink, 2009), e questo incide sulle performance nella gestione dei rifiuti di ciascun comune.

Per questo motivo, abbiamo evidenziato quattro gruppi locali differenti:

1. Comuni con servizio gestito pubblicamente
2. Comuni con servizio gestito privatamente
3. Comuni con servizio gestito in modalità mista
4. Comuni con gestione diretta del servizio

Per differenziare tra gestione privata, pubblica e mista, abbiamo determinato la proprietà di ciascuna utility responsabile del servizio, incrociando il codice fiscale (fornito dal questionario SOSE) con il database Aida e verificando la composizione degli azionisti. Abbiamo classificato una utility di proprietà pubblica (privata) se aveva il 100% di capitale pubblico (privato). In tutti gli altri casi, le utilities sono state considerate a capitale misto. La gestione diretta, invece, è stata specificata dai comuni nel questionario SOSE.

Il nostro dataset include 2659 comuni sotto gestione pubblica (46,50%), 1767 sotto gestione privata (31,00%), 1217 sotto gestione mista (21,30%) e 92 sotto gestione diretta (1,60%). L'influenza pubblica è forte, poiché solo il 31,00% dei comuni ha un servizio completamente gestito in modalità privata.

Come riportato nella Tab. 4, in media, la gestione privata sostiene costi leggermente più elevati, mentre quella pubblica e mista raccolgono più rifiuti pro capite. Infine, i comuni con gestione diretta raccolgono più rifiuti non differenziati.

Variabile	Management				Totale
	Pubblico	Privato	Misto	Diretto	
TotEx pro-capite (€)	151.495 (79.650)	159.561 (75.852)	151.312 (74.537)	148.668 (75.691)	153.955 (77.454)
Rifiuti pro-capite (kg/inhabitant)	472.411 (176.059)	403.221 (138.740)	508.070 (159.214)	350.062 (125.40)	456.803 (166.308)
Rifiuti indifferenziati pro-capite (kg/inhabitant)	163.455 (120.409)	162.256 (103.270)	163.118 (117.245)	207.633 (119.505)	163.631 (114.755)

Tab.4 – Statistiche descrittive

5. Risultati

La nostra analisi si basa su una procedura in due fasi. Prima abbiamo effettuato un'analisi di clustering per trovare gruppi di comuni simili. Successivamente, all'interno di ciascun cluster, abbiamo misurato l'efficienza utilizzando un modello DDF con meta-frontiera. In altre parole, all'interno di ciascun cluster

abbiamo assunto la presenza di una frontiera comune (la meta-frontiera) e sotto-frontiere basate sui diversi tipi di gestione.

Risultati della cluster analysis

Il metodo CLARA richiede l'individuazione preliminare del numero ottimale di cluster. Per supportare questa decisione, abbiamo utilizzato il metodo delle somme dei quadrati all'interno dei cluster e la statistica gap. Come mostrato in Fig. 3a e nell'Appendice Tab.1, è evidente una forte diminuzione della varianza all'interno dei cluster intorno ai cinque/sei cluster, mentre la statistica gap suggerisce cinque cluster. Poiché questi test lasciano spazio alla discrezione del ricercatore (Yang et al., 2020), abbiamo valutato diverse opzioni di numero di cluster per trovare una rappresentazione significativa del nostro campione e abbiamo scelto sei cluster.

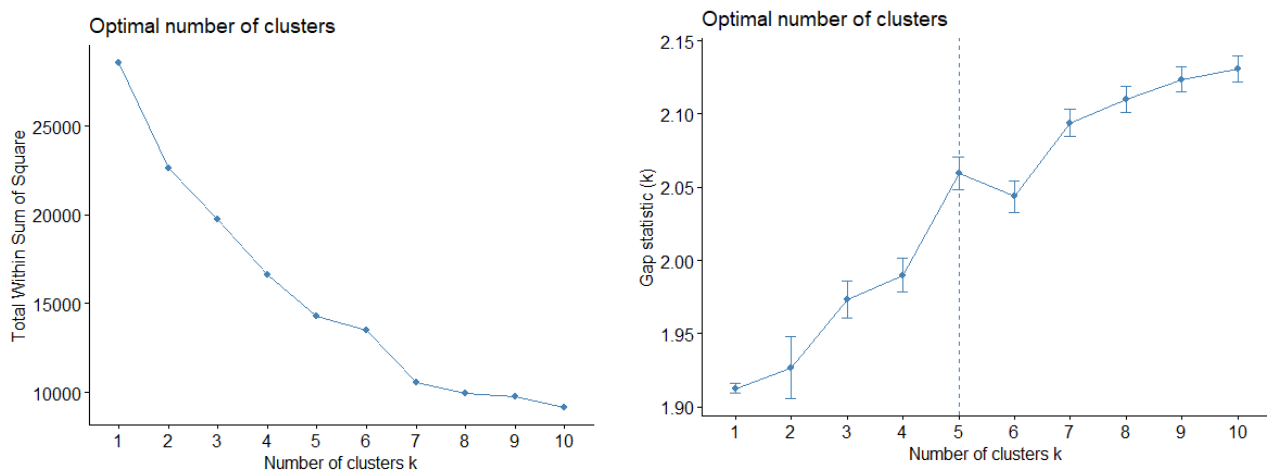


Fig.2 –Risultati della within sum of squares e della statistica gap

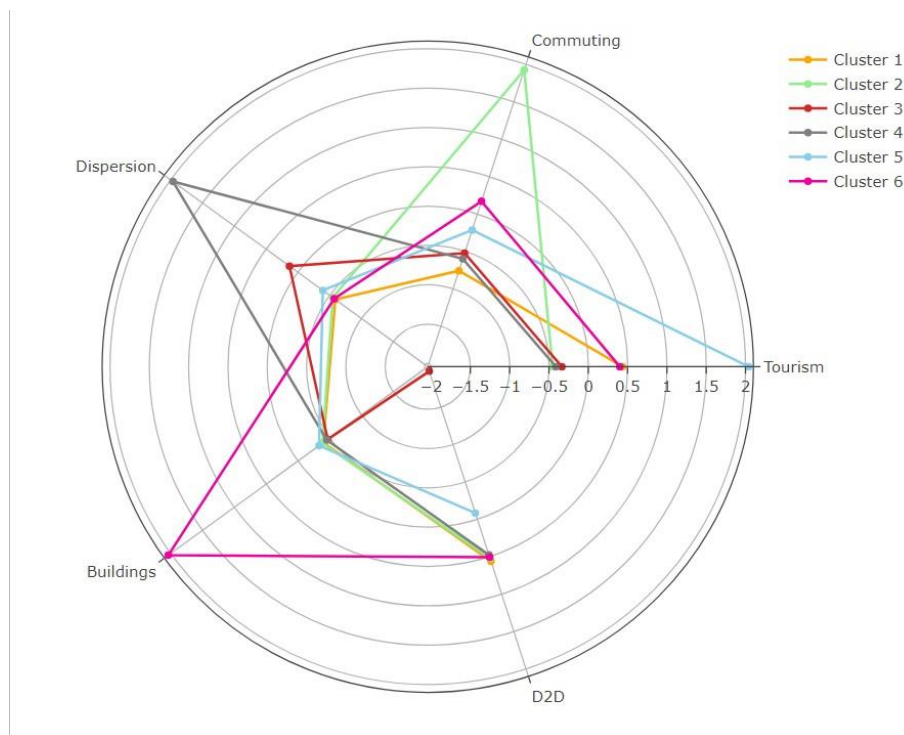


Fig. 3 – Caratteristiche delle variabili per ciascun cluster

Le caratteristiche di ciascun cluster sono riportate nella Fig. 3. I valori indicati nella figura possono essere interpretati come la presenza più o meno forte delle singole caratteristiche operative. I valori medi non standardizzati sono riportati nella Tab. 5.

Nel dettaglio, il Cluster 1 è il più grande del nostro campione con 2.276 osservazioni. Include comuni con pochi edifici (in media 1.181,68, il secondo valore più basso del nostro campione), vicini al centro città (la dispersione è in media del 5,53%, il valore più basso del campione), con pochi turisti (media del 5,44%) e pendolari (media del 10,29%). Tutto il cluster adotta la raccolta porta a porta (il valore medio di D2D è pari a 1).

Il Cluster 2 contiene 1.150 comuni caratterizzati da un forte flusso di pendolari giornalieri (in media il 34,93% della popolazione residente). In questo gruppo sono inclusi numerosi centri industriali, tra cui Pomigliano D'Arco e Grugliasco, noti per avere impianti di produzione FCA-Stellantis. Questo cluster ha il livello di turismo più basso (4,07%), una prevalenza di raccolta porta a porta e poche case sparse.

Il Cluster 3 contiene 858 osservazioni e condivide molte caratteristiche con il Cluster 1, tranne che per la modalità di raccolta dei rifiuti. Qui, i comuni adottano metodi alternativi al porta a porta (valore medio di D2D pari a 0).

Il Cluster 4 contiene 1.010 osservazioni. È composto da comuni con una percentuale elevata di case sparse (30,72% fuori dal centro città) con una forte prevalenza di raccolta porta a porta.

Il Cluster 5 è il più piccolo del campione, con 142 comuni. Include famose destinazioni turistiche, come Cervia, Cesenatico, Jesolo, Cattolica, Vieste e Otranto. Qui, il turismo gioca un ruolo significativo nell'organizzazione dei servizi di raccolta rifiuti, poiché, in media, il numero di letti nelle strutture ricettive è 1,85 volte il numero dei residenti. Questo impatto è ancora maggiore considerando che i turisti sono concentrati

in periodi specifici dell'anno. La prevalenza della raccolta porta a porta e la terza percentuale più alta di pendolari in entrata (15,29%) sono altre caratteristiche di questo gruppo.

Cluster 6, composto da 283 osservazioni, raccoglie i comuni con il numero più elevato di edifici (8.610,84), e i comuni più grandi del campione, ovvero Verona, Padova, Parma e Brescia. Qui, la raccolta porta a porta è ampiamente utilizzata e, come immaginabile, la percentuale di pendolari giornalieri è alta (18,81%).

Analizzando le caratteristiche del processo produttivo (Tab. x nell'Appendice), abbiamo trovato che il turismo aumenta sia i costi pro capite che la quantità di rifiuti prodotti, mentre i comuni che adottano la raccolta porta a porta raccolgono meno rifiuti indifferenziati pro capite.

Cluster (n)	Pendolarismo (%)	Turismo (%)	Edifici (n)	Dispersione (%)	D2D
1	10.29 (5.03)	5.44 (10.83)	1181.68 (903.37)	5.53 (4.55)	1
2	34.93 (19.04)	4.07 (8.91)	1223.50 (952.96)	5.94 (5.83)	0.9843
3	12.45 (9.34)	12.67 (20.03)	970.5017 (938.30)	12.64 (11.86)	0
4	11.75 (7.64)	7.15 (11.69)	1011.9643 (812.83)	30.72 (13.13)	0.9672
5	15.29 (9.85)	185.11 (101.23)	1385.1549 (1338.74)	7.48 (8.29)	0.7464
6	18.81 (10.74)	7.95 (14.78)	8610.8409 (5547.29)	5.71 (5.28)	0.9787

Tab.5 – Media (deviazione standard) per ogni cluster

Come possiamo vedere dalla Fig. 4, la gestione pubblica è prevalente in tutti i cluster. La gestione privata e mista sono le principali alternative, con la gestione privata più frequente nei Cluster 1, 4, 5 e 6, e quella mista più frequente nei Cluster 2 e 3. La gestione diretta è la più bassa nei cluster 1-4 e assente nei cluster 5 e 6.

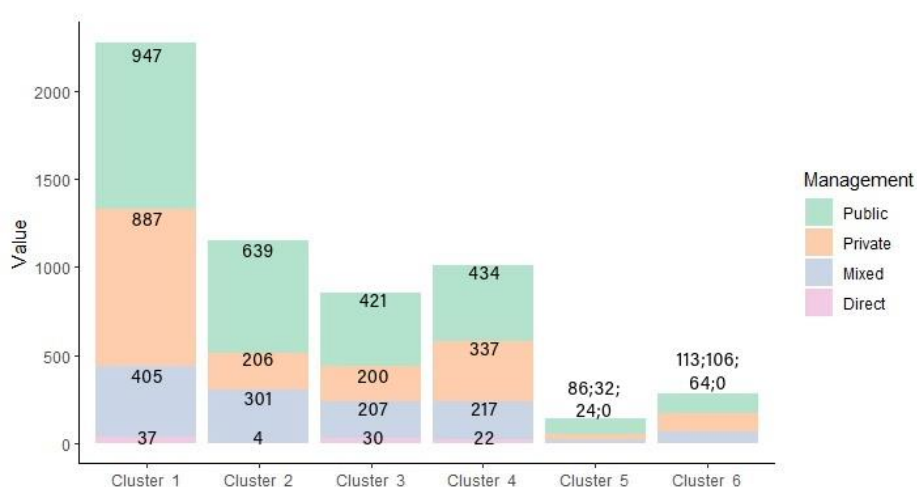


Fig.4 – tipi di gestione per ogni cluster

Risultati della DDF

All'interno di ogni cluster, abbiamo applicato il metodo della meta-frontiera DDF. Ciò significa che, per ciascun cluster, abbiamo ottenuto tre punteggi:

- Il punteggio di meta-efficienza (E^m), che valuta insieme tutte le unità appartenenti ad un singolo cluster.
- Il punteggio di efficienza locale (E^k), che valuta le unità appartenenti ad un singolo cluster che condividono la modalità di gestione del servizio.
- Il meta-technology ratio (MTR), che ci consente di determinare l'impatto della tecnologia di sub-produzione sulla performance complessiva delle unità.

Questi punteggi ci permettono di analizzare sia l'efficienza relativa di ciascun DMU rispetto alla meta-frontiera che alle sue specifiche condizioni operative all'interno del cluster.

Efficienza locale

Come si può vedere in Fig. 5, i comuni con gestione diretta hanno i punteggi di efficienza medi più alti in tutti i cluster. Tuttavia, va notato che questo tipo di comuni è poco frequente, il che potrebbe sovrastimare i punteggi. L'efficienza manageriale gioca un ruolo rilevante nel Cluster 1, quello con i comuni piccoli e la raccolta porta a porta. Qui, l'efficienza media dei fornitori privati è pari a 0,54. Ciò significa che, anche all'interno dello stesso ambiente operativo (stesso cluster) e della stessa tecnologia di produzione (stesso gruppo locale), questi fornitori dovrebbero ridurre le TotEx del 56% per essere efficienti rispetto ai loro pari. Per gli operatori pubblici e misti, la riduzione dovrebbe essere rispettivamente del 40% e del 29%. Risultati simili si ottengono nel Cluster 4 – quello con comuni piccoli e sparsi – dove i fornitori pubblici e misti dovrebbero ridurre le TotEx di circa il 40% per essere efficienti, mentre gli operatori privati dovrebbero ridurle del 33%. Nel Cluster 2, la gestione pubblica dovrebbe ridurre il consumo degli input del 35%, mentre la gestione privata e mista rispettivamente del 27% e del 22%. Le abilità manageriali hanno un impatto minore nel Cluster 5, che include le località turistiche, e nel Cluster 6, che include i comuni più grandi del campione.

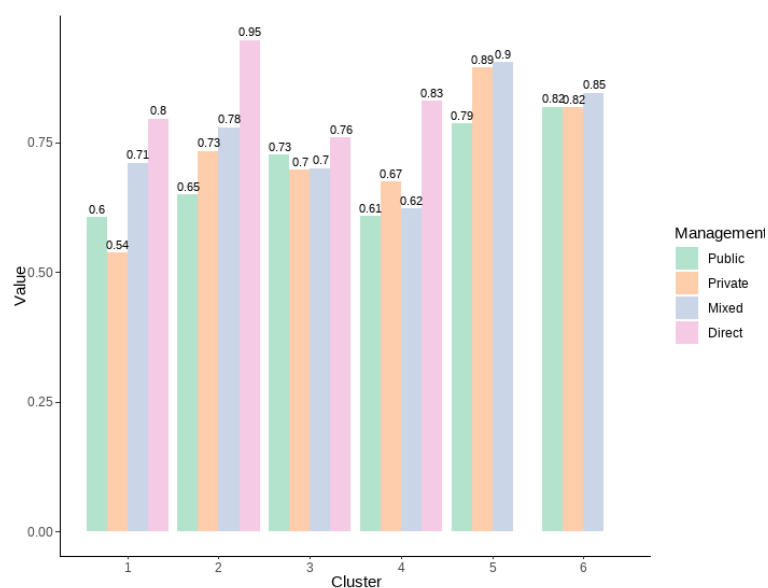


Fig.5 – livelli di efficienza media intra-cluster, divisi per modalità di gestione

Meta-efficienza

I punteggi di meta-efficienza sono in media inferiori rispetto ai punteggi dei gruppi locali. Come previsto, le performance della gestione diretta declinano notevolmente se confrontate con un campione più ampio di comuni. Nel Cluster 1, la sua efficienza media è pari a 0,41 (48,75% in meno rispetto all'efficienza all'interno del gruppo), nel Cluster 2 è solo 0,38, nel Cluster 4 è 0,5 e nel Cluster 5 è 0,43. Questo tipo di comuni, così come quelli con operatori privati, sono costantemente meno efficienti in tutti i cluster.

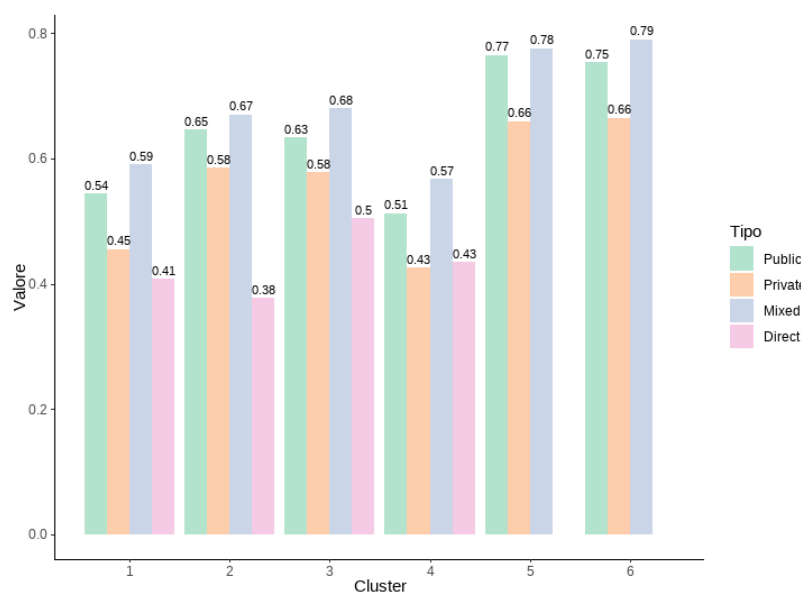


Fig.6 – punteggi medi di meta efficienza

Il risultato della gestione diretta non è del tutto inatteso, poiché il suo obiettivo è la fornitura del servizio anche a scapito dell'efficienza. Più sorprendente è il risultato della gestione privata, che più quella pubblica o mista dovrebbe puntare all'efficienza economica. In realtà, ciò non è così. Ad esempio, nel Cluster 4 la gestione privata è tanto efficiente quanto la gestione diretta, mentre nel Cluster 1 è solo il 4% più efficiente.

Nel complesso, la fornitura del servizio sotto gestione mista risulta sistematicamente più efficiente in tutti e sei i cluster. Il suo punteggio medio di efficienza meta varia da un minimo di 0,57 (Cluster 4) a un massimo di 0,79 (Cluster 6). Infine, la gestione pubblica risulta leggermente meno efficiente rispetto alla gestione mista in tutti i cluster.

Ciò che emerge dall'analisi di meta-efficienza è che c'è ampio margine per migliorare le prestazioni. In quattro dei sei cluster, il punteggio medio più alto è inferiore a 0,75, il che significa che i fornitori di servizi dovrebbero ridurre l'uso degli input di oltre il 25% per trovarsi sulla meta-frontiera.

MTR- *Meta-technology ratio*

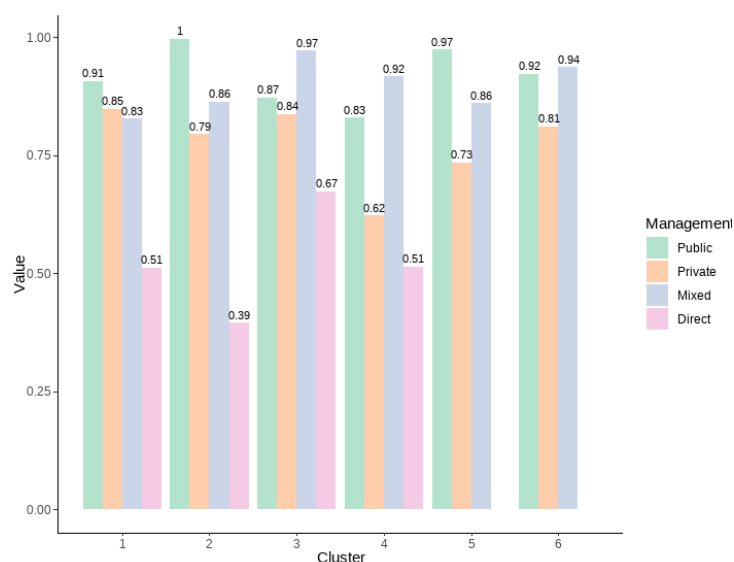


Fig.7 Puntaggio MTR medio

Dall'analisi della Fig.7 emergono alcune considerazioni importanti. Come previsto, la fornitura del servizio sotto gestione diretta presenta diverse limitazioni. Nel Cluster 1, un'ipotetica gestione con la miglior tecnologia produttiva possibile potrebbe utilizzare il 49% in meno di input per raccogliere la stessa quantità di rifiuti raccolta sotto gestione diretta. Nel Cluster 2 questo divario è ancora più ampio, con una riduzione potenziale del 61%. Infine, nel Cluster 3 e 4 la distanza è rispettivamente del 37% e 49%.

La gestione pubblica emerge come la tecnologia produttiva più avanzata in tre dei sei cluster. Nel Cluster 2, l'MTR medio è pari a 1, il che significa che la fornitura del servizio pubblico coincide con la meta-frontiera. Un risultato simile si ottiene nel Cluster 5, dove l'effetto sull'efficienza è ridotto al 3%, e nel Cluster

1, dove l'impatto è del 10%. Valori così alti dell'MTR significano che in questi cluster l'inefficienza è dovuta alle capacità gestionali piuttosto che a limitazioni tecnologiche (Suárez-Varela et al., 2017).

Risultati simili sono ottenuti dalla gestione mista, che pareggia con la gestione pubblica nel Cluster 6 (0,94 e 0,92 rispettivamente) e risulta più avanzata tecnologicamente nei cluster 3 e 4. Qui, le conclusioni sono opposte a quelle della gestione pubblica: data l'alta meta-efficienza (rispetto ad altri comuni) un MTR inferiore, l'inefficienza di questo tipo di operatori è attribuibile a limitazioni tecnologiche piuttosto che a capacità gestionali.

Infine, la tecnologia produttiva dei fornitori privati è sistematicamente meno avanzata in tutte le diverse condizioni operative.

Diagnostica

Per verificare se le quattro tecnologie produttive individuate presentano significative differenze statistiche, abbiamo utilizzato il test non parametrico di Kruskal-Wallis. Questo test è comunemente impiegato per confrontare le mediane di più gruppi e stabilire se esistono differenze significative tra di esse. Nel nostro caso, il test è stato applicato ai punteggi di meta-efficienza di ciascun cluster. Come evidenziato nella Tab. 6, i risultati hanno mostrato differenze significative in tutti i cluster analizzati.

Cluster	K – W χ^2	p-value
1	379.12	< 2.2e-16
2	53.501	1.43e-11
3	88.22	< 2.2e-16
4	109.56	< 2.2e-16
5	12.212	0.00223
6	48.892	2.311e-11

Tab.6 – Test Kruskal-Wallis

6. Conclusioni e implicazioni di policy

Questo studio ha esaminato il ruolo della proprietà nella gestione del servizio rifiuti utilizzando un campione di 5711 comuni italiani.

Il caso italiano è particolarmente interessante perché il quadro normativo stabilisce che l'affidamento del servizio debba essere basato su considerazioni di efficienza (Art. 14 D.lgs 201/2022). Gli Enti Locali inoltre possono giustificare la loro decisione sulla base di evidenze provenienti da comuni con condizioni operative simili. Per supportare il processo decisionale, dovrebbe essere preferibile ricorrere ad un'analisi basata su dati aggregati, piuttosto che citare singole esperienze comparabili. Tuttavia, questo può risultare estremamente difficile per i comuni, soprattutto quelli più piccoli, date le limitate risorse a disposizione.

Per affrontare questo problema, abbiamo proposto una procedura in due fasi che supera alcune delle limitazioni emerse negli studi precedenti. Questa combina l'algoritmo di clustering CLARA con la misura di efficienza non parametrica della Directional-Distance-Function con meta-frontiera. Con questo approccio, abbiamo identificato sei cluster di comuni con condizioni operative omogenee. L'analisi dell'efficienza, che ha

coinvolto variabili ambientali ed economiche, ha quantificato l'impatto della proprietà sull'efficienza del servizio in diverse condizioni operative.

I risultati ottenuti sollecitano riflessioni sul ruolo che i partner privati possono giocare per migliorare la gestione del servizio. In particolare, si apre un dibattito sul *giusto grado* di privatizzazione.

Dal punto di vista dell'efficienza, abbiamo osservato che i punteggi sono bassi in tutti i cluster. Questo implica che le capacità manageriali devono migliorare per ridurre i costi e aumentare la raccolta dei rifiuti. Indipendentemente dalle condizioni operative, la gestione mista è il tipo di organizzazione del servizio più efficiente. Questo risultato rappresenta una novità nel caso italiano, poiché questo tipo di gestione era considerato meno efficiente rispetto ad altre opzioni (Alfiero et al., 2017; Romano & Molinos-Senante, 2020), ottimale sopra una certa soglia di abitanti (Di Sante Fiore & Sarra, 2023) o equiparato alla gestione pubblica (Spallini et al., 2016). A differenza di altre analisi (Alfiero et al., 2017; Antonioli & Filippini, 2002), la privatizzazione risulta la scelta meno efficiente, escludendo la gestione diretta (che è comunque una previsione residuale nello scenario italiano). A livello intuitivo, la gestione privata dovrebbe mirare a gestire al meglio le proprie risorse economiche per ottenere maggiori profitti. Tuttavia, in Italia i gestori del servizio operano in regime di monopolio nelle aree delimitate in fase di affidamento e questo potrebbe causare degli extra-profitti privati a discapito dell'efficienza.

La proprietà del servizio non influisce solo sull'efficienza, ma anche sulla tecnologia di produzione. In questo senso, la nostra analisi fornisce nuove evidenze. In diverse condizioni operative (quattro su sei cluster), la gestione pubblica è quella tecnologicamente più avanzata. Sembrerebbe dunque che gli operatori pubblici conoscano molto bene le caratteristiche dei comuni serviti. Questo è probabile, dato gli azionisti di molte utilities pubbliche sono i comuni che gestivano il servizio da prima della liberalizzazione. Infine, se escludiamo la gestione diretta, gli operatori privati sono quelli tecnologicamente meno avanzati.

Dall'analisi emerge che la forte spinta verso la totale privatizzazione del servizio di gestione dei rifiuti non ha portato ai risultati sperati, né dal punto di vista dell'efficienza né da quello della tecnologia di produzione.

Dal punto di vista delle *policy*, questo studio evidenzia che la rivalutazione della gestione pubblica nell'industria dei rifiuti non è l'opzione corretta, in quanto il pubblico è meno efficiente rispetto alla gestione mista. Al contrario, i *policymakers* dovrebbero incoraggiare la formazione di imprese pubblico-private, poiché sono in grado di gestire meglio sia le risorse economiche che quelle ambientali.

Introdurre partner privati nelle utility pubbliche esistenti potrebbe avere effetti positivi sull'efficienza, conservando al contempo la migliore tecnologia produttiva a disposizione. Ad oggi, tuttavia, l'industria italiana dei rifiuti è dominata da operatori pubblici, specialmente nei comuni più grandi (Invitalia, 2020) e questo può rappresentare un ostacolo al raggiungimento dell'obiettivo.

Ulteriori studi dovrebbero indagare quale sia livello ottimale di partnership pubblico-privato, come proposto da Alfiero et al. (2017), e utilizzare dati panel per aumentare l'affidabilità dei risultati. Tuttavia, la principale fonte di dati – SOSE S.p.A. – non dispone di dati relativi al 2020, l'anno dell'insorgere della pandemia di Covid-19. Questa è una grande limitazione, poiché, senza questa fonte, i dati disponibili sulla proprietà del servizio sono limitati.

Appendice

	Buildings	Dispersion	Tourism	Commuters	D2D
Buildings	1.000000000				
Dispersion	-0.113507021	1.000000000			
Tourism	0.009637832	-0.002867905	1.000000000		
Commuters	0.042041000	-0.133009338	-0.025934859	1.000000000	
D2D	0.101865472	-0.102738778	-0.105353232	0.08521468	1.000000000

Tab.1 – correlazione tra variabili

Clusters (no.)	Statistica gap	Within sum of square
1	1.9127	28550.000
2	1.9267	22610.631
3	1.9733	19722.091
4	1.9897	16598.535
5	2.0596	14307.983
6	2.0435	13482.757
7	2.0939	10537.548
8	2.1010	9960.067
9	2.1234	9733.636
10	2.1305	9141.790

Tab.2 – valori della WSS e del log WSS

Cluster	TotEx €/abitante	Rifiuti raccolti kg/abitante	Rifiuti indifferenziati raccolti kg/abitante
1	144.94 (60.69)	415.471 (115.790)	134.881 (76.231)
2	138.42 (66.54)	493.417 (151.18)	135.70 (80.355)
3	165.70 (72.46)	502.676 (156.074)	272.281 (146.076)
4	141.56 (55.12)	389.278 (122.33)	131.473 (75.059)
5	362.51 (183.21)	898.933 (379.182)	379.435 (227.189)
6	193.40 (64.36)	520.154 (124.051)	186.063 (98.402)

Tab.3 – Media (deviazione standard) per ogni cluster delle variabili di input e di output

Bibliografia

- Agovino, M., D'Uva, M., Garofalo, A., & Marchesano, K. (2018). Waste management performance in Italian provinces: Efficiency and spatial effects of local governments and citizen action. *Ecological Indicators*, 89, 680–695. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.02.045>
- Ahn, J., Hwang, J., Kim, D., Choi, H., & Kang, S. (2020). A Survey on Churn Analysis in Various Business Domains. *IEEE Access*, 8, 220816–220839. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3042657>
- Akaike, H. (1992). *Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle* (pp. 610–624). https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0919-5_38
- Alfiero, S., Elba, F., Esposito, A., & Resce, G. (2017). The Impact of Environmental Factors on the Measurement of Managerial Efficiency in the Italian Waste Management Sector: Framework and Empirical Evidence. *International Journal of Public Administration*, 40(10), 820–832. <https://doi.org/10.1080/01900692.2017.1350709>
- Amaral, C., Isabel Pedro, M., Cunha Ferreira, D., & Cunha Marques, R. (2022). Performance and its determinants in the Portuguese municipal solid waste utilities. *Waste Management*, 139, 70–84. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.12.020>
- Amenta, C., Aronica, M., & Stagnaro, C. (2022). Is more competition better? Retail electricity prices and switching rates in the European Union. *Utilities Policy*, 78, 101405. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2022.101405>
- Antonioli, B., & Filippini, M. (2002). Optimal Size in the Waste Collection Sector. *Review of Industrial Organization*, 239–252. <https://doi.org/10.1023/A:1015043524679>
- ARERA. (2015). *Disposizioni in merito agli obblighi di separazione funzionale (unbundling) per i settori dell'energia elettrica e del gas (Delibera 22 giugno 2015 296/2015/R/com)*.
- ARERA. (2023). *Monitoraggio Retail - Rapporto per l'Anno 2023*. https://www.arera.it/fileadmin//allegati/docs/23/monitoraggio_retail_2023.pdf
- BAE, S. (2009). PUBLIC VERSUS PRIVATE DELIVERY OF MUNICIPAL SOLID WASTE SERVICES: THE CASE OF NORTH CAROLINA. *Contemporary Economic Policy*, 28(3), 414–428. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7287.2009.00180.x>
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Banker, R. D., & Morey, R. C. (1986). Efficiency Analysis for Exogenously Fixed Inputs and Outputs. *Operations Research*, 34(4), 513–521. <https://www.jstor.org/stable/170597>
- Bel, G., Fageda, X., & Mur, M. (2014). Does cooperation reduce service delivery costs? Evidence from residential solid waste services. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 24(1), 85–107. <https://doi.org/10.1093/jopart/mus059>
- Bel, G., & Mur, M. (2009). Intermunicipal cooperation, privatization and waste management costs: Evidence from rural municipalities. *Waste Management*, 29(10), 2772–2778. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.002>
- Bosch, N., Pedraja, F., & Suárez-Pandiello, J. (2000). Measuring the efficiency of Spanish municipal refuse collection services. *Local Government Studies*, 26(3), 71–90. <https://doi.org/10.1080/03003930008434000>
- Cambini, C., Iozzi, A., & Valbonesi, P. (2004). Quali tariffe di trasporto nel settore del gas naturale? *Mercato Concorrenza Regole*, 1, 157–182.

- Campos-Alba, C., De la Higuera-Molina, E., Pérez-López, G., & Zafra-Gómez, J. (2019). Measuring the Efficiency of Public and Private Delivery Forms: An Application to the Waste Collection Service Using Order-M Data Panel Frontier Analysis. *Sustainability*, 11(7), 2056. <https://doi.org/10.3390/su11072056>
- Capece, G., Cricelli, L., Di Pillo, F., & Levaldi, N. (2012). New regulatory policies in Italy: Impact on financial results, on liquidity and profitability of natural gas retail companies. *Utilities Policy*, 23, 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2012.03.001>
- Capece, G., Di Pillo, F., & Levaldi, N. (2013). Measuring and comparing the performances of energy retail companies: Firm strategies following the liberalization. *International Journal of Energy Sector Management*, 7(4), 491–515. <https://doi.org/10.1108/IJESM-01-2013-0002>
- Carvalho, P., & Marques, R. C. (2014). Economies of size and density in municipal solid waste recycling in Portugal. *Waste Management*, 34(1), 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.10.004>
- Carvalho, P., Marques, R. C., & Dollery, B. (2015). Is bigger better? An empirical analysis of waste management in New South Wales. In *Waste Management* (Vol. 39, pp. 277–286). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.01.024>
- Cavaliere, A. (2007). Liberalizzazioni e accesso alle essential facilities: regolamentazione e concorrenza nello stoccaggio di gas naturale. *PoliticaEconomica*, 1, 29–64.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Daglish, T. (2016). Consumer governance in electricity markets. *Energy Economics*, 56, 326–337. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.03.018>
- Delgado-Antequera, L., Gémár, G., Molinos-Senante, M., Gómez, T., Caballero, R., & Sala-Garrido, R. (2021). Eco-efficiency assessment of municipal solid waste services: Influence of exogenous variables. *Waste Management*, 130, 136–146. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.05.022>
- Di Leo, S., Chicca, M., Daraio, C., Guerrini, A., & Scarcella, S. (2024). A robust benchmarking of direct margin in Italy's energy retail markets. *Utilities Policy*, 86, 101701. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101701>
- Di Sante Fiore, A., & Sarra, A. (2023). Ownership and Efficiency, an Analysis of Municipal Solid Waste Management in Virtuous Italian Municipalities [Forma di gestione ed efficienza, un'analisi del servizio di raccolta e smaltimento dei rifiuti solidi urbani nei comuni italiani virtuosi]. *Industria*, 44(2), 381–403.
- Ek, K., & Söderholm, P. (2008a). Households' switching behavior between electricity suppliers in Sweden. *Utilities Policy*, 16(4), 254–261. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2008.04.005>
- Ek, K., & Söderholm, P. (2008b). Households' switching behavior between electricity suppliers in Sweden. *Utilities Policy*, 16(4), 254–261. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2008.04.005>
- Erbetta, F., & Fraquelli, G. (2003). Produttività e redditività nella distribuzione locale di gas naturale in Italia: proprietà, diversificazione e scala operativa. *L'industria*, 4, 745–768.
- Erdogan, M. R., Camgoz, S. M., Karan, M. B., & Berument, M. H. (2022). The switching behavior of large-scale electricity consumers in The Turkish electricity retail market. *Energy Policy*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112701>
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Flores, M., & Price, C. W. (2018). The Role of Attitudes and Marketing in Consumer Behaviours in the British Retail Electricity Market. *The Energy Journal*, 39(4), 153–180. <https://doi.org/10.5547/01956574.39.4.mflo>

- Fontana, M., Iori, M., & Nava, C. R. (2019). Switching behavior in the Italian electricity retail market: Logistic and mixed effect Bayesian estimations of consumer choice. *Energy Policy*, 129, 339–351. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.01.060>
- Fox, J. A. (2015). Social Accountability: What Does the Evidence Really Say? *World Development*, 72, 346–361. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.03.011>
- Fusco, E., & Allegrini, V. (2020). The role of spatial interdependence in local government cost efficiency: An application to waste Italian sector. *Socio-Economic Planning Sciences*, 69. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2019.01.003>
- Gamble, A., Juliusson, E. A., & Gärling, T. (2009). Consumer attitudes towards switching supplier in three deregulated markets. *Journal of Socio-Economics*, 38(5), 814–819. <https://doi.org/10.1016/j.socec.2009.05.002>
- Gärling, T., Gamble, A., & Juliusson, E. A. (2008). Consumers' switching inertia in a fictitious electricity market. *International Journal of Consumer Studies*, 32(6), 613–618. <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2008.00728.x>
- Giulietti, M., Price, C. W., & Waterson, M. (2005). *CONSUMER CHOICE AND COMPETITION POLICY: A STUDY OF UK ENERGY MARKETS**.
- Greene, W. H. (2003). *Econometric analysis*. Pretence Hall.
- Grosskopf, S. (1996). Statistical Inference and Nonparametric Efficiency: A Selective Survey. In *The Journal of Productivity Analysis* (Vol. 7). Kluwer Academic Publishers.
- Guerrini, A., Carvalho, P., Romano, G., Cunha Marques, R., & Leardini, C. (2017). Assessing efficiency drivers in municipal solid waste collection services through a non-parametric method. *Journal of Cleaner Production*, 147, 431–441. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.079>
- Harold, J., Cullinan, J., & Lyons, S. (2019). Consumer switching in European retail markets. *Oxford Economic Papers*. <https://doi.org/10.1093/oenp/gpz044>
- Hayami, Y., & Ruttan, V. W. (1971). *Agricultural development: an international perspective*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- He, X., & Reiner, D. (2017). Why Consumers Switch Energy Suppliers. *Source: The Energy Journal*, 38(6), 25–54. <https://doi.org/10.2307/26534389>
- Hemmert, G. A. J., Schons, L. M., Wieseke, J., & Schimmelpfennig, H. (2018). Log-likelihood-based Pseudo- R^2 in Logistic Regression. *Sociological Methods & Research*, 47(3), 507–531. <https://doi.org/10.1177/0049124116638107>
- Hua, Z., & Bian, Y. (2007). DEA WITH UNDESIRABLE FACTORS. In J. Zhu & W. D. Cook (Eds.), *Modelling Data Irregularities and Structural Complexities in Data Envelopment Analysis* (1st ed., pp. 103–121). Springer New York, NY.
- Invitalia. (2020). *Assetti Organizzativi e Gestionali del Servizio Rifiuti Urbani, Report nazionale*. https://reopenspl.invitalia.it/-/media/spl/documents/_italia-rifiuti/monitor_spl_gestione_rifiuti_urbani.pdf
- ISPRA. (2021). *Rapporto Rifiuti Urbani - Edizione 2021*.
- Itaoka, K., Chapman, A., & Farabi-Asl, H. (2022). Underpinnings of consumer preferences and participation in Japan's liberalized energy market. *Utilities Policy*, 76, 101379. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2022.101379>
- Jacobsen, R., Buysse, J., & Gellynck, X. (2013). Cost comparison between private and public collection of residual household waste: Multiple case studies in the Flemish region of Belgium. *Waste Management*, 33(1), 3–11. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.08.015>
- Joshi, A. (2013). Do They Work? Assessing the Impact of Transparency and Accountability Initiatives in Service Delivery. *Development Policy Review*, 31, s29–s48. <https://doi.org/10.1111/dpr.12018>

- Koppenjan, J. F. M., & Enserink, B. (2009). Public-Private Partnerships in Urban Infrastructures: Reconciling Private Sector Participation and Sustainability. *Public Administration Review*, 69(2), 284–296. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2008.01974.x>
- Lago, J., Poplavskaya, K., Suryanarayana, G., & De Schutter, B. (2021). A market framework for grid balancing support through imbalances trading. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110467>
- Llanquileo-Melgarejo, P., & Molinos-Senante, M. (2021). Evaluation of economies of scale in eco-efficiency of municipal waste management: an empirical approach for Chile. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(22), 28337–28348. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12529-1> Published
- lo Storto, C. (2021). Eco-Productivity Analysis of the Municipal Solid Waste Service in the Apulia Region from 2010 to 2017. *Sustainability*, 13(21), 12008. <https://doi.org/10.3390/su132112008>
- lo Storto, C. (2024). Measuring the eco-efficiency of municipal solid waste service: A fuzzy DEA model for handling missing data. *Utilities Policy*, 86, 101706. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101706>
- Lombrano, A. (2009). Cost efficiency in the management of solid urban waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(11), 601–611. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.04.017>
- Maravilha, D., Silva, S., & Laranjeira, E. (2022). Consumer's behavior determinants after the electricity market liberalization: the Portuguese case. *Green Finance*, 4(4), 436–449. <https://doi.org/10.3934/GF.2022021>
- Marques, R. C., Simões, P., & Pinto, F. S. (2018). Tariff regulation in the waste sector: An unavoidable future. *Waste Management*, 78, 292–300. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.028>
- Massarutto, A. (2022). Il PNRR e i servizi pubblici locali tra mercato e affidamento in-house. *Policy Brief, Centro Universitario Nazionale Di Economia Applicata*.
- McDaniel, T. M., & Groothuis, P. A. (2012). Retail competition in electricity supply—Survey results in North Carolina. *Energy Policy*, 48, 315–321. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.05.028>
- Murakami, R. (2022). Consumer switching behavior and bundling: an empirical study of Japan's retail energy markets. *International Journal of Economic Policy Studies*, 16(2), 443–463. <https://doi.org/10.1007/s42495-022-00083-8>
- Ndebele, T., Marsh, D., & Scarpa, R. (2019). Consumer switching in retail electricity markets: Is price all that matters? *Energy Economics*, 83, 88–103. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.06.012>
- Nogata, D. (2022). Determinants of household switching between natural gas suppliers: Evidence from Japan. *Utilities Policy*, 76. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2022.101377>
- O'Donnell, C. J., Rao, D. S. P., & Battese, G. E. (2008). Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios. *Empirical Economics*, 34(2), 231–255. <https://doi.org/10.1007/s00181-007-0119-4>
- Passarini, F., Vassura, I., Monti, F., Morselli, L., & Villani, B. (2011). Indicators of waste management efficiency related to different territorial conditions. *Waste Management*, 31(4), 785–792. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.11.021>
- Pérez-López, G., Prior, D., Zafra-Gómez, J. L., & Plata-Díaz, A. M. (2016). Cost efficiency in municipal solid waste service delivery. Alternative management forms in relation to local population size. *European Journal of Operational Research*, 255(2), 583–592. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.05.034>
- Perišić, A., Jung, D. Š., & Pahor, M. (2022). Churn in the mobile gaming field: Establishing churn definitions and measuring classification similarities. *Expert Systems with Applications*, 191, 116277. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116277>
- Pinto, R., & Vespucci, M. T. (2011). *Modelli decisionali per la produzione, la logistica e i servizi energetici*. Springer Milan. <https://doi.org/10.1007/978-88-470-1791-7>
- Price, C. W., & Zhu, M. (2016). Empirical evidence of consumer response in regulated markets. *Journal of Competition Law and Economics*, 12(1), 113–149. <https://doi.org/10.1093/joclec/nhv041>

- Romano, G., & Molinos-Senante, M. (2020). Factors affecting eco-efficiency of municipal waste services in Tuscan municipalities: An empirical investigation of different management models. *Waste Management*, 105, 384–394. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.02.028>
- Romano, G., Molinos-Senante, M., Carosi, L., Llanquileo-Melgarejo, P., Sala-Garrido, R., & Mocholi-Arce, M. (2021). Assessing the dynamic eco-efficiency of Italian municipalities by accounting for the ownership of the entrusted waste utilities. *Utilities Policy*, 73. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2021.101311>
- Sarra, A., Mazzocchitti, M., & Nissi, E. (2020). Optimal regulatory choices in the organization of solid waste management systems: Empirical evidence and policy implications. *Environmental Science & Policy*, 114, 436–444. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.09.004>
- Sarra, A., Mazzocchitti, M., Nissi, E., & Quaglione, D. (2019). Considering spatial effects in the evaluation of joint environmental and cost performance of municipal waste management systems. *Ecological Indicators*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105483>
- Sarra, A., Mazzocchitti, M., & Rapposelli, A. (2017). Evaluating joint environmental and cost performance in municipal waste management systems through data envelopment analysis: Scale effects and policy implications. *Ecological Indicators*, 73, 756–771. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.10.035>
- Shin, K. J., & Managi, S. (2017). Liberalization of a retail electricity market: Consumer satisfaction and household switching behavior in Japan. *Energy Policy*, 110, 675–685. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.07.048>
- Spallini, S., Viola, D., Leongrande, D., & De Maria, V. A. (2016). The efficiency of the municipal waste management model in the Italian Municipalities. *Electronic Journal of Applied Statistical Analysis*, 09(04), 688–703. <https://doi.org/10.1285/i20705948v9n4p688>
- Stagnaro, C., Amenta, C., Di Croce, G., & Lavecchia, L. (2020). Managing the liberalization of Italy's retail electricity market: A policy proposal☆. *Energy Policy*, 137, 111150. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111150>
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2018). *Introduction to Econometrics* (4th ed.). Pearson.
- Suárez-Varela, M., de los Ángeles García-Valiñas, M., González-Gómez, F., & Picazo-Tadeo, A. J. (2017). Ownership and Performance in Water Services Revisited: Does Private Management Really Outperform Public? *Water Resources Management*, 31(8), 2355–2373. <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1495-3>
- Syrjänen, M. J. (2004). Non-discretionary and discretionary factors and scale in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 158(1), 20–33. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00362-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00362-X)
- Thanassoulis, E. (2001). Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis. In *Introduction to the Theory and Application of Data Envelopment Analysis*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1407-7>
- Wieringa, J. E., & Verhoef, P. C. (2007). Understanding Customer Switching Behavior in a Liberalizing Service Market. *Journal of Service Research*, 10(2), 174–186. <https://doi.org/10.1177/1094670507306686>
- Wongchai, A., Liu, W.-B., & Peng, K.-C. (2012). DEA Metafrontier Analysis on Technical Efficiency Differences of National Universities in Thailand. *International Journal of New Trends in Education and Their Implications*, 3(4), 30–42.
- Yang, Y. (2014). Understanding household switching behavior in the retail electricity market. *Energy Policy*, 69, 406–414. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.03.009>
- Zafra-Gomez, J. L., Prior, D., Diaz, A. M. P., & López-Hernandez, A. M. (2013). Reducing Costs in Times of Crisis: Delivery Forms in Small and Medium Sized Local Governments' Waste Management Services. *Public Administration*, 91(1), 51–68. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9299.2011.02012.x>

3. Indagine sui customer behaviour nei mercati dell'energia elettrica e nel gas: lo studio del churn rate per Metamer S.r.l.

Il presente studio, realizzato durante il periodo di visiting aziendale previsto dal corso di Dottorato presso l'azienda Metamer S.r.l., ha come obiettivo l'analisi dei *behaviours* dei clienti gas e luce in tema di abbandono della fornitura.

Metamer S.r.l., operante nel settore retail di gas e luce, vive una fase di forte crescita, sia economica che in termini di base utenti. Questa espansione ha generato nuove sfide, tra cui la gestione efficiente della *customer retention*, in quanto è stato registrato un aumento del *churn rate* (tasso di abbandono) dei clienti negli ultimi anni. L'analisi delle determinanti del *churn* è fondamentale per prevenire il fenomeno, progettare offerte commerciali competitive e migliorare la proposta di valore per il cliente.

Per raggiungere l'obiettivo dello studio, sono stati sviluppati modelli di regressione logistica su un campione di oltre 73.000 clienti, distinti tra luce e gas. I risultati evidenziano un mercato del gas più maturo, caratterizzato da un effetto fidelizzazione nei comuni in cui l'impresa ha una maggiore penetrazione. Al contrario, il mercato luce presenta una dinamica più competitiva e caratteristiche peculiari.

L'analisi conferma l'efficacia della strategia aziendale di prossimità territoriale. Tuttavia, l'introduzione dell'app per smartphone per gestire la fornitura non sembra incidere significativamente sull'esperienza utente e sulla fidelizzazione. Si suggerisce di incentivare la duplice fornitura (gas e luce) e l'addebito in conto corrente. Al contrario, le offerte estremamente personalizzate e il mancato rinnovo delle offerte commerciali sembrano favorire l'abbandono. Inoltre, non emergono evidenze statisticamente significative dell'impatto del prezzo pagato e del reddito medio degli utenti. Infine, l'analisi territoriale dei clienti gas ha messo in luce differenze comportamentali significative a seconda della localizzazione.

Introduzione

Con la liberalizzazione del mercato energetico avvenuta all'inizio del Duemila, il settore della vendita al dettaglio di gas e luce è stato aperto alla concorrenza. In Italia, questo segmento conta 582 gruppi societari attivi nel settore elettrico e 466 nel settore del gas naturale (ARERA, 2023), rendendolo il più competitivo della filiera energetica Capece et al., 2012; Di Leo et al., 2024). Con la fine del regime di "maggiore tutela", che prevedeva un meccanismo dei prezzi regolato dall'Autorità di regolazione dell'energia nel caso in cui i consumatori non avessero ancora deciso a quale provider affidarsi (Stagnaro et al., 2020), le imprese possono competere su un mercato ancora più ampio.

Per gli operatori del settore è dunque fondamentale porre in atto di attrazione e fidelizzazione dei clienti, soprattutto quelli domestici. È la stessa autorità energetica ad evidenziare la scarsa proattività di questi utenti nella ricerca di nuove offerte e la tendenza a cambiare operatore solo se contattati da call center o agenti di commercio (ARERA, 2023). Questa situazione crea un duplice rischio per le imprese *retail*: di non riuscire

ad attirare nuovi clienti e di perdere quelli acquisiti a favore di imprese che praticano azioni aggressive di teleselling²³.

Una delle chiavi per attuare azioni efficaci di *customer retention* è l'analisi del *churn rate*, ovvero il tasso di abbandono del cliente. Infatti, identificare le determinanti che portano un cliente a interrompere il contratto di fornitura consente di formulare proposte commerciali mirate, contribuendo al miglioramento della prestazione aziendale (Ahn et al., 2020).

Metamer S.r.l., operatore attivo nel mercato retail di gas e luce in Italia, riconosce l'importanza di comprendere a fondo le motivazioni che spingono i clienti ad abbandonare il servizio. Per questo motivo, l'impresa ha avviato uno studio approfondito sulle dinamiche del *churn* al fine di consolidare la propria posizione competitiva nel mercato.

Questo articolo presenta i risultati ottenuti dallo studio sulle determinanti del *churn* tra i clienti Metamer. Il lavoro è organizzato nel modo seguente: il primo paragrafo descrive l'azienda e le filiere dell'energia, per offrire un quadro della attività di Metamer; nel secondo paragrafo è sintetizzata la letteratura consultata per la selezione delle variabili e la scelta della metodologia; nel terzo paragrafo è descritto il funzionamento della regressione logistica, utilizzata per analizzare il *churn*; il quarto paragrafo descrive il dataset creato appositamente per lo studio; nel quinto paragrafo sono riportati i risultati e nel sesto le conclusioni e i futuri sviluppi

1. L'impresa Metamer S.r.l.

Metamer S.r.l., con sede a San Salvo (CH), è un'impresa attiva nel settore energetico, autorizzata a operare su tutto il territorio italiano per la vendita di gas naturale ed energia elettrica. Fondata nel 1980 con il nome di Metanizzazione Meridionale S.r.l., inizialmente si occupava della costruzione e manutenzione di metanodotti.

Con l'entrata in vigore del "Decreto Letta" (D.lgs. 164/2000 "*Attuazione della direttiva n. 98/30/CE recante norme comuni per il mercato interno del gas naturale, a norma dell'articolo 41 della legge 17 maggio 1999, n. 144.*") Metamer è entrata nel mercato retail del gas. Dal 2007, Metamer ha ampliato il proprio business entrando anche nel mercato dell'energia elettrica.

L'impresa vive un momento di forte crescita, con il fatturato che è passato da 38 milioni di euro nel 2020 a 72 milioni nel 2023²⁴ e conta 16 sportelli fisici localizzati in Abruzzo (4 in provincia dell'Aquila, 5 in provincia di Chieti, 2 in provincia di Pescara e 1 in provincia di Teramo) e Molise (1 in provincia di Isernia e 3 in provincia di Campobasso) di cui 2 aperti nell'anno 2024²⁵.

²³ È la stessa ARERA a segnalare l'aumento delle chiamate di teleselling. L'autorità, in collaborazione col Garante della Concorrenza, ha realizzato delle azioni di informazione ai consumatori, tra cui l'apertura del sito Difenditi Così (<https://www.difenditicosi.it/>) per aiutare gli utenti a riconoscere le potenziali truffe.

²⁴ Dati Aida BvD (<https://aida-r1.bvdinfo.com/>)

²⁵ Dal sito ufficiale Metamer (<https://www.metamer.it/sportelli>)

Sia per il gas naturale che per l'energia, Metamer è attiva in due segmenti della filiera: quello della vendita all'ingrosso e quello della vendita al dettaglio. Col termine "segmenti" si devono intendere una serie di attività individuate nel già citato "Decreto Letta" (per il gas naturale) e nel "Decreto Bersani" (D.lgs. 79/1999 "*Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica*"). Si tratta di filiere integrate verticalmente, composte da una pluralità di attori e con attività caratterizzate da diversi livelli e tipologie di concorrenza. Per facilitare la comprensione del posizionamento di Metamer nel settore energetico, i paragrafi successivi descrivono brevemente le attività che costituiscono le filiere del gas e della luce.

1.1 La filiera del gas

La filiera del gas è integrata verticalmente (Cambini et al., 2004) ed è composta da sei attività distinte: approvvigionamento, trasporto, stoccaggio, vendita all'ingrosso, distribuzione e vendita al dettaglio.

Fino alla fine degli anni '90, la filiera era sotto il monopolio di ENI, terminato con il "Decreto Letta" che ha recepito le indicazioni della Direttiva 1998/30/CE ("*Directive 98/30/EC concerning common rules for the internal market in natural gas*") volte alla costituzione di un mercato europeo dell'energia. Il Decreto ha promosso l'*unbundling* della filiera che è stata divisa in segmenti distinti. In particolare, è stata introdotta la separazione tra le attività di gestione delle infrastrutture e quelle di produzione e vendita (Capece et al., 2013), aprendo queste ultime alla concorrenza di imprese private.

A monte della filiera si trova la fase di approvvigionamento della risorsa, che può avvenire tramite produzione interna ed importazioni. In Italia, la seconda opzione soddisfa la quasi totalità del fabbisogno, dato che nel 2023 il 96,3% del gas disponibile in proviene da Paesi esteri²⁶.

La successiva fase di trasporto consiste nel trasferimento del gas dai luoghi di stoccaggio ai punti di raccordo con la rete a bassa pressione. Data l'importanza strategica nell'ambito delle Politiche energetiche (Erбетта & Fraquelli, 2003), questa fase è caratterizzata dalla presenza di un monopolio naturale a beneficio della società pubblica SNAM.

Nella fase di stoccaggio, il gas prelevato dalla rete di trasporto viene depositato in apposite strutture, naturali (bacini di gas esauriti) o artificiali. In questo modo è possibile modulare l'erogazione del gas nei periodi in cui la domanda è più elevata. Questa attività è un monopolio *de facto*, con la sussidiaria SNAM STOGIT che controlla la quasi totalità delle quote di mercato²⁷. Gli impianti di stoccaggio sono considerati *essential facilities*, pertanto devono essere accessibili da tutte le imprese attive nella vendita di gas (Cavaliere, 2007).

²⁶ ARERA. Secondo l'Autorità, nel 2023 i Paesi da cui l'Italia ha importato più gas sono Algeria, Azerbaigian, Qatar e Stati Uniti (<https://www.arera.it/comunicati-stampa/dettaglio/arera-i-numeri-dei-servizi-pubblici#:~:text=Pi%C3%B9%20in%20dettaglio%2C%20la%20provenienza,mld%20m3%20da%20altri%20Paesi.>)

²⁷ Snam (<https://reports.snam.it/2018/relazione-finanziaria-annuale/relazione-sulla-gestione/andamento-della-gestione-nei-settori-di-attivita/stoccaggio-di-gas-naturale.html>)

La vendita all'ingrosso riguarda la compravendita di gas tra operatori del mercato che può avvenire tramite contratti bilaterali (Over-The-Counter) o sui mercati. In Italia, le principali piattaforme di scambio sono il PSV (Punto di Scambio Virtuale) gestito da SNAM e il MGAS (Mercato del GAS) gestito dal Gestore dei mercati energetici (GME) S.p.A. La prima è regolata dall'Autorità per Energia, Reti e Ambiente (Delibera 312/2016/R/GAS, “*Bilanciamento Gas, In attuazione del Regolamento (UE) 312/2014*”), mentre la seconda è regolata dal GME (La cui disciplina è stata approvata col Decreto Ministeriale 19 dicembre 2003 “*Approvazione del testo integrato della Disciplina del mercato elettrico. Assunzione di responsabilità del Gestore del mercato elettrico S.p.a. relativamente al mercato elettrico.*”).

L'attività di distribuzione prevede l'arrivo del gas, trasmesso tramite reti locali a bassa pressione, ai clienti finali. Il “Decreto Letta” identifica questa fase come servizio pubblico in capo agli Enti Locali da affidare tramite procedura competitiva. A riguardo, il decreto Ministeriale del 19 gennaio 2011 (“*Determinazione degli ambiti territoriali nel settore della distribuzione del gas naturale*”) ha individuato gli ambiti territoriali minimi, ossia delle porzioni di territorio composti da più comuni o unioni di comuni, per l'affidamento del servizio attraverso gare pubbliche.

Nella fase di vendita al dettaglio, il cui *unbundling* dal resto della filiera è avvenuto nel 2016 (ARERA, 2015), gli operatori *retail* vendono il gas acquistato dai grossisti ai consumatori finali (Pinto & Vespucci, 2011). Come per la distribuzione, il Decreto Letta ha aperto la vendita al dettaglio alla concorrenza. Tuttavia, se nel primo caso le imprese concorrono *per* l'affidamento della rete, la vendita al dettaglio è caratterizzata dalla concorrenza *nel* mercato (Cambini et al., 2004). Si tratta del segmento più competitivo della filiera, con circa 500 imprese attive (Di Leo et al., 2024)

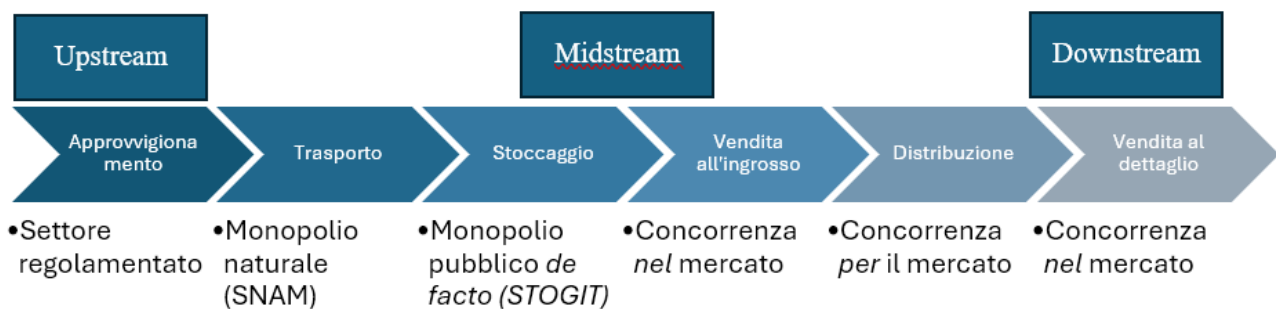


Fig. 1 – la filiera del gas

1.2 la filiera dell'energia

Questa filiera è composta da cinque attività distinte: produzione, vendita all'ingrosso, trasmissione e dispacciamento, distribuzione e vendita al dettaglio. Come per il gas, il settore energetico era sotto il monopolio statale, di Enel, terminato nel 1999 col “Decreto Bersani”. Questo, recependo la Direttiva 1996/92/CE (“*Direttiva 96/92/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 dicembre 1996 contenente norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica*”), ha avviato l'*unbundling* delle attività di gestione delle infrastrutture da quelle di generazione e vendita, con le ultime trasformate in settori concorrenziali.

La fase di produzione consiste nella generazione di energia elettrica tramite fonti rinnovabili o fossili. Questo settore è stato liberalizzato per effetto del Decreto Bersani a partire dal 1° gennaio 2003, che ha imposto alle imprese un tetto del 50% sulla quota di mercato detenibile. Ad oggi, i principali attori del settore sono Enel, Engie ed Electricite de France²⁸.

Come col gas, la vendita all'ingrosso di energia elettrica può avvenire sul mercato o tramite contratti bilaterali OTC. La piattaforma principale su cui avviene la compravendita di energia elettrica è il Mercato Elettrico (comunemente chiamata “borsa elettrica”), istituito con la Legge 239/2004 (“*Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.*”) e sottoposto alla regolamentazione del GME.

L'attività di trasmissione dell'energia elettrica consiste nel trasporto dell'energia ad alta tensione venduta all'ingrosso attraverso la rete nazionale. Dato che l'energia elettrica non può essere immagazzinata, l'attività di dispacciamento interviene per bilanciare i flussi di energia domandata ed offerta ed evitare instabilità e blackout lungo la rete (Lago et al., 2021). Il Decreto Bersani stabilisce che queste attività siano considerate monopolio naturale e, ad oggi, Terna S.p.A. è l'operatore unico per la trasmissione ed il dispacciamento.

La fase di distribuzione consiste nella trasformazione dell'energia elettrica ad alta tensione in bassa tensione e della distribuzione agli utenti finali. Il Decreto Bersani prevede un regime concessionario, da rinnovare dal 1° gennaio 2031 tramite gare per ambiti territoriali di dimensione sovra-comunale. Ad oggi, e-distribuzione è la società che detiene la maggiore quota di mercato è E-Distribuzione del gruppo Enel²⁹.

Con la vendita al dettaglio, le società *retail* acquistano energia al dettaglio per venderla ai consumatori finali. Come l'omologo settore del gas, in questo segmento la concorrenza *per* il mercato è libera. Secondo i dati ARERA, ad oggi l'impresa con maggiori quote di mercato è Enel.³⁰

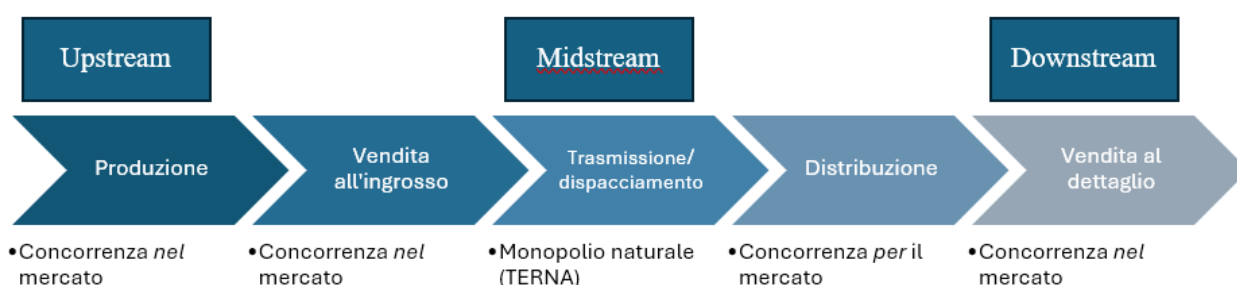


Fig.2 - La filiera dell'energia

²⁸ Ricerca condotta dalla società Mordor Intelligence (https://www.mordorintelligence.it/industry-reports/italy-power-market?utm_source=chatgpt.com)

²⁹ E-Distribuzione (<https://www.e-distribuzione.it/archivio-news/2023/12/il-2023-di-e-distribuzione.html>)

³⁰ ARERA (<https://www.arera.it/dati-e-statistiche/dettaglio/quote-di-mercato-per-tipologia-di-cliente>)

2. Evidenze dalla letteratura

Dal punto di vista aziendale, l'abbandono o *churn* è il fenomeno opposto alla *customer retention* (Perišić et al., 2022), ossia è la propensione dei clienti a cessare una o più relazioni commerciali avviate con un'impresa (Ahn et al., 2020). Nel settore energetico, la letteratura scientifica analizza il fenomeno più ampio dello *switching*, l'azione con cui un consumatore abbandona un provider di beni/servizi per passare ad un suo concorrente, di cui il *churn* costituisce solo una componente. Questo perché il tasso di *switching* è considerato un indicatore del successo delle politiche di liberalizzazione del settore (Maravilha et al., 2022; Yang, 2014). Inoltre, la libertà di scelta del provider dovrebbe apportare un vantaggio per i consumatori in termini di prezzi più bassi e di una qualità del servizio maggiore (Amenta et al., 2022; Ndebele et al., 2019; Shin & Managi, 2017). Dato che il cambio del fornitore implica necessariamente l'abbandono dell'attuale provider, per analizzare il caso aziendale è stata consultata la letteratura scientifica sullo *switching*.

Nel descrivere il fenomeno dello *switching*, la letteratura ha individuato dei fattori che possono avere un impatto sulla propensione del consumatore a cambiare provider. Tra gli attributi del cliente, l'età è uno delle variabili più analizzate. Si potrebbe pensare che col crescere dell'età i clienti siano restii a cambiare fornitore, e alcuni studi confermano questa ipotesi (Fontana et al., 2019; Itaoka et al., 2022; Murakami, 2022; Price & Zhu, 2016). Tuttavia, alcuni studi segnalano che i clienti più anziani sono maggiormente inclini a rinegoziare i termini del contratto (Ek & Söderholm, 2008) o allo switch (Amenta et al., 2022; Shin & Managi, 2017). Numerose analisi hanno cercato di trovare evidenze di una relazione tra genere e propensione al cambio di fornitore (Ek & Söderholm, 2008b; Fontana et al., 2019; Harold et al., 2019; Itaoka et al., 2022; Nogata, 2022; Shin & Managi, 2017), ma solo in alcuni casi questo è un elemento significativo (Gamble et al., 2009; Murakami, 2022; Price & Zhu, 2016). Il reddito è un altro fattore il cui impatto è incerto. Degli studi evidenziano che i consumatori con maggiori disponibilità economiche sono più propensi a cambiare provider (Ek & Söderholm, 2008b; Gamble et al., 2009; Shin & Managi, 2017), mentre altri segnalano una relazione negativa (Fontana et al., 2019; Price & Zhu, 2016) o l'assenza di relazioni rilevanti (Amenta et al., 2022; Flores & Price, 2018; Giulietti et al., 2005; Itaoka et al., 2022; Nogata, 2022).

Tra le abitudini dei consumatori, l'utilizzo di internet è un fattore a favore dello switch (Fontana et al., 2019; Harold et al., 2019; Shin & Managi, 2017), così come la tendenza a cambiare provider di altri servizi (Flores & Price, 2018; McDaniel & Groothuis, 2012; Murakami, 2022). Al contrario, la *customer loyalty*, intesa come numero di contratti aperti (Wieringa & Verhoef, 2007) e anni di contratto (Daglish, 2016; Flores & Price, 2018; Gärling et al., 2008; Harold et al., 2019; Yang, 2014), ha un impatto negativo. Infine, i clienti che preferiscono l'addebito della fornitura sul conto corrente sembrano essere più propensi all'abbandono (He & Reiner, 2017), al contrario di quelli che acquistano gas e luce dalla medesima impresa (Murakami, 2022).

Tra i fattori economici, il prezzo è senza dubbio la componente fondamentale nella decisione di switch. In questo senso, diversi studi evidenziano una relazione positiva tra prezzo pagato e cambio di fornitore (Gärling et al., 2008; He & Reiner, 2017; Shin & Managi, 2017; Yang, 2014).

Infine, la letteratura riconosce che determinate caratteristiche territoriali, come la tipologia di comune o la posizione geografica possono influenzare la volontà di switching (Fontana et al., 2019; Shin & Managi, 2017).

Una delle tecniche più utilizzate per individuare le determinanti dello *switching* è l'applicazione di modelli di regressione non lineari con variabile dipendente binaria (Amenta et al., 2022; Erdogan et al., 2022; Flores & Price, 2018; Fontana et al., 2019; Giulietti et al., 2005; Harold et al., 2019; He & Reiner, 2017; Itaoka et al., 2022; Murakami, 2022; Nogata, 2022; Yang, 2014). Effettivamente, questa tecnica è molto utile per analizzare fenomeni in cui il consumatore può adottare due comportamenti opposti, come lo *switch* o il “non-switch”. Questi modelli, inoltre, permettono di stimare la significatività e la tipologia di impatto (positivo o negativo) sul cambio di provider di una serie di fattori esplicativi come quelli citati in precedenza. Pertanto, questa analisi si è avvalsa di un modello di regressione logistica con variabile dipendente binaria.

3. Metodologia

La regressione logistica o logit è un modello di regressione non lineare utilizzato per descrivere il comportamento di una variabile dipendente binaria (Stock & Watson, 2018). Per variabile dipendente binaria si intende una variabile che può assumere due stati, come la presenza/assenza di un fenomeno. Nel modello applicato in questo studio, la variabile dipendente *churn* assume valore 1 nel caso in cui il cliente abbia chiuso la fornitura e 0 altrimenti.

Data una variabile dipendente binaria Y e un set di variabili esplicative X , un modello di regressione logistica può essere descritto come:

$$\ln\left(\frac{P(Y=1)}{P(Y=0)}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n \quad (1)$$

Dove il termine a sinistra è il logaritmo del rapporto tra la probabilità di successo $P(Y=1)$ e di insuccesso $P(Y=0)$, β_0 è l'intercetta del modello e $\beta_1, \dots, \beta_n$ sono i coefficienti di regressione delle variabili $x_1, \dots, x_n$

È possibile riscrivere l'equazione (1) sotto forma di probabilità condizionata come:

$$P(Y = 1|X) = \frac{1}{1 + e^{-\beta X}} \quad (2)$$

Dove $\beta X = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n$ e $P(Y = 1|X)$ è la probabilità di $Y=1$ condizionata al set di variabili esplicative X .

L'equazione (1) non restituisce la probabilità condizionata del verificarsi del fenomeno, ma determina i *log odds*, ossia il logaritmo naturale del rapporto tra probabilità di successo ed insuccesso.

Col passaggio all'equazione (2), i risultati di (1) sono espressi in termini di probabilità con intervallo $[0,1]$. Software di analisi statistica possono effettuare in automatico il passaggio da (1) a (2).

I parametri del modello logit sono stimati tramite massima verosimiglianza. Il modello logistico, inoltre, non richiede assunzioni di normalità, linearità o omogeneità della varianza per le variabili indipendenti (Greene, 2003).

4. Dati e variabili

Per condurre l'analisi è stato costruito un dataset contenente informazioni su tutti i contratti siglati da Metamer con clienti domestici – non industriali o professionali – nei mercati gas e luce a partire dal 2003. Naturalmente, i contratti per la fornitura di luce partono dal 2007, anno in cui Metamer è entrata nel settore. Per garantire il rispetto della privacy dei clienti, tutti i contratti presenti nel dataset sono stati anonimizzati. .

Data la natura dello studio, focalizzato sull'analisi del comportamento dei consumatori, è stata adottata una specifica procedura per eliminare i valori duplicati. Questo perché il dataset assegna ad ogni cliente un identificativo che rimane uguale per ogni contratto siglato, ma i contratti non sono raggruppati per utente. Ad esempio, se un utente ha siglato sette contratti, nel dataset sono rilevate sette osservazioni differenti a cui è associato il medesimo identificativo. Questo genera delle osservazioni non indipendenti tra loro, in quanto riconducibili al medesimo utente, violando le assunzioni del modello logit.

La procedura è la seguente:

1. Se un cliente ha intestato più di un contratto e se i contratti sono tutti attivi o tutti cessati, è stato scelto il contratto meno recente;
2. Se un cliente ha intestato più di un contratto e se almeno un contratto è cessato, è stato scelto il contratto cessato (dunque il cliente è considerato *churn*);
3. Se un cliente ha intestato due contratti, di cui uno cessato ed uno aperto ad una distanza massima di tre mesi, è stato scelto il contratto attivo.

La procedura è stata scelta in concordanza con l'impresa. In particolar modo, è stato sottolineato come il comportamento sub 3. sia molto frequente e pertanto i clienti debbano essere considerati attivi.

In accordo con l'impresa, sono stati eliminati i clienti con un'età superiore a cento anni, in quanto è probabile che siano subentrati degli eredi nel contratto e che questi abbiano dimenticato di effettuare la voltura. I valori mancanti sono stati eliminati e non imputati.

L'analisi verte sull'anno 2024 e si basa su modelli logit distinti per clienti gas e luce. In totale, sono stati analizzati 30.441 clienti luce e 42.949 clienti gas.

In entrambi i casi la variabile dipendente è il *churn*, che assume valore 1 se il cliente ha cessato la propria fornitura e 0 altrimenti. Le variabili dipendenti, descritte in Tab.1, sono riconducibili a quattro categorie.

La prima categoria è quella degli attributi del cliente, che include informazioni sul genere (Flores & Price, 2018; Fontana et al., 2019; Harold et al., 2019; Itaoka et al., 2022; Murakami, 2022), sull'età (Amenta et al., 2022; Flores & Price, 2018; Harold et al., 2019; Itaoka et al., 2022; Murakami, 2022; Shin & Managi, 2017) e sul reddito (Amenta et al., 2022; Ek & Söderholm, 2008b; Shin & Managi, 2017).

La seconda categoria include informazioni sulla localizzazione del cliente (Fontana et al., 2019; Shin & Managi, 2017), in particolar modo è stato indicato se la fornitura non è per la casa di residenza, se il cliente ha la fornitura in uno dei primi quattro comuni per numero di clienti e se è presente uno sportello Metamer nel comune di recapito.

La categoria *customer fidelity* include variabili sul numero di anni da cliente (Daglish, 2016; Flores & Price, 2018; Gärling et al., 2008; Ndebele et al., 2019; Yang, 2014), sul numero totale di contratti aperti con l'impresa (Wieringa & Verhoef, 2007), sull'essere cliente gas e luce nel 2024 (Murakami, 2022; Shin & Managi, 2017), sull'essere cliente gas e luce e aver chiuso una delle due forniture nel 2024 (Flores & Price, 2018; Harold et al., 2019; Murakami, 2022). Infine, come proxy per i prezzi è stata inserita la media annuale dei pagamenti effettuati (He & Reiner, 2017).

Per quantificare la propensione ad una gestione *smart* delle forniture sono state inserite informazioni sull'addebito delle fatture in conto corrente (He & Reiner, 2017), se riceve comunicazioni da Metamer via mail (proxy per l'utilizzo di internet) e se ha lasciato il numero di cellulare come recapito telefonico. Solo per i clienti luce è stato possibile indicare se questi abbiano scaricato l'app per smartphone per tracciare i consumi e gestire la fatturazione (Harold et al., 2019).

L'ultima categoria è quella delle informazioni sull'offerta attiva e sulla tipologia di fornitura. L'impresa ha voluto approfondire il ruolo giocato da uno specifico distributore (Distributore 1) e il comportamento dei clienti con un'offerta scadute e non rinnovate oppure attivate durante specifiche campagne marketing (chiamate *marginali* in quanto attive su meno del due percento delle utenze, come riportato in Tab.2). Altre variabili includono informazioni sulla tipologia di distributore, sulla portata contrattuale, sull'appartenenza al mercato tutelato (solo per i clienti gas) (He & Reiner, 2017).

Tab.1 – Descrizione Variabili

Variabile	Descrizione	Unità di misura	Fonte	Impatto atteso
<i>Uomo</i>	Dummy con valore 1 se il cliente è uomo e 0 in ogni altro caso	Dummy	Metamer	nullo
<i>Età</i>	Anni del cliente	Numero	Metamer	-
<i>Reddito pro-capite</i>	Valore in euro del reddito pro-capite, medio del comune di residenza	€/anno	ISTAT ³¹	+
<i>Fornitura seconda casa</i>	Dummy con valore 1 se la fornitura è in un comune diverso da quello in cui sono recapitate le fatture	Dummy	Metamer	-
<i>Sportello nel comune di recapito</i>	Dummy con valore 1 se nel comune in cui sono recapitate le bollette è presente uno sportello Metamer	Dummy	Metamer	-
<i>Comune 1</i>	Dummy con valore 1 se la fornitura è nel primo comune per numero di clienti	Dummy	Metamer	-

³¹ ISTAT: (dati.istat.it)

<i>Comune 2</i>	Dummy con valore 1 se la fornitura è nel secondo comune per numero di clienti	Dummy	Metamer	-
<i>Comune 3</i>	Dummy con valore 1 se la fornitura è nel terzo comune per numero di clienti	Dummy	Metamer	-
<i>Comune 4</i>	Dummy con valore 1 se la fornitura è nel quarto comune per numero di clienti	Dummy	Metamer	-
<i>Anni da Cliente</i>	Distanza in anni dall'attivazione della fornitura	Numero	Metamer	-
<i>Numero contratti</i>	Numero di contratti aperti con Metamer	Numero	Metamer	+
<i>Cliente gas + luce</i>	Dummy con valore 1 se il cliente ha attiva sia la fornitura gas che luce	Dummy	Metamer	-
<i>Media pagamenti</i>	Media dei pagamenti per la fornitura attiva	€/anno	Metamer	+
<i>Churn altra fornitura</i>	Dummy con valore 1 se un cliente gas + luce ha chiuso la fornitura opposta a quella analizzata	Dummy	Metamer	+
<i>IBAN</i>	Dummy con valore 1 se il cliente ha addebitato le bollette su conto corrente o postale	Dummy	Metamer	-
<i>Cellulare</i>	Dummy con valore 1 se il cliente ha come recapito telefonico un numero di cellulare	Dummy	Metamer	+
<i>Mail</i>	Dummy con valore 1 se il cliente riceve comunicazioni da Metamer via mail	Dummy	Metamer	+
<i>App (solo clienti luce)</i>	Dummy con valore 1 se il cliente utilizza l'applicazione Metamer sul proprio smartphone	Dummy	Metamer	-
<i>Promozione marginale</i>	Dummy con valore 1 se il cliente ha una promozione scaduta e non rinnovata oppure una promozione attivata in specifiche campagne marketing	Dummy	Metamer	+
<i>Mercato tutelato (solo clienti gas)</i>	Dummy con valore 1 se il cliente appartiene al mercato tutelato	Dummy	Metamer	-
<i>Distributore marginale</i>	Dummy con valore 1 se il distributore non è l'ex monopolista integrato	Dummy	Metamer	+
<i>Distributore 1 (solo clienti gas)</i>	Dummy con valore 1 se il distributore è quello su cui l'impresa vuole indagare	Dummy	Metamer	+
<i>Portata contrattuale</i>	Portata della fornitura in kilowatt (clienti luce) e metri cubi/ora (clienti gas)	Kilowatt – Mc/h	Metamer	+
<i>Contatore non accessibile</i>	Dummy con valore 1 se il contatore non è teleletto o in generale non accessibile dai tecnici Metamer	Dummy	Metamer	+

Com'è possibile osservare in Tab.2, la fidelizzazione dei clienti luce è mediamente inferiore rispetto a quelli gas. Infatti, mentre per i primi la durata media dei contratti è di 7.81 anni, per gli ultimi è 2.81. In generale, Metamer ha una presenza piuttosto capillare sul territorio, dato che circa il 43% degli utenti del campione ha uno sportello nel comune di recapito. Buona anche la capacità di vendere in bundle le forniture gas e luce, dato che il 64,35% del campione dei clienti luce e il 54,56% del campione dei clienti gas ha attivi entrambi i contratti. La gestione della fornitura tramite smartphone è ancora limitata, dato che solo il 22,56% del campione ha installato l'apposita applicazione. L'addebito delle fatture sul conto corrente è invece utilizzato da un terzo dei clienti del campione.

Tab.2- variabili descrittive

Variabile	%		Media		Dev.St.		Min.		Max	
	Luce	Gas	Luce	Gas	Luce	Gas	Luce	Gas	Luce	Gas
<i>Uomo</i>	55,45%	58,20%	\	\	\	\	0	0	1	1
<i>Età</i>	\	\	3.565,71	4.006,50	1.983,30	2.114,02	361	361	9.801	9.801
<i>Reddito pro-capite</i>	\	\	18.578,00	18.391,02	2.758,36	2.851,23	10.289,70	10289,7	35.282,50	35.282,50
<i>Fornitura seconda casa</i>	6,67%	8,80%	\	\	\	\	0	0	1	1
<i>Sportello nel comune recapito</i>	42,85%	43,30%	\	\	\	\	0	0	1	1
<i>Comune 1</i>	10,65%	10,52%	\	\	\	\	0	0	1	1
<i>Comune 2</i>	7,93%	9,31%	\	\	\	\	0	0	1	1
<i>Comune 3</i>	8,43%	6,26%	\	\	\	\	0	0	1	1
<i>Comune 4</i>	6,35%	5,32%	\	\	\	\	0	0	1	1
<i>Anni da cliente</i>	\	\	2,42	7,81	2,79	9,05	0	0	16	21
<i>Numero contratti</i>	\	\	1,04	1,26	0,31	0,64	1	1	11	18
<i>Cliente gas + luce (solo clienti gas)</i>	64,70%	54,56%	\	\	\	\	0	0	1	1
<i>Media pagamenti annui</i>	\	\	462,65	517,42	416,91	452,61	-2775,5	-1.039	19360,5	12.732,00
<i>Churn altra fornitura</i>	5,10%	4,20%	\	\	\	\	0	0	1	1
<i>Addebito IBAN</i>	31,21%	33,60%	\	\	\	\	0	0	1	1
<i>Cellulare</i>	96,67%	87,80%	\	\	\	\	0	0	1	1
<i>App (solo clienti luce)</i>	22,56%	\	\	\	\	\	0	\	1	\
<i>Mail</i>	72,41%	66,10%	\	\	\	\	0	0	1	1
<i>Promozione marginale</i>	2,50%	1,95%	\	\	\	\	0	0	1	1
<i>Mercato tutelato (solo clienti gas)</i>	\	9,64%	\	\	\	\	0	\	\	1
<i>Distributore Marginale</i>	1,13%	5,81%	\	\	\	\	0	0	1	1
<i>Distributore 1</i>	\	9,80%	\	\	\	\	0	\	\	1
<i>Portata contrattuale</i>			3,32	4,01	2,15	0,14	1,5	4	100	16
<i>Contatore non accessibile</i>	24,26%	42,20%	\	\	\	\	0	0	1	1

5. Risultati

Il Modello 1, riportato nella Tab. 3, è stato applicato agli utenti gas, ossia il gruppo di clienti Metamer mediamente più anziani e con contratti attivi da più tempo. L'analisi rivela la presenza di una relazione non lineare tra probabilità di *churn* ed età. I coefficienti delle variabili *Età* ed *Età.Squared* sono significativi e di segno opposto. Questo suggerisce l'esistenza di un punto di minimo oltre il quale l'incremento dell'età ha un effetto positivo sull'abbandono. È altresì osservata una relazione negativa, non altamente significativa (p.value di 0.081), tra *Reddito pro-capite* e *churn*. Inoltre, la probabilità di abbandono aumenta se la fornitura non riguarda la prima casa (p.value 0.020). La politica di vicinanza al

territorio sembra ripagare l'impresa, dato che la presenza di uno sportello nel comune di recapito diminuisce la probabilità di interruzione del contratto di fornitura (p.value 0.005).

Particolare rilevanza assume l'analisi dei comuni con maggior numero di clienti. Sembrerebbe che, ad eccezione del *Comune 3*, Metamer sia riuscita a fidelizzare i clienti in questi bacini, come dimostrato dai coefficienti negativi e significativi delle variabili. Gli utenti del *Comune 3*, al contrario, risultano più inclini all'abbandono (p.value 0.018).

Passando alle variabili di *customer fidelity*, in maniera non emergono evidenze statistiche a supporto di una relazione tra abbandono e anni da cliente o la media dei pagamenti annui. Inoltre, si registra l'impatto positivo del numero di contratti (p.value 5.98e-07). Questo risultato non è del tutto inatteso, considerata la metodologia applicata per la rimozione dei contratti duplicati illustrata nella sezione precedente. L'aver chiuso la fornitura di energia elettrica influenza positivamente l'abbandono (p.value <2e-16). Al contrario, essere cliente gas e luce diminuisce la probabilità di *churn* (p.value <2e-16).

Tra le variabili di gestione *smart* della fornitura, emerge una relazione negativa e statisticamente significativa tra addebito su IBAN e *churn* (p.value <2.90e-07). D'altra parte, i clienti che utilizzano cellulare ed e-mail (proxy per l'uso di internet) mostrano una maggiore probabilità di effettuare un cambio di fornitura (p.value di 0.002 e 3.14e-08).

L'analisi delle variabili relative all'offerta attiva rivela una relazione positiva e statisticamente significativa tra *churn* e *Promozione Marginale* (p.value <2e-16). Inoltre, sembrerebbe che i clienti forniti da distributori più piccoli (non ex incumbent – ENI) abbiano una propensione maggiore all'abbandono. La presenza di un contatore non teleletto influenza positivamente l'abbandono (p.value <2e-16). Infine, come previsto, l'appartenenza al mercato tutelato diminuisce la probabilità di switch (p.value 0.018).

Ben diversi sono i risultati del Modello 2, applicato agli utenti luce. Innanzitutto, l'età non emerge come un fattore rilevante per lo switch, così come tutte le variabili sulla localizzazione del cliente, ad eccezione di *Comune 2* (p.value 0.049). Le variabili *Numero contratti*, *Cliente gas + luce* e *Churn altra fornitura* sono significative e hanno segno uguale a quello del Modello 1. Anche in questo caso, la variabile *Media pagamenti* non è significativa.

L'uso del Cellulare e dell'App sembra influire sull'abbandono, mentre le variabili *Mail* e *IBAN* sono significative (p.value di 0.026 e 0.019) e con segno rispettivamente positivo e negativo.

Per quanto riguarda le variabili sull'offerta attiva, non sorprende la non significatività dei distributori marginali, dato il regime di concessione vigente. Anche in questo caso, i clienti con offerte poco comuni o non rinnovate sono più propensi all'abbandono, con la variabile *Promozione Marginale* che risulta altamente significativa (p.value di 3.08e-08). Più sorprendentemente rispetto al mercato del gas, si osserva la non significatività della variabile *Portata Contrattuale*.

Tab.3 – Modelli 1 e 2

Modello 1 (clienti gas)	Stime	P-Value	Modello 2 (clienti luce)	Stime	P.value
------------------------------------	--------------	----------------	-------------------------------------	--------------	----------------

<i>(Intercept)</i>	1,16E+00	0.9989		<i>(Intercept)</i>	-2,44E+03	7.27e-10	***
<i>Uomo</i>	7,24E+01	0.1226		<i>Uomo</i>	2,41E+01	0.6844	
<i>Eta</i>	-6,61E+01	2.55e-15	***	<i>Eta</i>	-1,29E+01	0.2060	
<i>Eta.Squared</i>	5,51E-01	6.55e-16	***	<i>Eta.Squared</i>	5,76E-02	0.5131	
<i>Reddito pro-capite</i>	-1,73E-02	0.0817	.	<i>Reddito pro-capite</i>	3,44E-03	0.7444	
<i>Fornitura seconda casa</i>	1,96E+02	0.0204	*	<i>Fornitura seconda casa</i>	1,03E+02	0.3334	
<i>Sportello nel comune di recapito</i>	-2,47E+02	0.0005	***	<i>Sportello nel comune di recapito</i>	5,76E+01	0.4469	
<i>Comune 3</i>	3,61E+02	0.0022	**	<i>Comune 3</i>	9,03E+01	0.4023	
<i>Comune 1</i>	-2,03E+02	0.0285	*	<i>Comune 1</i>	-9,98E+01	0.4003	
<i>Comune 2</i>	-3,65E+02	0.0003	***	<i>Comune 2</i>	-2,78E+02	0.0495	*
<i>Comune 4</i>	-2,98E+02	0.0188	*	<i>Comune 4</i>	4,44E+01	0.7435	
<i>Anni da cliente</i>	-1,11E+00	0.7507		<i>Anni da cliente</i>	7,85E+00	0.5802	
<i>Numero di contratti</i>	1,69E+02	5.98e-07	***	<i>Numero di contratti</i>	5,20E+02	< 2e-16	***
<i>Cliente gas + luce</i>	-2,43E+03	< 2e-16	***	<i>Cliente gas + luce</i>	-2,14E+03	< 2e-16	***
<i>Churn altra fornitura</i>	5,77E+03	< 2e-16	***	<i>Churn altra fornitura</i>	3,50E+03	< 2e-16	***
<i>Media pagamenti</i>	1,49E-02	0.7615		<i>Media pagamenti</i>	4,13E-02	0.5097	
<i>Mail</i>	3,11E+02	3.14e-08	***	<i>Mail</i>	1,79E+02	0.0269	*
<i>Cellulare</i>	2,45E+02	0.0028	**	<i>App</i>	-8,11E+00	0.9139	
<i>IBAN</i>	-2,61E+02	2.90e-07	***	<i>Cellulare</i>	-1,45E+02	0.4120	
<i>Portata contrattuale</i>	-2,71E+02	0.1837		<i>IBAN</i>	-1,55E+02	0.0191	*
<i>Promozione Marginale</i>	1,53E+03	< 2e-16	***	<i>Portata contrattuale</i>	-6,25E+00	0.6010	
<i>Distributore Marginale</i>	1,51E+02	0.1560		<i>Promozione Marginale</i>	7,94E+02	3.08e-08	***
<i>Contatore non accessibile</i>	9,88E+02	< 2e-16	***	<i>Distributore Marginale</i>	9,70E+01	0.6572	
<i>Distributore 1</i>	2,58E+02	0.0031	**	<i>Contatore non accessibile</i>	3,24E+02	5.16e-07	***
<i>Mercato tutelato</i>	-2,31E+02	0.0181	*				
AIC	14782			AIC	9020		
McFadden PR ²	0,3496			McFadden PR ²	0,4231		

Dai risultati dei modelli 1 e 2 emerge un quadro molto interessante. Sembrerebbe che il mercato della fornitura di gas sia più maturo, poiché in tre dei primi quattro comuni per numero di clienti è osservabile una tendenza alla fidelizzazione, assente nel mercato dell'energia. Inoltre, le forniture di gas per le seconde case sono esposte ad un rischio maggiore di switch. Infine, contrariamente alle previsioni gli utenti gas del Comune 3 mostrano una significativa tendenza all'abbandono. Per l'impresa è diventato dunque fondamentale approfondire l'analisi di queste due tipologie di clienti, che rappresentano rispettivamente l'8,80% e il 6,62% del totale del campione (Si veda Tab.2). Per questo motivo, nel Modello 3 (Tab.4) sono stati inseriti dei termini di interazione, per determinare se la probabilità di switch di questi utenti è influenzata da combinazioni tra variabili indipendenti (Ai & Norton, 2003).

Il Modello 3 include termini di interazione tra la variabile *Fornitura seconda casa* e *Anni da cliente* e *Media Pagamenti*, nonché tra la variabile *Comune 3* ed *Età*, *Età.Squared*, *Anni da cliente* e

Fornitura seconda casa. Il valore della statistica AIC (Akaike, 1992) è inferiore a quello del Modello 1, indicando che l'aggiunta di termini di interazione si è dimostrata una scelta valida³², mentre il valore dello pseudo-R² è maggiore³³.

Dai risultati emerge che i clienti con forniture per seconde case sono influenzati dalla variabile *Media Pagamenti* (p.value 0.0001), a prescindere dal tempo trascorso come cliente Metamer, dato che il termine di interazione *Fornitura seconda casa: Anni da Cliente* non è statisticamente significativo. Il focus su *Comune 3* rivela una relazione inversa – rispetto al resto del campione – con le variabili *Età* ed *Età.squared*. Entrambi i termini di interazione sono statisticamente significativi (p.value di 9.73e-05 e 0.0001), ma il primo ha segno positivo e il secondo negativo. Ciò testimonia una relazione più complessa rispetto al resto del campione. Tra i bacini di utenza più importanti, il Comune 3 è il più grande e quello che offre più servizi. Probabilmente, gli utenti di questo comune entrano più frequentemente in contatto con imprese concorrenti e quindi sono più propensi a cambiare utenza. Isolando questa relazione, il coefficiente di *Comune 3* diventa negativo e statisticamente significativo (p.value 0.0001). Ciò indica che, superate le difficoltà iniziali, è presente un effetto di fidelizzazione. Infine, si registrano deboli evidenze statistiche del ruolo giocato dal prezzo pagato annualmente, in quanto il p.value del termine *Comune 3 : Media pagamenti* è di 0.0532.

Dati i risultati del Modello 3, l'impresa ha chiesto di indagare anche sugli altri comuni. Sono state proposte due applicazioni, riportati in Appendice. La prima ha i medesimi parametri del Modello 3, la seconda fa interagire i comuni solo con le variabili *Media pagamenti* e *Fornitura seconda casa*. In entrambi i casi, il valore di AIC è superiore rispetto a quello del Modello 3.

Modello 3 (clienti gas)	Stime	P-Value	
<i>(Intercept)</i>	3,06E+02	0.7018	
<i>Uomo</i>	7,22E+01	0.1241	
<i>Età</i>	-7,36E+01	< 2e-16	***
<i>Età.Squared</i>	6,11E-01	< 2e-16	***
<i>Reddito Pro-capite</i>	-1,24E-02	0.2241	
<i>Fornitura seconda casa</i>	4,27E+00	0.9765	
<i>Sportello nel comune di recapito</i>	-2,67E+02	0.0002	***
<i>Comune 3</i>	-3,90E+03	0.0001	***
<i>Comune 1</i>	-1,92E+02	0.0401	*
<i>Comune 2</i>	-3,53E+02	0.0005	***
<i>Comune 4</i>	-2,97E+02	0.0197	*
<i>Anni da cliente</i>	3,37E-01	0.9259	
<i>Numero di contratti</i>	1,67E+02	8.72e-07	***
<i>Cliente gas + luce</i>	-2,43E+03	< 2e-16	***

³² La statistica AIC bilancia il valore della stima di massima verosimiglianza del modello col numero di variabili inserite. In questo modo, è penalizzato il fenomeno dell'over-fitting, ossia l'aggiunta di un numero eccessivo di parametri che rende difficile l'interpretazione del modello, nonché la sua generalizzazione.

³³ Nei modelli non lineari, la statistica R² non indica correttamente la bontà del modello. Per questo motivo si utilizzano misure di Pseudo R² come quello di McFadden (Hemmer et al., 2018)

<i>Switch altra fornitura</i>	5,78E+03	< 2e-16	***
<i>Media pagamenti</i>	-5,11E-02	0.3346	
<i>Mail</i>	3,13E+02	2.85e-08	***
<i>Cellulare</i>	2,46E+02	0.0027	**
<i>IBAN</i>	-2,58E+02	4.11e-07	***
<i>Portata contrattuale</i>	-3,09E+02	0.0944	.
<i>Promozione Marginale Distributore Marginale</i>	1,54E+03	< 2e-16	***
<i>Distributore 1</i>	1,55E+02	0.1441	
<i>Mercato Tutelato</i>	2,50E+02	0.0042	**
<i>Contatore non accessibile</i>	-2,41E+02	0.0138	*
<i>Fornitura seconda casa: Anni da Cliente</i>	9,98E+02	< 2e-16	***
<i>Fornitura seconda casa: Media pagamenti</i>	-8,88E+00	0.2918	
<i>Comune 3: Fornitura seconda casa</i>	9,00E-01	0.0001	***
<i>Comune 3: Media pagamenti</i>	4,85E+01	0.9210	
<i>Comune 3: Anni da Cliente</i>	3,46E-01	0.0532	.
<i>Comune 3: Età</i>	5,46E+01	0.2655	
<i>Comune 3: Età.Squared</i>	1,46E+02	9.73e-05	***
AIC	-1,23E+00	0.0001	***
McFadden PseudoR ²	14752		
	0,3518		

6. Conclusioni e sviluppi futuri

Lo studio condotto ha avuto come obiettivo l'individuazione delle determinanti che spingono i clienti dell'impresa Metamer S.r.l. ad abbandonare la fornitura di luce e gas. Per raggiungere questo obiettivo, è stato costruito un database contenente informazioni relative all'anno 2024 su 30.441 clienti luce e 42.949 clienti gas.

I risultati ottenuti hanno fornito evidenze significative che hanno supportato l'impresa nell'analisi del fenomeno del *churn*. L'analisi ha offerto al contempo un contributo allo studio dei *customer behaviour* nei mercati dell'energia e del gas. Tuttavia, è importante interpretare questi risultati con cautela. Infatti, nonostante il campione analizzato sia di dimensioni considerevoli, l'analisi ha riguardato i clienti di una singola impresa. Di conseguenza, generalizzare i risultati all'intero mercato energetico potrebbe non essere appropriato.

Dallo studio delle caratteristiche personali dei clienti, è emerso che nel mercato del gas naturale i clienti più anziani hanno una maggiore tendenza alla fidelizzazione (Fontana et al., 2019; Itaoka et al., 2022). Questo effetto è invece assente nel mercato dell'energia (Flores & Price, 2018; Murakami, 2022).

L'assenza di una relazione statisticamente significativa tra il prezzo pagato per la fornitura dell'abitazione principale e il *churn*, in netto contrasto con le evidenze della letteratura (Gärling et al.,

2008; He & Reiner, 2017; Shin & Managi, 2017; Yang, 2014), ha evidenziato che l'impresa riesce a comunicare efficacemente il proprio valore ai clienti. Questo è ulteriormente confermato dall'impatto non statisticamente rilevante del reddito pro capite (Amenta et al., 2022; Flores & Price, 2018; Giulietti et al., 2005; Itaoka et al., 2022; Nogata, 2022).

Solo nel caso delle forniture di gas per le seconde case il prezzo incide positivamente sul *churn*. Dato che molte seconde case sono abitate solo in determinati periodi dell'anno, è possibile che gli utenti considerino il prezzo un *driver* fondamentale per la scelta del provider, indipendentemente dalla qualità del servizio. Questo risultato evidenzia la necessità per l'impresa di formulare offerte commerciali specifiche per gli utenti non residenti nel luogo di fornitura, che costituiscono l'8,80% dei clienti del campione.

Non deve stupire il mancato impatto sulla probabilità di abbandono del numero di anni da cliente Metamer. Infatti, la procedura adottata per eliminare i valori duplicati, che considera *churn* il cliente che ha chiuso una sola fornitura su una pluralità di contratti attivi, può aver penalizzato i risultati. Allo stesso modo, è probabile l'influenza della procedura sull'impatto della variabile *numero di contratti*, che risulta positivo e statisticamente significativo. Tuttavia, è importante sottolineare che il metodo di rimozione dei valori duplicati è stato applicato in accordo con l'impresa, che dunque era consapevole dei possibili risultati.

Come previsto, i clienti che si rivolgono a Metamer per entrambe le forniture sono meno propensi ad interrompere il contratto (Murakami, 2022). Questo risultato ha suggerito all'impresa di puntare maggiormente sulla vendita abbinata dei servizi. Al contrario, la chiusura di una delle due forniture dovrebbe essere osservata con cautela, data la relazione positiva con l'abbandono (Flores & Price, 2018; Murakami, 2022).

La promozione di una gestione *smart* della fatturazione, al momento, da risultati incerti. Da un lato l'introduzione dell'App per smartphone (variabile raccolta per i soli clienti luce) non sembra influenzare significativamente la *customer retention* (Harold et al., 2019), dall'altro, spingere per l'addebito diretto delle fatture in conto corrente diminuisce la probabilità di *churn*. Infatti, è possibile che la *customer retention* sia maggiormente influenzata da variabili legate alla semplicità e alla regolarità delle modalità di pagamento.

In merito alle offerte proposte e alla gestione delle offerte commerciali, l'impresa ha avuto conferma che il comportamento adottato da un particolare distributore di gas (*Distributore 1*) crea problemi con i propri clienti. Inoltre, è stata rilevata la necessità di rinnovare le offerte scadute, dato l'impatto positivo e statisticamente significativo della variabile *Offerta Marginale*.

L'analisi del territorio è stata molto importante per l'impresa. Innanzitutto, è emerso che l'apertura di sportelli sul territorio riduce significativamente la probabilità di *churn*. Questo dato conferma che uno dei pilastri della politica aziendale di Metamer, ovvero la vicinanza al cliente, è una scelta premiante. La recente espansione della rete commerciale, dunque, dovrebbe apportare ulteriori benefici alla *customer retention*.

L'analisi dei maggiori bacini d'utenza presenta un quadro articolato. È emerso, infatti, che Metamer opera su due mercati che mostrano comportamenti differenti da parte dei clienti. Nel mercato del gas sono osservabili delle evidenze di una maggiore fidelizzazione degli utenti localizzati nei comuni in cui l'impresa è attiva da più tempo. Al contrario, nel mercato dell'energia elettrica questo fenomeno è generalmente assente, con eccezione del Comune 2, dove Metamer ha iniziato la propria attività di vendita di gas naturale. In altre parole, sembra che tra i provider di gas naturale Metamer goda di una posizione consolidata, mentre nel mercato dell'energia elettrica deve fronteggiare una concorrenza più intensa (Di Leo et al., 2024).

Infine, per l'impresa è stato particolarmente utile approfondire il comportamento dei clienti con fornitura attiva nel Comune 3, dato che tra i comuni con più clienti è quello col bacino di utenze potenziali più alto. In quest'area, Metamer è molto attiva con le campagne di *advertising* e gode di una reputazione consolidata come fornitore di gas. Sebbene sia presente un effetto fidelizzazione, l'azienda deve porre particolare attenzione alla definizione delle offerte commerciali e alle strategie di *customer retention*. La relazione positiva tra *churn* ed età (Amenta et al., 2022; Shin & Managi, 2017), suggerisce che i clienti più anziani siano meno inclini a mantenere la fornitura rispetto al resto del campione. Probabilmente questo si verifica perché c'è una sensibilità maggiore alle offerte di altre imprese. Dato il peso di questo territorio nella definizione delle strategie (circa il 6,60% dei clienti del campione ha fornitura in questo comune), approfondire questa dinamica tramite sondaggi o focus group può rafforzare la presenza di Metamer sul territorio.

Per migliorare la capacità predittiva del modello, le analisi future sul tema dovrebbero includere dati panel, indicare quali utenze chiudono la fornitura per motivi di stagionalità (non per cambio di provider), segnalare il prezzo effettivo al kilowatt pagato dagli utenti ed includere alcune variabili sulla qualità percepita dal cliente.

Appendice

Tab.1 – Modelli logit per clienti gas

Variabili	Modello 1	P.value	Modello 2	P.value
<i>(Intercept)</i>	9,70E+01	0.904556	2,97E+02	0.707637
<i>Uomo</i>	7,36E+01	0.117896	7,35E+01	0.117777
<i>Età</i>	-6,62E+01	1.72e-11	-7,30E+01	< 2e-16
<i>Età.Squared</i>	5,56E-01	3.96e-12	6,06E-01	< 2e-16
<i>Reddito Pro-capite</i>	-1,57E-02	0.130226	-1,65E-02	0.111085
<i>Fornitura seconda casa</i>	1,44E+02	0.352324	1,50E+02	0.333799
<i>Sportello nel comune di recapito</i>	-3,19E+02	4.40e-05	-3,32E+02	2.03e-05
<i>Comune 3</i>	-3,56E+03	0.000562	-3,80E+03	0.000209
<i>Comune 1</i>	1,01E+03	0.231437	3,37E+01	0.831866
<i>Comune 2</i>	1,49E+03	0.094874	-1,39E+02	0.440038
<i>Comune 4</i>	-2,21E+02	0.861908	-2,80E+02	0.210062
<i>Anni da cliente</i>	3,53E+00	0.355291	1,01E-01	0.977759
<i>Numero di contratti</i>	1,62E+02	2.02e-06	1,64E+02	1.54e-06
<i>Cliente gas + luce</i>	-2,44E+03	< 2e-16	-2,43E+03	< 2e-16
<i>Switch altra fornitura</i>	5,79E+03	< 2e-16	5,78E+03	< 2e-16
<i>Media pagamenti</i>	-3,43E-02	0.538517	-3,07E-02	0.581089
<i>Mail</i>	3,03E+02	8.36e-08	3,16E+02	2.06e-08
<i>Cellulare</i>	2,45E+02	0.003064	2,49E+02	0.002494
<i>IBAN</i>	-2,55E+02	5.97e-07	-2,58E+02	4.10e-07
<i>Portata contrattuale</i>	-3,09E+02	0.094587	-2,98E+02	0.104922
<i>Promozione Marginale</i>	1,54E+03	< 2e-16	1,54E+03	< 2e-16
<i>Distributore Marginale</i>	1,74E+02	0.104868	1,40E+02	0.188950
<i>Distributore 1</i>	2,82E+02	0.001327	2,57E+02	0.003327
<i>Mercato Tutelato</i>	-2,92E+02	0.004515	-2,45E+02	0.012663
<i>Contatore non accessibile</i>	1,04E+03	< 2e-16	1,02E+03	< 2e-16
<i>Fornitura seconda casa: Anni da Cliente</i>	-8,28E+00	0.316108	-8,04E+00	0.333847
<i>Fornitura seconda casa: Media pagamenti</i>	8,32E-01	0.000400	8,28E-01	0.000425
<i>Comune 3: Fornitura seconda casa</i>	-1,15E+02	0.816176	-1,29E+02	0.793610
<i>Comune 3: Anni da Cliente</i>	5,12E+01	0.296990	5,52E+01	0.260853
<i>Comune 3: Età</i>	1,38E+02	0.000248	1,45E+02	0.000103
<i>Comune 3: Età.Squared</i>	-1,17E+00	0.000325	-1,22E+00	0.000155
<i>Comune 3: Media pagamenti</i>	3,31E-01	0.066561	3,27E-01	0.069335
<i>Comune 1: Fornitura seconda casa</i>	-5,71E+02	0.052346	-4,59E+02	0.030797
<i>Comune 1: Anni da Cliente</i>	-1,86E+01	0.179011		
<i>Comune 1: Età</i>	-4,74E+01	0.125662		
<i>Comune 1: Età.Squared</i>	3,43E-01	0.167251		
<i>Comune 1: Media pagamenti</i>	-1,43E-01	0.618205	-2,18E-01	2,84E-01
<i>Comune 2: Fornitura seconda casa</i>	-4,59E+02	0.066599	-5,60E+02	2,46E+02
<i>Comune 2: Anni da Cliente</i>	-2,69E+01	0.045748		
<i>Comune 2: Età</i>	-3,20E+01	0.263716		
<i>Comune 2: Età.Squared</i>	2,83E-01	0.220938		
<i>Comune 2: Media pagamenti</i>	-1,57E-01	0.510622	-2,17E-01	2,36E-01
<i>Comune 4: Fornitura seconda casa</i>	-3,61E+01	0.937307	-1,09E+02	4,55E+02
<i>Comune 4: Anni da Cliente</i>	-4,61E+01	0.180345		
<i>Comune 4: Età</i>	5,68E+00	0.896166		
<i>Comune 4: Età.Squared</i>	-4,92E-02	0.889356		
<i>Comune 4: Media pagamenti</i>	1,34E-01	0.694851	8,53E-02	3,43E-01
AIC	14763		14760	
McFadden PseudoR ²	0,3542		0,3517	

Sia il Modello 1 che il Modello 2 hanno un valore AIC superiore a quello del Modello 1 riportato in Tab.3 nella sezione risultati.

Bibliografia

- Ahn, J., Hwang, J., Kim, D., Choi, H., & Kang, S. (2020). A Survey on Churn Analysis in Various Business Domains. *IEEE Access*, 8, 220816–220839. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3042657>
- Akaike, H. (1992). *Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle* (pp. 610–624). https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0919-5_38
- Amenta, C., Aronica, M., & Stagnaro, C. (2022). Is more competition better? Retail electricity prices and switching rates in the European Union. *Utilities Policy*, 78, 101405. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2022.101405>
- ARERA. (2015). *Disposizioni in merito agli obblighi di separazione funzionale (unbundling) per i settori dell'energia elettrica e del gas (Delibera 22 giugno 2015 296/2015/R/com)*.
- ARERA. (2023). *Monitoraggio Retail - Rapporto per l'Anno 2023*. https://www.arera.it/fileadmin/allegati/docs/23/monitoraggio_retail_2023.pdf
- Cambini, C., Iozzi, A., & Valbonesi, P. (2004). Quali tariffe di trasporto nel settore del gas naturale? *Mercato Concorrenza Regole*, 1, 157–182.
- Capece, G., Cricelli, L., Di Pillo, F., & Levialdi, N. (2012). New regulatory policies in Italy: Impact on financial results, on liquidity and profitability of natural gas retail companies. *Utilities Policy*, 23, 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2012.03.001>
- Capece, G., Di Pillo, F., & Levialdi, N. (2013). Measuring and comparing the performances of energy retail companies: Firm strategies following the liberalization. *International Journal of Energy Sector Management*, 7(4), 491–515. <https://doi.org/10.1108/IJESM-01-2013-0002>
- Cavaliere, A. (2007). Liberalizzazioni e accesso alle essential facilities: regolamentazione e concorrenza nello stoccaggio di gas naturale. *PoliticaEconomica*, 1, 29–64.
- Daglish, T. (2016). Consumer governance in electricity markets. *Energy Economics*, 56, 326–337. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.03.018>
- Di Leo, S., Chicca, M., Daraio, C., Guerrini, A., & Scarcella, S. (2024). A robust benchmarking of direct margin in Italy's energy retail markets. *Utilities Policy*, 86, 101701. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101701>
- Ek, K., & Söderholm, P. (2008a). Households' switching behavior between electricity suppliers in Sweden. *Utilities Policy*, 16(4), 254–261. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2008.04.005>
- Ek, K., & Söderholm, P. (2008b). Households' switching behavior between electricity suppliers in Sweden. *Utilities Policy*, 16(4), 254–261. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2008.04.005>
- Erbetta, F., & Fraquelli, G. (2003). Produttività e redditività nella distribuzione locale di gas naturale in Italia: proprietà, diversificazione e scala operativa. *L'industria*, 4, 745–768.
- Erdogan, M. R., Camgoz, S. M., Karan, M. B., & Berument, M. H. (2022). The switching behavior of large-scale electricity consumers in The Turkish electricity retail market. *Energy Policy*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112701>
- Flores, M., & Price, C. W. (2018). The Role of Attitudes and Marketing in Consumer Behaviours in the British Retail Electricity Market. *The Energy Journal*, 39(4), 153–180. <https://doi.org/10.5547/01956574.39.4.mflo>
- Fontana, M., Iori, M., & Nava, C. R. (2019). Switching behavior in the Italian electricity retail market: Logistic and mixed effect Bayesian estimations of consumer choice. *Energy Policy*, 129, 339–351. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.01.060>
- Gamble, A., Juliusson, E. A., & Gärling, T. (2009). Consumer attitudes towards switching supplier in three deregulated markets. *Journal of Socio-Economics*, 38(5), 814–819. <https://doi.org/10.1016/j.socec.2009.05.002>

- Gärling, T., Gamble, A., & Juliusson, E. A. (2008). Consumers' switching inertia in a fictitious electricity market. *International Journal of Consumer Studies*, 32(6), 613–618. <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2008.00728.x>
- Giulietti, M., Price, C. W., & Waterson, M. (2005). *CONSUMER CHOICE AND COMPETITION POLICY: A STUDY OF UK ENERGY MARKETS**.
- Greene, W. H. (2003). *Econometric analysis*. Pretence Hall.
- Harold, J., Cullinan, J., & Lyons, S. (2019). Consumer switching in European retail markets. *Oxford Economic Papers*. <https://doi.org/10.1093/oep/gpz044>
- He, X., & Reiner, D. (2017). Why Consumers Switch Energy Suppliers. *Source: The Energy Journal*, 38(6), 25–54. <https://doi.org/10.2307/26534389>
- Hemmert, G. A. J., Schons, L. M., Wieseke, J., & Schimmelpfennig, H. (2018). Log-likelihood-based Pseudo- R^2 in Logistic Regression. *Sociological Methods & Research*, 47(3), 507–531. <https://doi.org/10.1177/0049124116638107>
- Itaoka, K., Chapman, A., & Farabi-Asl, H. (2022). Underpinnings of consumer preferences and participation in Japan's liberalized energy market. *Utilities Policy*, 76, 101379. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2022.101379>
- Lago, J., Poplavskaya, K., Suryanarayana, G., & De Schutter, B. (2021). A market framework for grid balancing support through imbalances trading. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110467>
- Maravilha, D., Silva, S., & Laranjeira, E. (2022). Consumer's behavior determinants after the electricity market liberalization: the Portuguese case. *Green Finance*, 4(4), 436–449. <https://doi.org/10.3934/GF.2022021>
- McDaniel, T. M., & Groothuis, P. A. (2012). Retail competition in electricity supply—Survey results in North Carolina. *Energy Policy*, 48, 315–321. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.05.028>
- Murakami, R. (2022). Consumer switching behavior and bundling: an empirical study of Japan's retail energy markets. *International Journal of Economic Policy Studies*, 16(2), 443–463. <https://doi.org/10.1007/s42495-022-00083-8>
- Ndebele, T., Marsh, D., & Scarpa, R. (2019). Consumer switching in retail electricity markets: Is price all that matters? *Energy Economics*, 83, 88–103. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.06.012>
- Nogata, D. (2022). Determinants of household switching between natural gas suppliers: Evidence from Japan. *Utilities Policy*, 76. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2022.101377>
- Perišić, A., Jung, D. Š., & Pahor, M. (2022). Churn in the mobile gaming field: Establishing churn definitions and measuring classification similarities. *Expert Systems with Applications*, 191, 116277. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116277>
- Pinto, R., & Vespucci, M. T. (2011). *Modelli decisionali per la produzione, la logistica e i servizi energetici*. Springer Milan. <https://doi.org/10.1007/978-88-470-1791-7>
- Price, C. W., & Zhu, M. (2016). Empirical evidence of consumer response in regulated markets. *Journal of Competition Law and Economics*, 12(1), 113–149. <https://doi.org/10.1093/joclec/nhv041>
- Shin, K. J., & Managi, S. (2017). Liberalization of a retail electricity market: Consumer satisfaction and household switching behavior in Japan. *Energy Policy*, 110, 675–685. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.07.048>
- Stagnaro, C., Amenta, C., Di Croce, G., & Lavecchia, L. (2020). Managing the liberalization of Italy's retail electricity market: A policy proposal☆. *Energy Policy*, 137, 111150. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111150>
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (2018). *Introduction to Econometrics* (4th ed.). Pearson.
- Wieringa, J. E., & Verhoef, P. C. (2007). Understanding Customer Switching Behavior in a Liberalizing Service Market. *Journal of Service Research*, 10(2), 174–186. <https://doi.org/10.1177/1094670507306686>
- Yang, Y. (2014). Understanding household switching behavior in the retail electricity market. *Energy Policy*, 69, 406–414. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.03.009>