



# Università degli Studi di Salerno

Dipartimento di Scienze Economiche e Statistiche

Dottorato di Ricerca in Economia del Settore Pubblico

IX ciclo Nuova Serie

Tesi di Dottorato in

“Il posizionamento dell’Acquedotto lucano spa:  
Una cluster analysis”

Tutor:

Chiar.mo Prof. Sergio Pietro Destefanis

Candidato:

Dott. Angelo Ciani

Coordinatore:

Chiar.mo Prof. Sergio Pietro Destefanis

Anno Accademico 2013-2014

# Sommario

<b>1</b>	<b>IL SERVIZIO IDRICO: SUE PECULIARITÀ.....</b>	<b>7</b>
1.1	INTRODUZIONE.....	7
1.2	IL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO .....	8
1.3	LE INFRASTRUTTURE DEL SETTORE IDRICO .....	11
1.4	IL MONOPOLIO NATURALE E LE CARATTERISTICHE DELLA DOMANDA.....	12
1.5	VINCOLI INFORMATIVI.....	19
1.6	I MODELLI DI REGOLAZIONE.....	20
1.7	LA DETERMINAZIONE DELLE TARIFFE .....	21
1.8	CONCLUSIONI.....	24
<b>2</b>	<b>ESPERIENZE INTERNAZIONALI NEL SETTORE IDRICO.....</b>	<b>26</b>
2.1	INTRODUZIONE.....	26
2.2	LA LEGISLAZIONE EUROPEA.....	26
2.3	I MODELLI DI RIFERIMENTO.....	29
2.3.1	<i>Il Modello Tedesco</i> .....	29
2.3.2	<i>Modelli vicini a quello Tedesco</i> .....	33
2.3.3	<i>Il Modello Inglese</i> .....	36
2.3.4	<i>Il Modello Francese</i> .....	39
2.3.5	<i>Il Modello Spagnolo</i> .....	42
2.3.6	<i>Il Modello Italiano: Un Confronto tra i Paesi</i> .....	45
2.4	CONCLUSIONI.....	49
<b>3</b>	<b>RASSEGNA RAGIONATA DELLA LETTERATURA.....</b>	<b>51</b>
3.1	INTRODUZIONE.....	51
3.2	MODELLI TRANSLOGARITMICI E MODELLI A FRONTIERA STOCASTICA .....	51
3.3	GLI STUDI EMPIRICI.....	54
3.4	IL BENCHMARKING APPLICATO AL SETTORE IDRICO.....	58
3.5	CONCLUSIONI.....	63
	<b>APPENDICE: TABELLA SINOTTICA DEI PRINCIPALI STUDI PASSATI IN RASSEGNA .....</b>	<b>66</b>
<b>4</b>	<b>L'ANALISI EMPIRICA: UNA CLUSTER ANALYSIS .....</b>	<b>71</b>
4.1	INTRODUZIONE.....	71
4.2	SIGNIFICATO E APPLICAZIONE DELLA CLUSTER ANALYSIS.....	73
4.3	MISURE DI SIMILARITA'.....	74
4.4	LA MEDIA COME CENTROIDE .....	76
4.5	K- MEANS CLUSTERING.....	77
4.6	METODI GERARCHICI.....	78
4.7	ALGORITMI DI DENSITA' .....	80
4.8	MISURE DI VALUTAZIONE E DI PERFORMANCE .....	82
4.9	ALGORITMI GENETICI .....	84
4.10	IL CAMPIONE OGGETTO DI ANALISI .....	86
4.10.1	<i>Le Variabili</i> .....	86
4.10.2	<i>Il Campione Considerato</i> .....	88
4.11	RISULTATI DELL'ANALISI EMPIRICA .....	94
4.11.1	<i>Analisi per Componenti Principali</i> .....	96
4.11.2	<i>Analisi col Metodo del Centroide</i> .....	97
4.11.3	<i>Analisi con un Algoritmo di tipo Gerarchico</i> .....	98
4.11.4	<i>Analisi Dbscan</i> .....	99

4.11.5	<i>Analisi con un Algoritmo di tipo K-Means</i> .....	100
4.11.6	<i>Analisi con L'Algoritmo Genetico</i> .....	104
4.12	CONCLUSIONI.....	112
<b>5</b>	<b>UN'ANALISI MEDIANTE FRONTIERA STOCASTICA</b> .....	<b>114</b>
5.1	INTRODUZIONE.....	114
5.2	LA DESCRIZIONE DELL'INDAGINE DELLA BANCA D'ITALIA .....	114
5.3	I MODELLI PER LA STIMA DELLA FRONTIERA STOCASTICA.....	122
5.4	LE STIME .....	123
5.5	CONCLUSIONI.....	130
<b>6</b>	<b>NOTE CONCLUSIVE</b> .....	<b>131</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>134</b>
	<b>APPENDICE- PROCEDURE INFORMATICHE PER L'ELABORAZIONE E TABELLE</b> .....	<b>143</b>

## Introduzione

Il presente lavoro si propone di analizzare le performance gestionali delle aziende operanti nel settore dei servizi idrici nelle diverse aree geografiche italiane per individuare il posizionamento, in termini di redditività complessiva, dell'Acquedotto Lucano Spa, società pubblica partecipata dai comuni della Regione Basilicata che gestisce il servizio idrico integrato (di seguito SII) nell'Ambito Territoriale Ottimale (di seguito ATO) unico della Basilicata.

L'esercizio ha utilizzato un campione il cui database è stato costruito a partire da dati reperiti grazie alla collaborazione del CNEL e dell'Osservatorio dei Servizi Pubblici Locali.

Abbiamo individuato, poi, un insieme di indicatori di bilancio che danno conto della struttura economica, patrimoniale e finanziaria delle diverse società che gestiscono il SII sul territorio nazionale.

Attraverso l'impiego di numeri puri, ottenuti per rapporto tra grandezze di bilancio, abbiamo svincolato l'analisi dal trattamento di dati statistici disomogenei sotto il profilo dell'unità di misura (costi monetari, grandezze fisiche, etc.) e abbiamo osservato gli aspetti di efficienza operativa che tengono conto anche di processi non industriali (ad es. amministrativi), nonché del peso delle variabili finanziarie e infrastrutturali (fixed assets). In particolare, attraverso appropriate tecniche di clusterizzazione, abbiamo determinato le distanze tra le unità statistiche del nostro campione e identificato, infine, il posizionamento dell'azienda lucana rispetto alle altre aziende del campione, ottenendo, pertanto, dei raggruppamenti di aziende omogenee che manifestano livelli simili degli indicatori economici, finanziari e patrimoniali. La decisione di concentrarci su questa azienda specifica deriva dal fatto che la Regione Basilicata, da tempo, ha imboccato la strada di una gestione pubblica dell'acqua e intende proseguire con fermezza lungo questa direzione, in controtendenza rispetto al disegno avviato a livello nazionale che consente, anche nel settore idrico, l'ingresso dei privati nelle società di gestione del servizio.

Sulla gestione del servizio idrico lucano si è espressa anche la Commissione Europea nella riunione del 27 giugno 2007 (SEC-2007-671), in cui la stessa decideva di archiviare la procedura di infrazione n. 2004/5118 ex art.226 Trattato CE, Appalti di servizi di gestione delle acque in Basilicata. La Commissione ha riconosciuto la positività della governance messa in campo con la legge regionale del 1996, e le buone prassi implementate.

Inoltre, la valenza di questo modello è stata affermata dall'Autorità per la Vigilanza sui Contratti Pubblici. La stessa Autorità, nel 2008, si è rifatta all'esperienza lucana per stabilire se i modelli di gestione esaminati, oltre sessanta, fossero conformi all'ordinamento comunitario e a quello italiano.

Per le suddette ragioni, l'ATO della Basilicata, a gestione pubblica, ci è sembrato un caso interessante da analizzare. In realtà, le privatizzazioni nel settore idrico si sono sempre rivelate molto difficili da sostenere per i soggetti interessati ai sistemi di distribuzione idrica domiciliare nelle aree urbane, a differenza di quanto accade per altre utilities: chi gestisce l'acquedotto gestisce, infatti, le acque di tutti gli erogatori che sono, in qualche misura, soggetti al suo monopolio naturale. Già Adam Smith rilevava che il settore idrico non potrà mai essere completamente privo dell'intervento dello Stato.

La complessità della regolamentazione del servizio idrico si traduce, quindi, da un lato, nell'ineludibile controllo da parte dello stato, che ha gli strumenti per sostenere la gestione di reti complesse e non duplicabili, come quelle idriche, e dall'altro, in diverse possibili forme di interventi di privati, attraverso la via delle liberalizzazioni e delle privatizzazioni dei servizi erogati lungo la rete.

Senza entrare, adesso, nei dettagli dell'analisi economica di queste complessità, per le quali si rimanda, senz'altro, al lavoro di Massarutto (2009), basterà osservare come, in diversi casi, le privatizzazioni in questo settore hanno dato luogo a dinamiche diverse e complesse, a seconda degli ambiti territoriali. La differenza nei risultati, in ogni caso, sembra essere data, non dal fatto che la gestione della rete sia pubblica o privata, ma dal livello di competitività degli erogatori dei servizi (Wallsten, Kosec, 2005).

Il dataset che utilizziamo per la nostra analisi empirica possiede delle peculiarità, sia nella sua estensione che nella tipologia delle variabili che vengono considerate per le singole aziende, che lo rendono eterogeneo rispetto ai dataset utilizzati da altri autori, in particolare da Senn (2009) e Nardi (2012). Nello specifico, l'accento posto dal nostro studio è sulla redditività, cioè sull'efficienza economica più che operativa, naturalmente correlabile a quest'ultima in quanto legata in ogni caso ai bilanci di esercizio, dato che le variabili che andremo a rilevare si possono desumere e calcolare sulla base dei dati di bilancio.

Oltre alla differenza essenziale nella scelta delle variabili, esiste anche una differenza nell'ampiezza del campione e nella sua composizione: nel nostro caso, il campione scelto ha compreso 141 aziende, laddove, per esempio, l'analisi di Senn (2009) ne contempla una scelta di trenta e Nardi (2012) di cinquanta.

La scelta di un campione più numeroso rende la ricerca più complessa dal punto di vista della gestione della struttura dei dati, principalmente in quanto gli elementi del campione presentano una maggiore dispersione rispetto alle singole variabili in considerazione, e rendono più arduo per gli algoritmi di *clustering* determinare dei campioni omogenei ma nettamente distinti rispetto alle variabili in gioco.

D'altra parte, una selezione stringente di poche decine di aziende non può che comportare una "scelta a priori", per esempio in termini di performance gestionali, di bacino di utenza, etc. che necessariamente orienta la ricerca verso un settore specifico, rendendo i risultati più facilmente interpretabili ma anche meno generalizzabili rispetto all'intera realtà del settore idrico italiano.

Il campione da noi utilizzato, pertanto, si differenzia in questi due aspetti sostanziali dagli altri che figurano nella letteratura:

- Si tratta di un campione con un elevato numero di componenti che, quindi, risulta assai rappresentativo dell'intera realtà italiana, per quanto concerne il settore idrico;
- Si tratta di un campione nel quale le variabili considerate sono state scelte per consentire una analisi non tanto dell'efficienza gestionale e/o operativa ma dell'efficienza in termini di redditività aziendale.

Dunque, la nostra analisi si dimostra diversa dalle precedenti sia nella scelta dei dati che negli obiettivi, come quello di determinare il posizionamento di una singola azienda rispetto alle altre aziende operanti sul territorio nazionale e ottenere raggruppamenti di aziende che manifestano andamenti simili degli indicatori utilizzati, piuttosto che svolgere un'analisi di performance orientata ad un semplice ranking.

Non disponendo di dati sull'efficacia di una particolare metodologia di *clustering* rispetto alle altre, abbiamo seguito diversi approcci alla *cluster analysis*, con ciò potendo misurare quanto ciascuna categoria di algoritmi fosse adeguata allo studio di tali campioni di dati.

I metodi gerarchici non hanno fornito che indicazioni generiche, un segnale del fatto che i dati del campione sono estremamente coesi e compatti, caratteristica che ha reso problematica anche l'applicazione dei metodi di densità, in quanto determina anche la poca variazione di densità tra i dati. Dall'utilizzo dell'algoritmo *k-means*, abbiamo ottenuto importanti informazioni sul numero dei cluster in cui suddividere il campione, tuttavia, i valori degli indicatori di performance non ci hanno convinto della totale affidabilità dei confini dei raggruppamenti individuati.

Allo scopo di ottenere un profilo più preciso delle singole regioni di omogeneità, abbiamo utilizzato un algoritmo genetico, opportunamente calibrato, che ha fornito cluster con superfici di forma complessa e non lineare, consentendoci una migliore interpretazione dei risultati.

L'algoritmo ha, infatti, determinato tre raggruppamenti che abbiamo chiamato Cluster A, Cluster B e Cluster C, rispettivamente composti da 21, 59 e 61 aziende. L'azienda di nostro interesse è stata collocata nel Cluster B.

Si è palesata, inoltre, una differenziazione geografica, dal momento che le aziende del cluster A sono in prevalenza del Nord (71%) e del Sud (29%) ma non del Centro, mentre i Cluster B e C contengono percentuali simili di aziende del Nord, del Centro e del Sud. Se la differenza tra il Cluster A e i Cluster, B e C, sembra, in primo luogo, geografica, le differenze tra questi ultimi sono legate al fatto che si tratta di gruppi che contengono aziende che più spesso sono a ciclo integrato.

Dall'analisi delle caratteristiche del Cluster B, è emersa la difficoltà dell'azienda in questione a performare in maniera apprezzabile rispetto alle altre aziende con caratteristiche simili. Le aziende di questo cluster risultano in sofferenza rispetto agli indicatori di redditività e l'ATO della Basilicata, in particolare, si posiziona su performance inferiori alla media.

Il posizionamento dell'ATO della Basilicata, rispetto al cluster individuato dall'algoritmo genetico, è risultato negativo per gli aspetti di redditività, in linea con la media del cluster per gli aspetti finanziari e atipico per quel che riguarda il valore della produzione, evidenziando ampi margini di miglioramento relativamente agli aspetti legati alla gestione patrimoniale e ai meccanismi di efficienza produttiva e assorbimento del debito.

Più in generale, lo scenario che è emerso, a livello nazionale, è che le aziende del nostro campione presentano analoghe problematiche e ampi margini di miglioramento e il principale motivo, se si considerano i valori degli indicatori di bilancio e redditività, sembra essere legato ad una carenza di investimenti iniziali e alla carente gestione dei rischi finanziari da parte del management.

A tale riguardo, se si considerano le aziende che si trovano nella prossimità della azienda di nostro interesse, si può osservare che sono tutte aziende a ciclo integrato e che, dunque, dovrebbero prevedere una gestione dei rischi integrata.

Come detto, il nostro obiettivo era quello di classificare le aziende del campione in termini dei livelli di performance espressi e ci aspettavamo, dunque, una maggiore differenziazione tra gli indicatori medi di redditività, e dunque un maggior grado di differenziazione *inter-cluster*, tuttavia, abbiamo dovuto constatare che il mercato non è stato in grado di creare una situazione di competitività, subendo, invece, l'influenza di fattori esogeni come quelli territoriali e soprattutto quelli relativi al contesto industriale.

# 1 IL Servizio Idrico: Sue Peculiarità

## 1.1 Introduzione

I servizi idrici, considerato il particolare peso economico, politico ed ideologico che rivestono rispetto alle altre public utilities, rendono particolarmente complessa la definizione del proprio ambito. Si partirà dalla definizione dottrinale di servizio idrico integrato specificandone la natura di servizio pubblico, di servizio a rilevanza economica e di servizio pubblico locale.

Dal momento che le attività relative al servizio idrico presuppongono l'esistenza di reti e di impianti, si analizzeranno le caratteristiche peculiari di queste ultime e le loro implicazioni sulla complessità della gestione da parte dei privati, con ciò, evidenziandone la particolare vocazione pubblica. Tale apparato infrastrutturale ha reso, storicamente, assai complicato l'emergere di un mercato caratterizzato da dinamiche pienamente concorrenziali, che risultano, infatti, circoscritte ai meccanismi di selezione per l'affidamento del servizio. Si tratta di fattori che spingono il mercato verso la configurazione del monopolio *naturale o di fatto*. Nonostante l'esistenza di condizioni che rendono difficilmente attuabile la concorrenza all'interno del settore, verranno analizzati casi in cui è possibile realizzare un'offerta concorrenziale anche all'interno del mercato attraverso un'attenta regolamentazione del gestore e, ove non fosse possibile, si farà riferimento alle principali forme di concorrenza *per il mercato*. Si parlerà, poi, delle caratteristiche della domanda e del settore in generale e delle loro implicazioni in termini di incentivi all'aumento degli standard qualitativi. Anche sul versante del rapporto tra gestore ed ente titolare della responsabilità di controllo, il settore dei servizi idrici ribadisce le proprie peculiarità, manifestandosi uno squilibrio tra le posizioni di questi ultimi, circa il grado di disponibilità delle informazioni, con il conseguente problema di regolamentazione dei fenomeni di *moral hazard* e di *adverse selection*. Si continuerà, poi, con l'analisi dei principali fattori relativi all'organizzazione dei servizi idrici: i modelli di regolazione e le tariffe.

In conclusione, si passeranno in rassegna i principali modelli di regolazione e le metodologie di *pricing* più comuni, analizzandone gli effetti sulle decisioni delle imprese regolate e di riflesso sulla rendita dei consumatori.



## 1.2 Il Servizio Idrico Integrato

Secondo la definizione dottrinale (Bercelli, 2006), il servizio idrico integrato è da considerarsi, ad oggi, un servizio pubblico locale sovra-comunale di rilevanza economica. Le ragioni dell'appartenenza del servizio idrico al genus<sup>1</sup> del servizio pubblico vanno ricercate nella stessa definizione della dottrina che parla di una prestazione, resa da un gruppo di soggetti, pubblici o privati, da realizzarsi, con l'obbligo di effettiva erogazione, mediante la gestione di un bene pubblico<sup>2</sup>. Il servizio idrico, infatti, presenta entrambe le caratteristiche sopra richiamate: è un bene pubblico, secondo la prevalente definizione dottrinale, (Piperata, 2003), la cui gestione impone il c.d. obbligo di servizio pubblico, in quanto spetta alla Regione, infatti, assicurare, che il servizio si svolga secondo criteri di efficienza, efficacia ed economicità<sup>3</sup>. Nel settore dei servizi idrici, tuttavia, è stato storicamente assai complicato favorire lo sviluppo di dinamiche concorrenziali al fine consentire lo svolgimento del servizio con il miglior rapporto costi-benefici.

Per quanto concerne la rilevanza economica del servizio, l'art.9 comma 1 della legge *Galli* (1994) e più di recente l'art.141 del Codice dell'Ambiente (2006) hanno sancito, quali principi fondamentali della gestione del servizio idrico, quelli dell'efficacia e dell'economicità, ponendo l'accento sulla necessità di impedire comportamenti imprenditoriali non improntati alla ricerca dell'equilibrio tra costi e ricavi. Tale funzione è normalmente svolta dalla tariffa che deve coprire oltre ai costi dell'ordinaria gestione anche quelli riguardanti gli investimenti nelle dotazioni infrastrutturali.

Nell'intento del legislatore, infatti, appare chiara, la volontà di considerare la tariffa come corrispettivo del servizio erogato alla collettività, ciò è espresso dal principio del "recupero dei costi per i servizi idrici in tariffa"<sup>4</sup>.

Le attività relative al servizio idrico presuppongono l'esistenza di reti ed impianti. Da qui la possibilità di individuare l'economicità del servizio anche sulla base del criterio ermeneutico, che presuppone la necessaria presenza di queste dotazioni<sup>5</sup>.

Resta da analizzare l'altra caratteristica peculiare dei servizi idrici tipica di una particolare forma di servizio pubblico: il servizio pubblico locale, la cui nozione si ricava, attualmente, dall'art. 112 del d.lgs. 18 agosto 2000, n. 267<sup>6</sup>. In tale sede, si fa riferimento, in particolare, alla necessaria località dei servizi idrici.

Questi ultimi, in effetti, trovano rispondenza nella nozione di servizio pubblico locale (connotata da rilevanza economica), essendo tradizionalmente assunti nella titolarità dell'ente

---

<sup>1</sup> Castoldi, (2011).

<sup>2</sup> Cattaneo, (1990).

<sup>3</sup> Art.147, comma 2, del d.lgs.3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale; il cd. Codice dell'Ambiente.

<sup>4</sup> Si tratta di quella che viene, tecnicamente, definita *full cost recovery*.

<sup>5</sup> La riconducibilità del servizio idrico integrato al novero dei servizi pubblici a rilevanza economica, e alla relativa disciplina, è un dato su cui concorda, altresì, la giurisprudenza amministrativa (cfr. TAR Piemonte, sez. II, 21 febbraio 2004, n. 311, in Serv. Pubbl e Appalti, 2004, TAR Marche, 30 aprile 2003, n. 246), nonché, più di recente, la Corte Costituzionale (sentenza n. 325/2010).

<sup>6</sup> Il noto Testo Unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali, da qui, per brevità, TUEL.

locale, nel contesto territoriale in cui quest'ultimo opera e a tutela della collettività localmente stanziata. Tale tipologia di servizio è, infatti, strettamente connessa all'attività di gestione del territorio.

In effetti, anche i primi provvedimenti di legge finalizzati alla regolamentazione dei servizi idrici (su tutti, la legge Giolitti del 1903) hanno espressamente attribuito ad essi il carattere di località.

Le successive evoluzioni nella nozione dei servizi idrici, operate dalla legge Galli (1994), li rendono ancor più peculiari. La legge Galli ha, infatti, determinato l'integrazione di tutti i segmenti del servizio (acquedotto, fognatura, depurazione) trasformandolo, da semplice servizio pubblico locale, in servizio "sovra-comunale" (Bercelli, 2006).

Nella ratio della legge Galli, in particolare, vi era la considerazione che l'attribuzione della titolarità dei servizi idrici ai Comuni, rendesse estremamente frammentate le gestioni, determinando un'organizzazione spesso non industriale del servizio, con conseguente grave ritardo nello sviluppo del settore e mancata realizzazione degli obiettivi dell'attività del gestore.

La legge Galli ha, poi, trasferito la titolarità del servizio a forme di cooperazione tra enti locali, costituite a livello di ambito territoriale ottimale, generalmente secondo il modello della convenzione o del consorzio (le cd. "Autorità d'Ambito"), che a loro volta, devono individuare un gestore unitario per ambito.

La legge ha, dunque, posto l'accento sul trasferimento della titolarità delle funzioni di governo del servizio idrico integrato dai singoli ad una pluralità di Comuni riuniti nelle Autorità d'Ambito, e ciò comporta un mutamento nella natura del servizio stesso che cessa di essere un servizio meramente municipale, per divenire un servizio pubblico sopra comunale. Più in particolare, si tratta di un servizio pubblico locale d'ambito, in prevalenza, provinciale, giacché, nella pratica, l'estensione territoriale degli ambiti coincide, generalmente, con quella della Provincia (Cimini, 2009).

Con l'art. 2, comma 38, della legge 24 dicembre 2007, n. 244 (la legge Finanziaria per il 2008), si prescrive che gli ambiti territoriali ottimali, debbano coincidere principalmente con i territori provinciali. Diventa, dunque, questo il criterio principale attraverso cui le Regioni devono organizzare i servizi idrici. Si comprende, allora, il senso della definizione riportata in premessa, potendo, cioè, identificare i servizi idrici come servizi pubblici dotati sia del requisito della rilevanza economica che di quello della località, che, ove tali servizi siano considerati in forma integrata, si trasforma in sovra-comunalità.

Ci sembra utile fare qui riferimento al regime delle reti, degli impianti e delle altre dotazioni, di cui si parlerà, da un punto di vista più tecnico, nel prossimo paragrafo. Le reti si distinguono in due macro settori: acquedotto, da una parte, e fognatura e depurazione, dall'altra. Si tratta di opere pubbliche. Esse sono preordinate al soddisfacimento di un interesse pubblico e sono, quasi interamente realizzate da soggetti pubblici o in rapporto di concessione con l'ente pubblico. Si tratta di opere che hanno natura immobiliare. In genere, e, ad esclusione delle opere di allacciamento dei privati, le reti idriche si qualificano come opere idrauliche o opere di urbanizzazione (Fiorito, 2003).

Alle reti idriche si applica, come detto, la disciplina generale sui servizi pubblici locali a rilevanza economica, contenuta nell'art. 113 del TUEL in vigore, con cui si dice che le reti, gli impianti e le altre dotazioni patrimoniali necessarie all'erogazione del servizio debbano essere

sottratte alla proprietà privata, e riservate ad enti pubblici o a società a capitale interamente pubblico e incedibile.

Il punto è, sapere a quale ente pubblico ne è riservata la proprietà. Come recita l'art. de quo, gli enti locali non possono cedere la proprietà degli impianti se non a società interamente pubbliche, (comma 13).

Data, quindi, la particolare vocazione pubblica degli impianti, reti e dotazioni, l'intenzione del legislatore è stata quella di riservare ad essi la proprietà esclusiva da parte dell'ente locale e della relativa comunità di riferimento, o, al limite, delle società interamente pubbliche partecipate dallo stesso.

L'art. 23 bis del d. l. 25 giugno 2008, convertito in legge 6 agosto 2008, n. 133, che ha abrogato l'art. 113 TUEL, per le parti con esso incompatibili, ha sancito, in materia di proprietà delle reti, che: *“ferma restando la proprietà pubblica delle reti, la loro gestione può essere affidata a soggetti privati”*.

Da quest'ultimo, si potrebbe inferire, dunque, che la proprietà pubblica delle reti, costituirebbe il principio generale sancendo, così, l'incompatibilità con qualunque regime di proprietà privata di impianti, reti e dotazioni. Così pensando, l'ente locale o la società ex art. 113 (comma 13) TUEL, si potrebbe ritenere legittimata a pretendere il riscatto degli impianti anche non originariamente ricadenti nella titolarità dello stesso, richiamando l'incompatibilità di cui sopra.

Per conseguenza, nel caso specifico dei servizi idrici, l'Autorità preposta all'assegnazione degli impianti al gestore, nella fase della ricognizione, potrebbe considerare tra questi anche le infrastrutture originariamente di proprietà privata, ed anche in assenza di una convenzione o altro accordo che avesse previsto qualunque forma di riscatto.

Ad ogni buon conto, si tratta di questioni poco dirimenti dal momento che, in concreto, realizzano ipotesi veramente residuali.

Quasi in tutti i casi, di recente come in passato, le reti idriche sono state realizzate, infatti, mediante concessioni di costruzione, spesso accompagnate dalla gestione del servizio. Quest'ultima, poi, prevedeva, quasi sempre, che titolare dell'infrastruttura fosse l'ente locale, in grado, per questo, di esercitare il diritto di riscatto sugli impianti realizzati, fatto salvo il debito conguaglio, eventualmente dovuto al concessionario. La specificità del servizio idrico riguarda anche il carattere di monopolio naturale dello stesso (l'argomento sarà ampiamente approfondito nei paragrafi successivi, limitandoci, in questa sede, a considerare, innanzitutto, che la rete idrica non può che essere unica, essendo caratterizzata dalla fissità e dalla complessità delle sue infrastrutture, peraltro non facilmente riproducibili. La loro acquisizione, infatti, comporterebbe un ingente impiego di risorse rendendo altamente improbabile un tale investimento da parte di un imprenditore privato). Sotto il profilo dell'analisi economica, invece, la dottrina<sup>7</sup> ha evidenziato, anche nel settore idrico, la presenza di costi "subadditivi", derivanti da una funzione che, partendo dalla quantità domandata e dalle caratteristiche del settore, ricava che i costi sostenuti da una sola impresa nel produrre l'intera quantità domandata, sono inferiori a quelli che sosterebbero due o più imprese, contemporaneamente presenti sul mercato. Tale monopolio svolge, inoltre, la funzione di "rimedio" contro alcune problematiche strutturali che possono dar

---

<sup>7</sup> Massarutto, (1993).

vita ai cosiddetti “fallimenti del mercato” (tra tutti, l’elevato rischio per gli investimenti, la possibilità di concorrenza distruttiva e predatoria, la presenza di asimmetrie informative tra gestore del servizio e consumatore, la presenza di elevati costi di transazione che rendono difficile l’acquisto sul mercato).

Di tali ultimi aspetti si parlerà, più approfonditamente, nei paragrafi successivi.

### 1.3 Le Infrastrutture del Settore Idrico

Se ci si limita a considerare gli usi potabili, dal punto di vista dell’organizzazione funzionale, i sistemi di acquedotto comprendono gli impianti di produzione, quelli di trasporto o adduzione e gli impianti di distribuzione.

L’insieme di tali attività richiede ingenti investimenti in capitale fisso. In realtà, in tale settore, i costi fissi relativi alla fornitura di acqua potabile sono molto superiori rispetto ai costi variabili.

Significativo, fu, a riguardo, lo studio di Armstrong-Cowan-Vickers (1994), che evidenziò nel settore idrico dell’Inghilterra e del Galles un’incidenza di costi fissi pari a circa l’80 per cento dei costi totali. Di conseguenza, i ricavi sono principalmente utilizzati per coprire gli elevati investimenti nelle infrastrutture con periodi di ammortamento piuttosto lunghi. Per consentire il recupero di detti investimenti, la durata del contratto con il gestore del servizio idrico è generalmente lunga. In Italia, ad esempio, la durata media di un contratto è di circa 27 anni. Come si vedrà più avanti, in Inghilterra, perché si possa richiedere la cessazione del contratto, è necessario fornire al gestore un preavviso minimo di 25 anni. In Francia, invece, la durata del contratto può essere notevolmente inferiore a quella dei due casi richiamati, perché spesso il contratto di gestione non prevede l’obbligo di investimento a carico del gestore, dal momento che i relativi costi sono coperti, interamente, dalle municipalità locali.

Una gran parte di tali infrastrutture, inoltre, non potrà essere smobilizzata e utilizzata per usi alternativi. Per tutte queste ragioni, il valore di mercato di tali investimenti specifici è molto basso ed è legato al suo uso pubblico. Gli impianti, infatti, scaduta la concessione, rientrano nella disponibilità dell’ente pubblico. Ogni investimento in infrastrutture, risulta essere, dunque, per il gestore, un costo irrecuperabile che egli deve coprire entro la scadenza del contratto di gestione.

Questa situazione genera nei gestori una scarsa propensione all’investimento. Infatti, il trasferimento automatico degli impianti, in favore della parte pubblica, alla fine della concessione, disincentiva il gestore a investire nelle infrastrutture.

## 1.4 Il Monopolio Naturale e le caratteristiche della domanda

Secondo l'analisi tradizionale<sup>8</sup>, in alcune industrie, una situazione di monopolio naturale può sorgere dalla necessità di effettuare investimenti infrastrutturali particolarmente elevati e di disporre di un'ampia capacità produttiva per fronteggiare imprevisti incrementi della domanda.

Sotto certe condizioni, ciò può dar luogo a processi produttivi caratterizzati da rilevanti economie di scala oppure può far sì che la dimensione produttiva ottimale (X efficiente) sia relativamente grande rispetto alla domanda. In questi casi, può essere efficiente che un'unica impresa offra l'intero output dal momento che l'entrata nel mercato di altre imprese potrebbe aumentare i costi totali di produzione, riducendo, conseguentemente, il benessere sociale. Tale descrizione considera essenziale la presenza di economie di scala, ovvero di una funzione di costo medio totale sempre decrescente nel tratto rilevante della curva di domanda.

Le più recenti analisi teoriche ed empiriche, tuttavia, hanno spostato lo studio del monopolio naturale dal focus sulla nozione di economie di scala verso quella di subadditività della funzione di costo.

Partendo dalla definizione di Baumol, Panzar e Willig (1982), relativa al caso di un'impresa monoprodotta, una funzione di costo si dice strettamente subadditiva in  $y$ , vettore che rappresenta l'output dell'industria formata da  $k$  imprese, se per tutte le quantità di output  $y^1, \dots, y^k, y^j \neq y, j = 1, \dots, k$  tali che:

$$\sum_{j=1}^k y^j = y \quad \text{abbiamo} \quad C(y) < \sum_{j=1}^k C(y^j)$$

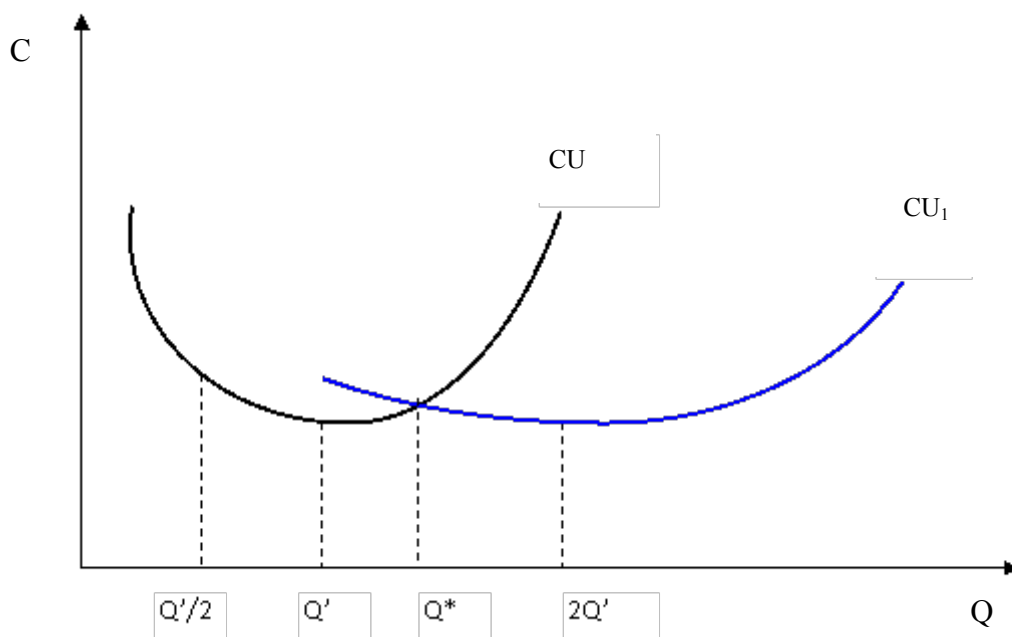
Ovvero, il costo totale per produrre  $y$  è minore se opera una sola impresa rispetto a qualsiasi frazionamento della produzione di  $y$  tra più imprese. In accordo con tale definizione, possiamo definire monopolio naturale una situazione in cui la funzione di costo è subadditiva lungo tutto il tratto rilevante del livello di output  $y$ . Si può, inoltre, dimostrare che una struttura di costo subadditiva non implica necessariamente la presenza di economie di scala. Esse, nel caso monoprodotta, sono, infatti, condizione sufficiente ma non necessaria perché la funzione di costo sia subadditiva per ogni valore di output.

Per comprendere il perché, si consideri<sup>9</sup> una funzione di costo medio dapprima decrescente (economie di scala) e poi crescente (diseconomie di scala) come rappresentato in Figura 1 dove sull'asse delle ascisse è rappresentato l'output  $Q$  e sull'asse delle ordinate il costo medio unitario  $CU$ :

---

<sup>8</sup> Braeutigam, (1989).

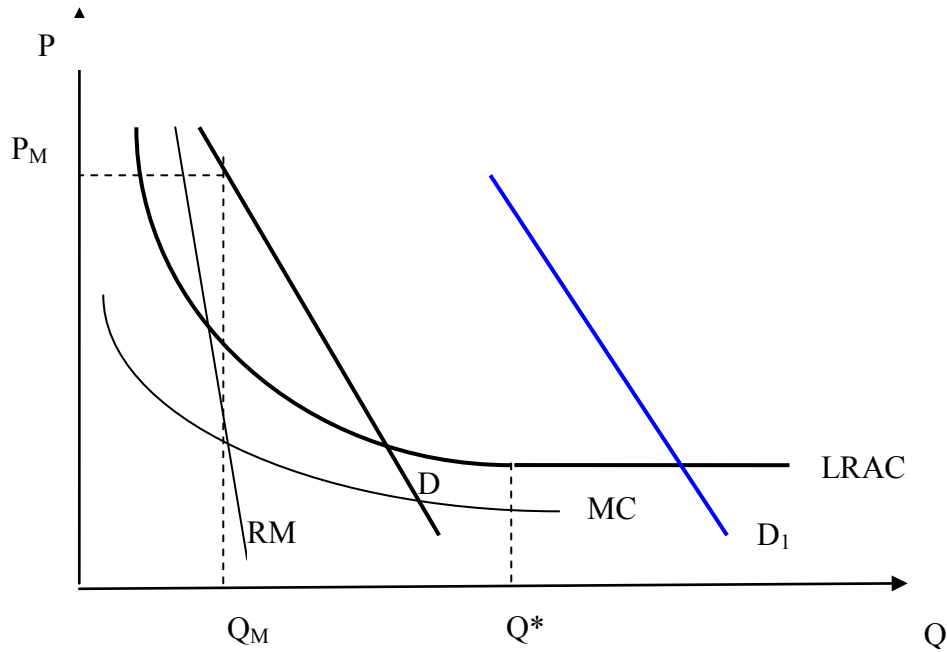
<sup>9</sup> Cfr. [www.antonionicita.it](http://www.antonionicita.it).



**Figura 1: Subadditività ed economie di scala**

Per  $Q < Q'$ , la produzione da parte di una sola impresa minimizza il costo; per  $Q > Q'$ , la convenienza sussiste fino alla quantità  $Q^*$ . Infatti, se la funzione di costo è convessa e le imprese hanno un'identica struttura dei costi, la minimizzazione del costo implica che, se operano due imprese, ciascuna produce il medesimo livello di output di modo che il loro costo marginale sia uguale. Pertanto, per ottenere la curva di costo medio dell'industria con due imprese è sufficiente per ogni punto raddoppiare l'output e ottenere il punto corrispondente sulla  $CU_1$ . Ripetendo il ragionamento per altri livelli di output si individua il punto di intersezione  $Q^*$  delle due curve di costo medio che delimita l'intervallo di subadditività.

Fintanto che la produzione è inferiore a  $Q^*$  ( $Q < Q^*$ ), la minimizzazione del costo si realizza soltanto se la produzione è affidata a una singola impresa. Si noti che, la produzione, oltre il livello di costo minimo ( $Q'$ ), implica diseconomie di scala, con ciò spiegando, la non necessarietà della presenza di economie di scala quale condizione per la subadditività. Dal punto di vista sociale, la subadditività fa sì che le diseconomie di scala, entro un certo limite, rappresentino una perdita di benessere inferiore a quella che si verificherebbe se la porzione di domanda, compresa tra  $Q'$  e  $Q^*$ , fosse offerta da un'altra impresa. Come visto, la subadditività dipende dalle caratteristiche della tecnologia (inclinazione della curva dei costi medi) e dal livello della domanda. Se, infatti, si determinasse un'espansione della domanda, aumenterebbe la possibilità della presenza sul mercato di più di un'impresa. In altri termini, l'espansione della domanda può modificare la struttura dell'industria e far sì che non si determini più una situazione di monopolio naturale. Si parla, in tal caso, di monopolio naturale temporaneo.



**Figura 2: Monopolio naturale temporaneo**

Legenda:  $P_M$  = prezzo di monopolio  
 $R_M$  = ricavo marginale  
 D = curva di domanda (prima e dopo l'espansione del mercato)  
 MC = costi marginali nel loro tratto decrescente  
 LRAC = curva di costi medi di lungo periodo

Come si può osservare nella Figura 2, se il mercato venisse rappresentato dalla nuova curva di domanda, i “valori” rilevanti della domanda non sarebbero più compresi nel tratto in cui la curva di costo è subadditiva (cioè tra 0 e  $Q^*$ ) e, quindi, tale contesto, per effetto dell'espansione, non potrebbe più definirsi monopolio naturale. In altre parole, oltre che dalle caratteristiche tecnologiche, la subadditività dipende anche dal livello della domanda in quanto è quest'ultima a definire l'intervallo rilevante dei valori dell'output.

Come si è detto, la presenza di costi medi decrescenti è condizione sufficiente, anche se non necessaria, per la subadditività della funzione di costo e caratterizza i settori ad alta intensità di capitale con prevalenza dei costi fissi sui costi variabili. Nel paragrafo precedente abbiamo visto che, nel settore idrico, la presenza di massicci investimenti in capitale, necessari per realizzare gli impianti di trattamento, trasporto e distribuzione dell'acqua, determina un'elevata incidenza dei costi fissi sul costo totale rispetto alla componente dei costi variabili. Per queste ragioni, il settore idrico presenta caratteristiche che generano le condizioni ideali perché possa sorgere una situazione di monopolio naturale.

Si tratta di condizioni che rendono inattuabile o comunque molto difficile la concorrenza all'interno del mercato. Ciononostante, per alcuni specifici servizi può essere possibile realizzare un'offerta di tipo concorrenziale senza ricorrere al meccanismo delle aste e dunque alle forme di concorrenza per il mercato, attraverso un'attenta regolamentazione del gestore. È il caso, ad

esempio, delle forme di *common carriage competition*<sup>10</sup>, sviluppate soprattutto in Gran Bretagna, in cui un certo numero di imprese, che utilizza una stessa rete di distribuzione, compete per la captazione e la fornitura di acqua a grandi consumatori (aziende e municipalità). Tale modalità organizzativa del settore implica, evidentemente, una separazione tra gestione della rete ed erogazione all'utenza; solo per la prima, si può rendere opportuno promuovere la concorrenza *per il mercato* attraverso una gara, mentre nella fase della distribuzione esiste comunque una competizione tra un certo numero di fornitori. Altra forma di concorrenza è la *cross-border competition* in cui l'Autorità pubblica concede ad alcuni fornitori di raggiungere grandi consumatori nelle aree di altri gestori del servizio idrico. In realtà, tali forme di incentivazione della concorrenza non hanno riscosso grande successo e difficilmente potranno essere sviluppate in futuro<sup>11</sup>.

Infatti, nel primo caso, rilevano problemi di monitoraggio sulla qualità del servizio offerto, dal momento che risulta impossibile individuare il responsabile di eventuali disservizi, data la condivisione della rete di distribuzione. Nel secondo caso, invece, sono necessari rilevanti investimenti per la realizzazione della rete alternativa per la fornitura dei grandi consumatori. A differenza del settore del gas e della elettricità, l'esperienza nel settore idrico non consente di proporre tali forme come modelli di successo e ciò perché, nel settore idrico, il recupero di efficienza non è stato tale da coprire i costi derivanti dall'introduzione nel mercato di una limitata concorrenza.

Quando, invece, risulta inattuabile o estremamente difficile una concorrenza all'interno del mercato, la promozione dell'efficienza può essere perseguita attraverso l'incentivazione della concorrenza *per il mercato* o della *yardstick competition*.

Nel primo caso, l'erogazione del servizio viene affidata in concessione (franchising) a imprese, private o pubbliche, che acquistano il diritto a effettuarla, secondo criteri e modalità definiti dall'ente pubblico proprietario/regolatore, nel caso in cui queste risultino vincitrici di aste pubbliche opportunamente organizzate<sup>12</sup>.

In particolare i vantaggi di ricorrere alla concorrenza *per il mercato* possono essere così sintetizzati<sup>13</sup>:

- Si riducono eventuali problemi determinati da una limitata capacità negoziale del soggetto concedente che intende esternalizzare l'erogazione di un servizio pubblico (Milgrom, 1987; Bulow, Klemperer, 1996);
- La gestione del servizio è affidata all'impresa più produttiva (cioè quella caratterizzata dalla tecnologia più efficiente e dai minori costi) e la remunerazione della società vincitrice, nel caso siano necessari sussidi, avviene tramite un trasferimento netto che risulta comunque minimizzato (Riordan, Sappington, 1987);

---

<sup>10</sup> Webb, Ehrhardt, (1998).

<sup>11</sup> Si veda l'analisi di Ballance e Taylor, (2005).

<sup>12</sup> Allo scopo di sintetizzare l'esposizione è stata qui omessa l'analisi delle aste. Ma si veda Demsetz, (1968).

<sup>13</sup> Muraro, Valbonesi, (2003).



- I prezzi fissati dall'impresa che ottiene l'affidamento del servizio in concessione sono inferiori a quelli di monopolio che sarebbero praticati se l'affidamento fosse diretto (Zupan, 1989);
- I prezzi del concessionario risultano tanto più vicini al costo medio quanti più concorrenti partecipano alla gara (Desmetz, 1968; Laffont, Tirole, 1993; Gomez-Lobo, Szymansky, 1998);
- Nel caso di servizi affidati in concessione, se il bacino di ciascun servizio è definito in modo efficiente e vi è l'obbligo di separazione contabile per le aziende multi servizio, le gare permettono la minimizzazione dei sussidi incrociati (Petretto, 2002).

Secondo Williamson<sup>14</sup>, tuttavia, tale forma di competizione non può essere introdotta senza scontare gli elevati costi di transazione e le complessità amministrative tipiche della regolamentazione tradizionale.

Con il meccanismo delle aste, i potenziali fornitori del servizio gareggiano, gli uni contro gli altri, per ottenere il contratto di gestione del servizio, che generalmente si aggiudica il fornitore che offre il prezzo più basso. Nel contratto, tuttavia, occorre indicare anche la quantità di investimenti che si intendono effettuare nel periodo dichiarato e gli standard di qualità del servizio che si intende garantire. Il prezzo concordato, inoltre, non è fisso ma, durante il periodo contrattuale, può essere rinegoziato per ragioni legate al mutamento delle circostanze originarie o a eventi imprevisti. Di conseguenza, la regolamentazione è necessaria per garantire che un intento monopolistico non sorga durante il rapporto.

Nel settore idrico, in cui la prestazione del servizio è caratterizzata da contratti a lungo termine e asimmetrie informative, la parte pubblica deve garantire la trasparenza delle informazioni tecniche e finanziarie. Tuttavia, un processo trasparente è sostanzialmente lungo e costoso sia per il gestore che per l'Autorità pubblica.

Foster (2005), osserva che a Città del Messico, in 5 gare su 10, vi era un solo offerente spesso rappresentato da multinazionali che dominavano il mercato internazionale. Nello stesso periodo, in Francia e in Italia, il numero di offerte ricevute era in media rispettivamente tra 2.1 e 2.4 e di 1.1.

L'esperienza mostra anche che la concorrenza è limitata quando i contratti possono essere rinnovati, e ciò perché, generalmente, l'*incumbent* ha informazioni che gli consentono di sfruttare un vantaggio in offerta e ottenere il rinnovo del contratto.

Per quanto concerne la *yardstick competition*, si tratta di un modello di regolazione nato negli anni 50 (Farrell, 1957). Sulla scia di questo importante lavoro, seguirono due paper di Schleifer (1985) e Aigner (1968), che hanno sviluppato la metodologia, rendendola teoricamente più solida. Questi lavori partono, però, da un'idea molto più antica proveniente dagli studi di Schumpeter che per primo diede grande enfasi al ruolo dell'innovazione nell'attività d'impresa.

In linea generale, la *yardstick competition* cerca di simulare un mercato competitivo attraverso due assunti:

---

<sup>14</sup> Si veda Williamson, (1985).

- Se un imprenditore pone in essere una nuova invenzione, che porta ad una diminuzione dei costi, anche i suoi competitor, attraverso l'apprendimento e gli *spillovers*, arriveranno a un simile miglioramento. Riprendendo il pensiero di Schumpeter, tale processo può essere continuo. Se il processo è continuo, la frontiera efficiente dei costi si sposterà sempre più in basso;
- Per superare il problema di agenzia che è sempre presente tra impresa regolata e regolatore, si possono mettere in competizione le imprese regolate. Attraverso questa competizione, il principale (il regolatore) può estrarre delle utili informazioni dai propri agenti (le imprese regolate).

La competizione che viene a formarsi tra le diverse imprese regolate porterà a una diminuzione dei costi. Grazie alla regolazione si avrà, poi, anche una diminuzione dei prezzi.

In pratica, il regolatore utilizza i dati forniti dalle imprese per calcolare la pendenza della funzione di costo.

Siccome le imprese regolate operano in condizioni ambientali differenti, si hanno costi unitari differenti. Per ridurre i problemi riscontrati nei dati, si utilizzano le note tecniche di regressione lineare, che tracciano le linee di tendenza dei dati, interpolandoli.

Ad esempio, il regolatore può considerare i dati relativi al numero di clienti serviti per km quadrato: all'aumentare della densità di clienti, si possono avere delle economie di scala perchè un singolo punto vendita può servire una quantità maggiore di clienti.

In linea di principio, le imprese con una più alta densità di clienti dovranno avere dei costi unitari di vendita minori rispetto a chi ha una densità inferiore.

Il problema fondamentale che a questo punto si viene a creare è: dati i singoli valori di costo e di densità, quale è l'impresa più efficiente?

Come dicevamo in precedenza, per rispondere a questa domanda si può utilizzare il metodo statistico della regressione lineare.

In generale, nei primi anni della regolazione con *yardstick competition*, il regolatore fissa un benchmark che può essere raggiunto agevolmente da tutte le imprese regolate. Ad esempio, in un primo stadio tale benchmark può essere rappresentato dalla retta di regressione calcolata con i dati di tutte le imprese.

Si avrà, quindi, che alcune imprese (le meno efficienti) si ritrovano in zone superiori alla retta, mentre altre (le imprese più efficienti) si trovano in zone più basse.

Il regolatore dopo un periodo di assestamento può intraprendere un percorso che porta all'assunzione di un benchmark più stringente.

Per fare questo, il regolatore ha due strade: usare il metodo del *fine-tuning* o della *doccia fredda*. La prima metodologia è molto più adeguata se si vogliono mantenere in vita le imprese meno efficienti.

La seconda metodologia prevede, da subito, il vincolo di un prezzo collegato al costo medio delle imprese più efficienti.

Usando questa metodologia, si riscontrano numerosi problemi. Il primo problema è di tipo statistico, visto che il numero di imprese si riduce drasticamente in tempi brevi. Con un numero

inferiore di imprese, si riduce il numero di unità statistiche su cui viene condotta l'analisi che permette di ottenere la pendenza della curva di costo dell'industria.

Una volta che il numero di osservazioni è diminuito, la rappresentatività dell'analisi diminuisce e con essa diminuisce l'applicabilità della stessa *yardstick competition*.

Inoltre, possono sorgere dei problemi di scarsità nella fornitura di acqua perché le poche imprese rimaste possono non avere la capacità produttiva per servire l'intero mercato.

Se tutto ciò è vero, la metodologia regolatoria della *yardstick competition* non è adatta quando, nel settore idrico, sono presenti poche imprese.

A favore della *doccia fredda* c'è però il fatto che, con la diminuzione del numero delle imprese, si possono avere dei vantaggi generali per l'economia del territorio visto che si riducono i costi fissi sostenuti dalla collettività. Se prendiamo in considerazione il caso inglese che costituisce l'esempio di maggiore applicazione della *yardstick competition*, i risultati ottenuti con tale modello regolatorio sono misti. Secondo Renzetti e Dupont (2004), l'OFWAT (ente regolatore inglese del settore idrico) nel promuovere la competizione nel settore idrico inglese sembra abbia avuto, solo parzialmente, successo.

A causa della sua natura di bene essenziale per la vita e la salute, l'acqua è caratterizzata da una domanda anelastica sia rispetto alla tariffa che agli aspetti legati alla qualità del servizio. Il settore idrico è, generalmente, un settore maturo, soprattutto nei paesi sviluppati con basse possibilità di stipulare nuovi contratti di gestione. Come vedremo nei prossimi paragrafi, nel settore idrico inglese le opportunità per le aziende idriche di nuove entrate derivanti da nuovi contratti di gestione sono molto limitate a causa del fatto che il mercato è saturo. Queste caratteristiche della domanda hanno importanti implicazioni in termini di incentivi al coinvolgimento dei privati nella gestione del servizio idrico.

In effetti, un argomento ricorrente in favore del partenariato pubblico-privato è che il coinvolgimento dei privati nella gestione del servizio idrico crea maggiori incentivi ad aumentare gli standard qualitativi dell'acqua e, in generale, un più elevato standard di servizio perché, un miglioramento di tali standard si traduce, per il privato, in un aumento delle entrate.

Sfortunatamente, la presenza di un mercato maturo e l'anelasticità della domanda, riducono tali incentivi, dal momento che i ricavi e i profitti dipenderanno in larga misura dagli aumenti tariffari, a loro volta legati al meccanismo con cui tali tariffe sono determinate, piuttosto che da un'espansione in termini di nuovi contratti stipulati o da un miglioramento degli standard qualitativi e di servizio.

## 1.5 Vincoli Informativi

Il diverso grado di disponibilità delle informazioni riguardanti i costi di gestione del servizio idrico tra gestore ed ente titolare della responsabilità di controllo, può alimentare il sorgere di due tipologie di problemi.

Il primo problema riguarda l'*adverse selection*<sup>15</sup> che sorge quando il gestore dispone di informazioni più approfondite o comunque maggiori rispetto al regolatore (Autorità d'Ambito), relativamente alle condizioni di costo e di domanda del settore.

Il secondo problema, noto come *moral hazard*<sup>16</sup> è sempre presente nel settore idrico: ad esempio, se il Comune in passato ha gestito direttamente le attività di fornitura, avrà conoscenza diretta della qualità delle infrastrutture del servizio. Il Comune, tuttavia, potrebbe anche sapere quale delle infrastrutture esistenti (pompe, tubi, sistemi di dosaggio) dovrebbe essere rinnovata e quando, e potrebbe essere reticente a partecipare l'informazione all'Autorità di controllo o al nuovo gestore.

Nel settore idrico, come rileva Martimort-Sand-Zantman (2006), la parte pubblica (principale) gode di un vantaggio informativo sul gestore del servizio (agente), il che fa eccezione rispetto al caso classico della teoria principale-agente, in cui è quest'ultimo, normalmente, a beneficiarne rispetto al primo. D'altra parte, è estremamente costoso per il gestore verificare gli standard qualitativi dichiarati dall'ente, perché, a differenza di un ospedale o di una centrale elettrica, la rete idrica si estende su un'area generalmente più estesa e non è agevole ispezionarla. Una delle peculiarità del settore idrico, consiste, infatti, nel fatto che la maggior parte delle infrastrutture sono sotterranee e ottenere informazioni precise su di esse è piuttosto costoso. Per tali ragioni, non sempre il gestore dispone di informazioni attendibili sullo stato delle infrastrutture esistenti. A ciò deve aggiungersi che anche l'Autorità pubblica può non avere informazioni precise sulle condizioni delle infrastrutture.

Si prenda, ad esempio, il caso italiano: l'Autorità dell'Ambito Territoriale Ottimale (AATO) ha il compito di redigere un piano di investimenti relativo all'intero periodo di durata del contratto di concessione. Dalla relazione del Comitato di Vigilanza sull'Uso delle Risorse Idriche del 2008, emerge che, da un campione di piani di investimento allegati ai contratti di concessione del servizio idrico integrato, l'analisi degli impianti idrici è spesso carente negli aspetti tecnici e i database che vengono realizzati non sono sempre attendibili. D'altra parte, è estremamente costoso che una terza parte verifichi le informazioni contenute in un piano di investimenti ventennale. Questa mancanza di informazioni circostanziate sullo stato degli

---

<sup>15</sup> Con il termine *adverse selection* si intende il fenomeno studiato nella letteratura microeconomica, originato da asimmetrie informative nella stipulazione di contratti. Le forme di imperfezione dei mercati indotte da *adverse selection* invalidano i risultati principali dell'economia del benessere ovvero compromettono le proprietà di ottimalità di un equilibrio concorrenziale. In economia dell'informazione, il fenomeno dell'*adverse selection* appare come un particolare caso di un fenomeno generale noto con il termine anglosassone di *lemon principle*.

<sup>16</sup> Si tratta di un fenomeno studiato dalla teoria economica dell'informazione che descrive il caso in cui un soggetto contraente che detiene più informazioni dell'altro capaci di influenzare l'andamento del risultato contrattuale, pur rispettando le clausole contrattuali, ne ottiene un beneficio economico.

impianti idrici, può costituire fonte di conflitti tra la parte pubblica e il gestore che possono indurre a rinegoziazioni del contratto prima della scadenza.

## 1.6 I Modelli di Regolazione

Uno dei più importanti fattori nell'organizzazione del servizio idrico è il modello di regolazione adottato.

I due principali modelli di regolazione sono la regolazione da parte di un'Autorità indipendente e la regolazione mediante contratto. Nel primo caso vi è un'unica Autorità nazionale, indipendente dal governo locale e nazionale, con il compito di promuovere un'omogenea regolamentazione del settore idrico nazionale. Nella regolamentazione per contratto, non è previsto alcun regolatore nazionale dal momento che ogni dovere e obbligo per le parti è espressamente previsto dal contratto stipulato tra esse. Si tratta di un modello a rilevanza locale, in quanto, in questo caso, la gestione del servizio idrico è affidata alla responsabilità di piccoli enti locali che spesso non riescono a far fronte agli investimenti necessari alla erogazione del servizio, senza sfiorare il vincolo di bilancio previsto dal Patto Europeo di Stabilità e di Crescita. Per evitare la mancata convergenza, tali enti spesso sono indotti ad appaltare la gestione del servizio idrico in modo da registrare i relativi costi e investimenti come voci fuori bilancio.

Inoltre, trattandosi, come detto, di piccoli enti che svolgono attività poco diversificate, è difficile evitare situazioni di disparità di potere contrattuale con le grandi multinazionali che partecipano all'assegnazione del servizio. Tali enti, infatti, spesso non dispongono delle competenze necessarie a gestire appalti tanto complessi, lasciando, di conseguenza, ampia autonomia contrattuale a queste ultime. Secondo, infatti, il rapporto dell'Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD) del 2006, per molti di tali enti, si tratta della prima esperienza di gare così complesse e il risultato è una maggiore disparità in termini di potere contrattuale, in particolare quando alla gara partecipano grandi compagnie multinazionali.

Conseguentemente, gli enti locali possono trovarsi in condizione di sopportare maggiori rischi rispetto a quelli previsti dal contratto. Inoltre, i privati richiedono sempre più garanzie e sovvenzioni pubbliche, specialmente quando investono nei paesi in via di sviluppo. Alcune di queste garanzie, come i contratti take-or pay<sup>17</sup> o i tassi garantiti sul capitale investito, possono ridurre l'incentivo a ricorrere al settore privato. In questo caso, l'incentivo all'efficienza produttiva può diminuire se, per attrarre l'investimento desiderato, è necessario ridurre il rischio connesso agli investimenti privati, attraverso la concessione agli stessi di particolari garanzie o sostenendo clausole onerose che, in vero, sarebbe l'opposto rispetto agli scopi che si intendono perseguire attraverso il coinvolgimento del settore privato.

---

<sup>17</sup> Si tratta di contratti in cui l'ente è tenuto a pagare per i quantitativi di acqua previsti a prescindere dall'effettivo uso.

## 1.7 La Determinazione delle Tariffe

La più importante variabile che il regolatore deve controllare nell'organizzare la gestione del servizio idrico, è la determinazione della tariffa idrica. Le metodologie di *pricing* più comuni sono: quella basata sulla determinazione del tasso di rendimento (ROR) e quella basata sul *price cap* (PC)<sup>18</sup>.

Il meccanismo di regolamentazione che ha conosciuto maggiore diffusione nei settori delle *public utility* negli Stati Uniti, in particolare tra gli anni Trenta e gli anni Ottanta<sup>19</sup> va sotto il nome di *cost of service regulation* e prevede che il regolatore determini il prezzo a cui l'impresa può vendere i propri beni o servizi sulla base dei costi: il criterio guida per il regolatore che applica tale schema è che il monopolista, dopo aver coperto i costi operativi, non possa ottenere più di un "equo" tasso di rendimento sul capitale investito (rate of return o ROR) di modo che i prezzi riflettano pienamente il costo del servizio offerto ai consumatori. I ricavi totali consentiti all'impresa possono, dunque, essere espressi come segue:

$$\text{Ricavi totali consentiti} = \text{Costi totali} = \text{Costi operativi (variabili)} + (\text{VCI} \times \text{ROR})$$

Dove VCI indica il valore del capitale fisico investito dall'impresa cui si applica il ROR fissato dal regolatore in termini percentuali. In questo modo, il meccanismo di regolamentazione attraverso il ROR controlla l'impresa al livello dei costi operativi, al valore del capitale fisico impiegato e, attraverso la definizione di un saggio di rendimento equo, determina gli incentivi per gli investimenti di capitale di lungo periodo, ricompensando l'azienda per il rischio d'investimento che assume. La logica che sottende al ROR, predilige il ruolo del regolatore relativamente alle scelte d'investimento dell'impresa regolata: il ROR, nel lungo periodo, garantisce l'integrità finanziaria dell'impresa e determina, in tal modo, un'adeguata fornitura di beni e servizi nel settore regolato. Dal punto di vista del regolatore, inoltre, il ROR facilita l'applicazione della regolamentazione ad imprese appartenenti allo stesso settore e delle stesse dimensioni, poiché l'adozione di un tasso di rendimento unico non crea distorsioni nel confronto tra una grande unità produttiva e una piccola, a differenza di altri parametri quali, ad esempio, i profitti o i costi.

Il ROR lega i ricavi totali, consentiti all'impresa, ai costi sostenuti. Tale relazione, tuttavia, limita gli incentivi per l'impresa regolata a ridurre i costi operativi poiché ogni riduzione degli stessi si traduce in una contrazione dei ricavi e in più crea incentivi per l'impresa a sovracapitalizzare. Infatti, quando il tasso di rendimento effettivo è più elevato rispetto a quello concesso dal regolatore, l'impresa può abbassarlo riducendo il ricavo netto e/o aumentando il capitale investito. Un'impresa regolata è, dunque, "incoraggiata" ad un uso eccessivo del capitale rispetto ad altri fattori produttivi (ad esempio il lavoro) quando il tasso di rendimento consentito

---

<sup>18</sup> Cfr. Muraro, Valbonesi, (2003).

<sup>19</sup> In seguito, infatti, si è registrato un progressivo abbandono di tale regolamentazione a fronte dell'affermarsi del modello PC: nell'industria delle telecomunicazioni statunitense, ad esempio, dal 1996, il PC è diventato la forma dominante di regolamentazione, adottata nella maggior parte degli Stati Uniti (Sappington, 2002).

dal regolatore è superiore al costo del capitale<sup>20</sup>. In altri termini, l'impresa regolata potrebbe produrre ad un costo minore scegliendo un rapporto capitale-lavoro più basso (effetto Averch-Johnson).

Tra gli effetti dell'applicazione del ROR, particolare rilievo assumono quelli nei confronti dei consumatori. Se i ricavi dell'impresa diminuiscono (o i costi aumentano), infatti, l'impresa chiederà al regolatore di poter attuare un aumento dei prezzi al fine di recuperare il precedente livello di rendimento, laddove risulta, al contrario, decisamente improbabile una revisione verso il basso nella situazione opposta. Il ROR, inoltre, può comportare scelte strategiche da parte dell'impresa qualora quest'ultima operi contemporaneamente su mercati regolati e non regolati: in tal caso, infatti, essa potrebbe imputare alcuni costi delle attività non regolate a quelle svolte nel mercato regolato ottenendo così un rendimento maggiore sulle attività regolate e un vantaggio di costo rispetto ai suoi competitor sul mercato non regolato.

Tali effetti distorsivi implicano elevati costi d'implementazione del ROR, poiché il regolatore deve prestare molta attenzione al comportamento dell'impresa ed, in particolare, alle scelte d'investimento e all'imputazione dei costi.

Il riconoscimento degli effetti distorsivi del ROR ha stimolato lo sviluppo di schemi di regolazione alternativi, capaci di produrre incentivi, in particolare, nella direzione dell'innovazione e della riduzione dei costi. Negli anni Ottanta nacque così in Inghilterra il *price cap regulation* ad opera di Stephen Littlechild chiamato a supervisionare il processo di regolamentazione della British Telecommunications.

Tale meccanismo prevede che il regolatore determini un prezzo iniziale massimo  $p_0$  inferiore a quello praticato in un monopolio non regolato e una dinamica temporale di aggiustamento all'interno di un intervallo di regolamentazione di durata predefinita  $T$ .

Di seguito la formula per l'aggiornamento del PC:

$$\frac{p_t - p_{t-1}}{p_{t-1}} \leq RPI - X + Y, \text{ per } t = 1, 2, 3, \dots, T$$

Dalla formula si evince che il prezzo massimo consentito può aumentare ogni anno a un tasso di crescita che non deve superare il tasso d'inflazione (*retail price index* RPI) assunto come indicatore dell'incremento dei costi degli input di produzione non controllabili da parte dell'impresa, ridotto del parametro  $X$  che rappresenta il tasso di crescita atteso della produttività dell'impresa, e aumentato di un parametro  $Y$  che tiene conto della possibilità di trasferire sui prezzi alcuni costi derivanti da eventi imprevedibili ed eccezionali (*cost pass-through*).

A differenza del ROR, dunque, il PC elimina, a rigore, la relazione tra i ricavi consentiti e i costi sostenuti dall'impresa. In altri termini, il PC è esogeno rispetto alle scelte dell'impresa con la conseguenza che le oscillazioni dei costi di servizio si traducono direttamente in variazioni dei profitti per l'impresa stessa, da cui un incentivo alla minimizzazione dei costi di produzione e, implicitamente, all'innovazione.

Inoltre, con il PC, si riducono le distorsioni relative alla sovracapitalizzazione in quanto non si stabiliscono connessioni tra redditività e capitale investito e di conseguenza, gli effetti

---

<sup>20</sup> Come osservato da Averch-Johnson nel 1962 e più tardi da Baumol-Klevorick nel 1970.

distorsivi legati ai comportamenti strategici delle imprese. Rispetto al ROR, poi, il rischio connesso alle possibili variazioni dei costi passa dai consumatori all'impresa che si impegna a rispettare la regola di aggiustamento di cui sopra e quindi ad assumersi pienamente il rischio derivante dal mutare delle condizioni di mercato siano esse a suo favore o meno. Il rischio così allocato comporta, tuttavia, un maggiore costo del capitale (Alexander, Irwin, 1996).

La ricerca del profitto e le caratteristiche del meccanismo PC possono indurre l'impresa regolata a ridurre i costi operativi e ciò può abbassare la qualità del servizio<sup>21</sup>.

In termini dinamici, le considerazioni sul PC pongono l'enfasi sull'intervallo di regolamentazione: se tale intervallo è troppo corto, l'incentivo per l'impresa regolata a ridurre i costi può essere minimo o nullo, dal momento che attraverso la nuova revisione del meccanismo vengono, di fatto, assorbiti i profitti dell'azienda stessa.

Qualora, invece, il *regulatory lag* sia sufficientemente lungo, tale cioè da consentire all'impresa di trarre vantaggio dalla riduzione dei costi, fondamentale diviene il ruolo del regolatore nel rendere credibile il rispetto dei tempi fissati tra una revisione e l'altra e a non anticiparli; in questo modo si incentiva l'impresa alla riduzione dei costi e si neutralizzano gli effetti distorsivi del PC.

---

<sup>21</sup> L'impresa potrebbe, ad esempio, per aumentare i profitti, ridurre il numero dei lavoratori in forza nelle squadre addette alla riparazione dei danni di rete.



## 1.8 Conclusioni

Dall'analisi delle caratteristiche del settore dei servizi idrici sono emersi aspetti peculiari che lo differenziano da quello relativo alle altre public utilities.

In primo luogo, abbiamo spiegato le ragioni della natura pubblica del servizio e ricercato nell'impianto normativo di riferimento i principi dell'efficacia e dell'economicità cui il servizio deve informarsi, nonché analizzato le ragioni della necessaria località dello stesso, così da cogliere in pieno, il senso della definizione dottrinale che vuole il servizio idrico un servizio pubblico locale sovra-comunale di rilevanza economica.

Per quanto riguarda il regime delle reti e degli impianti, se ne è evidenziata la particolare vocazione pubblica con la conseguente scelta del legislatore di riservare ad essi la proprietà esclusiva da parte dell'ente locale o, al limite, delle società interamente pubbliche partecipate dallo stesso. Da un punto di vista più tecnico, è stata evidenziata la fissità e la complessità di tali infrastrutture, peraltro non facilmente riproducibili, smobilizzabili e, dunque, utilizzabili per impieghi alternativi, fattori che generano nei gestori una scarsa propensione all'investimento, in un settore che, considerato il complesso sistema di infrastrutture che lo caratterizza, richiede ingenti investimenti in capitale fisso. Sotto il profilo dell'analisi economica, infatti, la dottrina ha evidenziato la presenza nel settore di costi "subadditivi", condizione ideale per il configurarsi di dinamiche di monopolio *naturale* o *di fatto*. Si è visto, poi, come a causa della sua natura di bene essenziale per la vita e la salute, l'acqua sia caratterizzata da una curva di domanda anelastica sia rispetto alla tariffa che agli aspetti riguardanti la qualità del servizio. Siamo in presenza, inoltre, di un settore maturo che offre scarse opportunità per i potenziali entranti con importanti implicazioni, in termini di incentivi, al coinvolgimento dei privati nella gestione del servizio. A causa di tali fattori, infatti, si riducono tali incentivi, in quanto i profitti saranno determinanti in larga misura dalle tariffe piuttosto che dalla stipulazione di nuovi contratti o da un innalzamento degli standard di qualità. Per quanto riguarda il rapporto tra ente regolatore e gestore, si è osservato come il settore idrico costituisca eccezione rispetto al caso classico della teoria principale-agente, secondo cui è quest'ultimo a beneficiare rispetto al primo di un vantaggio informativo. Per il gestore, infatti, risulta estremamente costoso verificare gli standard dichiarati dall'ente, essendo la rete idrica generalmente molto estesa e complessa e, dunque, non facilmente ispezionabile. Dall'analisi dei due principali modelli di organizzazione del servizio idrico, è emerso come i modelli di regolazione per contratto abbiano una rilevanza, prevalentemente locale, dal momento che la gestione viene affidata a enti di piccole dimensioni che spesso non dispongono della forza economica necessaria alla erogazione del servizio e tendono, pertanto, ad appaltarla in modo che tali costi non figurino come costi di bilancio. Si tratta di enti, inoltre, che per le loro ridotte dimensioni, raramente dispongono di tutte le competenze di cui necessita la gestione di grandi appalti, venendosi a determinare una situazione di disparità di potere contrattuale a vantaggio delle grandi multinazionali.

Sono stati, infine, valutati gli effetti dei principali meccanismi di *pricing*. Per quanto concerne la regolazione mediante il ROR, si è visto come l'utilizzo di un tasso di rendimento unico, permetta di regolamentare in modo uniforme imprese di dimensioni diverse. Tale metodologia, tuttavia, non è priva di effetti distorsivi, come ad esempio, quelli legati agli

incentivi alla riduzione dei costi. Nel ROR, infatti, stante la relazione positiva tra costi e ricavi, le imprese sono disincentivate alla riduzione dei costi, in quanto, ad ogni contrazione degli stessi corrisponde una equivalente contrazione dei ricavi. Di tali effetti distorsivi risulta, invece, esente, il meccanismo del PC, anche se la ricerca del profitto e le caratteristiche di tale metodo, potrebbero indurre le imprese regolate a ridimensionare i costi operativi con evidenti ripercussioni sulla qualità del servizio, anche se, come si è visto, ciò dipende dall'ampiezza del *regulatory lag*.

## 2 Esperienze Internazionali nel Settore Idrico

### 2.1 Introduzione

Dopo aver delineato i tratti essenziali della disciplina europea in materia di servizi idrici integrati, ci siamo rifatti alle esperienze di alcuni paesi europei, individuando quattro modelli di riferimento in funzione del grado di presenza del capitale pubblico, del ruolo delle municipalità e del grado di concentrazione del mercato: il modello tedesco, quello francese, quello britannico e quello spagnolo<sup>22</sup>.

Come si vedrà nei prossimi paragrafi, il modello tedesco è caratterizzato da un'elevata presenza del capitale pubblico e da una notevole partecipazione delle municipalità, che porta a configurare un sistema di gestione fortemente frammentato in una moltitudine di piccole società; nel modello francese tale partecipazione risulta attenuata. Esso è caratterizzato da una prevalenza della delega di funzione a società private o miste, il che determina un'elevata concentrazione del mercato con poche grandi imprese oligopoliste che operano nei rispettivi territori; il modello inglese, al contrario, rappresenta un caso unico in Europa per il ruolo marginale delle Autorità locali e la totale privatizzazione del servizio idrico, anche qui con una gestione affidata ad alcune grandi società; il modello spagnolo, infine, presenta caratteristiche peculiari perché le infrastrutture sono interamente di proprietà pubblica e, conseguentemente, le politiche tariffarie risultano determinate prevalentemente da fattori politici più che economici.

Dall'osservazione di tali modelli e delle loro specificità, emergeranno spunti interessanti per un confronto con il modello italiano.

### 2.2 La Legislazione Europea

Le problematiche relative alla gestione dei servizi idrici hanno spinto i vari Paesi a progettare sistemi che incentivassero gli operatori del settore all'utilizzo di pratiche più efficienti in vista del soddisfacimento dell'interesse collettivo, favorendo contemporaneamente, lo sviluppo economico dell'intero settore (Riccaboni, 2003; OECD, 2003; Barraqué, 2003; Cimini S. 2009).

I punti nodali relativi a tale programmazione sono:

- valutare la possibilità di un'apertura alla concorrenza;
- le forme di gestione e le dimensioni più opportune;
- i criteri per la definizione delle responsabilità e delle modalità di coordinamento tra i vari operatori pubblici e privati;
- i criteri di definizione delle modalità di finanziamento del servizio;
- l'integrazione delle politiche idriche con quelle di tutela ambientale.

---

<sup>22</sup> Per questa esposizione si è fatto riferimento a Bracchitta, Stefanini, Tarzia, (2007).

Per gli Stati dell'Unione Europea, inoltre, vige l'obbligo di conformare la normativa nazionale di disciplina dei servizi pubblici locali, a quella comunitaria.

La Commissione Europea (Libro Verde sui Servizi di Interesse Generale) annovera il servizio idrico fra i servizi di interesse economico generale, considerandolo un servizio di natura economica che i Paesi membri assoggettano a specifici obblighi di servizio pubblico, quali l'universalità del servizio, la continuità della prestazione, la qualità del servizio, l'accessibilità delle tariffe e la tutela degli utenti e dei consumatori<sup>23</sup>.

Gli Stati membri sono tenuti a definire le modalità di gestione nel rispetto delle norme comunitarie. Il grado di apertura del mercato e la concorrenza in un determinato servizio d'interesse economico generale sono stabiliti dalle norme comunitarie sul mercato interno e sulla concorrenza. La decisione, inoltre, di fornire tali servizi direttamente, o mediante soggetti terzi, pubblici, privati o misti, è di pertinenza degli enti pubblici<sup>24</sup>.

Ciascun paese ha adottato un diverso assetto, ma con un comune denominatore rappresentato dalla progressiva trasformazione delle forme di gestione diretta da parte degli enti pubblici che, generalmente, si orientano verso modalità che prediligono l'affidamento ad aziende pubbliche, private o a partenariati pubblico-privati (PPP), riservandosi il ruolo relativo alla definizione degli obiettivi e al controllo dei risultati e, in alcuni casi, al finanziamento (Commissione delle Comunità Europee, 2004; Grossi, 2005; Torres e Pina, 2002; Broadbent e Laughlin, 2003).

È opportuno ricordare, inoltre, che, secondo la definizione operata nel Libro Verde di cui sopra, per fornitore di servizi di interesse economico generale devono intendersi imprese soggette alle norme sulla concorrenza, e ciò, allo scopo di garantire l'economicità del servizio.

Come rileva Lucchetti (2005), è stato, tuttavia, previsto che le uniche deroghe a tale principio sono ammesse se lo richiedano esigenze connesse a obiettivi di salvaguardia dell'ambiente.

Essendo state emanate diverse direttive in materia di servizi idrici, non si dispone di una disciplina unitaria. Ricordiamo la direttiva 76/464/CEE (poi modificata dalla direttiva 91/692/CEE) sul tema della riduzione dell'inquinamento da sostanze pericolose; la direttiva 80/778/CEE (poi modificata dalla direttiva 98/83/CE) sulla qualità delle acque destinate al consumo; la direttiva 91/271/CEE (poi modificata dalla direttiva 98/15/CE) sul trattamento delle acque reflue urbane; la direttiva 91/676/CEE sulla salvaguardia delle acque dall'inquinamento generato dai prodotti utilizzati in campo agricolo; la direttiva 2000/60/CE da cui nasce il quadro che prevede l'intervento comunitario in materia di acque.

Con la direttiva n. 60 del 2000, infine, si definisce un quadro per la salvaguardia delle acque superficiali interne, delle acque di transizione e delle acque costiere e sotterranee, secondo principi informati ad un utilizzo equilibrato e consapevole della risorsa, attraverso cui pervenire ad una graduale riduzione dell'inquinamento idrico, cogliendo importanti obiettivi di salvaguardia ambientale. Dalla direttiva, inoltre, discende l'obbligo per gli Stati membri di determinare le tariffe dei servizi idrici nel rispetto dei principi relativi alla copertura dei costi, anche sociali e ambientali.

---

<sup>23</sup> Commissione delle Comunità Europee, (2003).

<sup>24</sup> Commissione delle Comunità Europee, (2003).

L'assenza di una disciplina unitaria aumenta il grado di libertà di ciascun paese nel regolare la materia tenendo conto delle specificità territoriali, creando una situazione di scarsa omogeneità. Cionondimeno, nella generalità dei casi, si registra l'orientamento comune a propendere per l'affidamento del servizio a soggetti operanti secondo logiche imprenditoriali, allo scopo di garantire una più netta separazione tra le funzioni di regolazione, programmazione e controllo da quelle relative alla gestione dei servizi idrici. Ulteriore tratto comune, si ravvisa nella tendenza a favorire una maggiore partecipazione degli utenti al finanziamento del servizio stesso allo scopo di ridurre il divario tra tariffa applicata e costi operativi e di investimento (Dosi e Muraro, 2003).

Si è passati, dunque, da una gestione diretta del servizio, ad una gestione delegata mediante società di capitali (a capitale pubblico, privato o misto) maggiormente orientate ai principi di gestione informati ai criteri di efficacia, efficienza ed economicità. Si tratta di una separazione tra la titolarità del servizio e le funzioni di gestione che ha ridisegnato il ruolo svolto dell'ente pubblico attraverso la regolazione, con il nuovo compito di guidare i gestori monopolisti al conseguimento degli obiettivi di economicità ed efficienza.

Come rileva Cooper (1998), infatti, l'intervento regolatorio è indispensabile proprio perché agisce da innesco dei comportamenti virtuosi che conducono al conseguimento dei suddetti obiettivi, a garanzia degli interessi degli utenti.

Il dibattito sulla regolazione si è acceso in seguito alla tendenza a privatizzare la gestione del servizio idrico, anche se, a ben guardare, gli interventi regolativi sono previsti e necessari sia nelle utilities di proprietà pubblica che in quelle private (Stern e Holder, 1999; Kraemer, 1999).

Una qualche forma di "interferenza" esterna in campo economico è, infatti, necessaria, in particolare dove si trattano beni di natura pubblica, come l'acqua.

Tali cambiamenti hanno rivoluzionato gli schemi di governance, definiti come l'insieme dei meccanismi con cui la pluralità degli attori economici e istituzionali interagiscono reciprocamente al fine di influenzare gli esiti della politica idrica (Bovaird e Löffler, 2003; Grossi e Mussari, 2004), favorendo la migrazione verso meccanismi di governance multilivello.

Si tratta di un sistema che prevede l'azione congiunta degli organismi attivi a livello locale, regionale, nazionale e sovranazionale, attraverso l'attribuzione delle funzioni per livello, che a causa della loro complessità, mal si adattano ad essere risolte individualmente, viste le loro implicazioni di tipo economico, ecologico, politico e sociale (Perulli, 2000; Finger et al., 2006).

Il settore idrico è un settore in cui opera una varietà di stakeholder con conseguenti problemi legati ad una non uniforme distribuzione delle informazioni fra gli stessi (asimmetria informativa) e con il conseguente rischio per il regolatore di essere "catturato" dal soggetto regolato (Helm, 1993; Cooper, 1998; Peltzman, 1976).

Le asimmetrie informative aggiungono ulteriori conferme alla documentata necessità di definire regimi regolatori in grado di fornire regole specifiche, che non sono sempre facilmente individuabili.

Per quanto concerne, in particolare, al rapporto tra regolatore e impresa regolata, il primo ricopre una posizione di particolare svantaggio rispetto al secondo, non disponendo, di regola, di tutte le informazioni critiche riguardanti l'attività di gestione dell'impresa. Tali asimmetrie sono il risultato del fatto che il regolatore non ha informazioni complete né sulle caratteristiche della domanda né sulle condizioni di costo del gestore, né ancora sulle leve su cui l'azienda stessa può

agire per migliorare la propria efficienza produttiva e per ridurre i propri costi (Marzi et al., 2001, Boitani e Petretto, 1997; Walsh, 1995).

In sintesi, le peculiarità del settore idrico hanno indotto un adeguamento della disciplina comunitaria e nazionale al fine di innescare meccanismi finalizzati alla definizione delle misure più utili a disciplinare gli aspetti relativi alla governance e all'apprestamento dei servizi di acquedotto, fognatura e depurazione.

## 2.3 I Modelli di Riferimento

### 2.3.1 Il Modello Tedesco

La prima legge federale di gestione del servizio idrico (*Wasserhaushaltgesetz* o WHG) è del 27 giugno 1957. Con questa normativa fu stabilito un quadro di norme generali, ausiliare alla produzione normativa dei *Länder*<sup>25</sup>. Tuttavia, anche se la disciplina generale del sistema idrico è dettata a livello federale, sono i *Länder* a svolgere il ruolo di regolatori del servizio idrico integrato, disponendo del potere di legiferare in materia di gestione e protezione della risorsa idrica<sup>26</sup>. A partire dal 1956, i *Länder*, per ragioni legate all'organizzazione del servizio idrico, si sono associati nella LAWA (*Länderarbeitsgemeinschaft Wasser*), un ente che riunisce i diversi Ministeri per l'Ambiente e svolge per i *Länder* varie attività di supporto. La responsabilità della fornitura dell'acqua potabile è però posta in capo alle municipalità. Tale responsabilità si fonda, infatti, sull'art. 28, c. 2, della Costituzione tedesca, che attribuisce alle Autorità locali il dovere di garantire ai cittadini il soddisfacimento delle loro essenziali esigenze di vita.

Come spesso accade, in Germania, due o più municipalità possono confluire in associazioni intercomunali di diritto pubblico (*Zweckverbände*), che migliorano le capacità di gestione; inoltre, è importante sottolineare il ruolo svolto da associazioni, anch'esse di diritto pubblico, dell'acqua e del suolo (*Wasser und Boden Verband*)<sup>27</sup> con funzioni di autogoverno della risorsa idrica, cui possono partecipare imprese, proprietari fondiari, istituzioni e tutti i soggetti interessati. Tali associazioni sono dotate di uno Statuto parificato a quello delle istituzioni pubbliche amministrative.

Uno dei maggiori punti di forza del modello tedesco, consiste nella possibilità di coinvolgere, nelle scelte relative alla gestione, non solo esperti ma anche semplici cittadini. Le municipalità locali, dunque, individuano la modalità di gestione del servizio idrico tra i diversi modelli previsti dalla legge: la gestione in economia, in cui le municipalità gestiscono direttamente il servizio, per mezzo del proprio staff (*Regiebetrieb*); la gestione attraverso aziende autonome separate, anche a livello di budget, dall'amministrazione locale (*Eigenbetrieb*, analoghe alle nostre "municipalizzate"); la gestione del servizio da parte di società formalmente private ma a capitale totalmente pubblico (*Eigengesellschaft*), o misto (*Kooperationsmodell*); la

---

<sup>25</sup> Tale legge è stata più volte modificata nel corso degli anni, a partire dal 1964 fino alla più recente modifica del 2002, in attuazione della direttiva quadro 2000/60/17.

<sup>26</sup> I Governi statali sono responsabili, in particolare, dell'ordinamento delle forniture idriche e dello smaltimento dei reflui nel loro territorio.

<sup>27</sup> Monsees, (2004).

gestione delegata a società private, tramite un contratto aggiudicato con gara (*Betriebsführungsmodell*); o ancora, la gestione da parte di società private su concessione di segmenti di servizi o di impianti (*Betriebermodell*); infine, va menzionato il ruolo delle associazioni intercomunali, di cui si è parlato, proprietarie delle reti, che gestiscono direttamente il servizio. Da ultimo, l'affidamento a compagnie private degli impianti (realizzazione e sfruttamento) di depurazione, da restituire alla municipalità, come in una sorta di project financing.

È importante soffermarsi, poi, sul fatto che prima del 1996, la legge federale sulle risorse idriche, non consentiva l'affidamento a società a capitale interamente privato: da allora, le società private possono detenere fino al 100% del capitale e possono anche riscuotere direttamente le tariffe.

Per quanto concerne la proprietà delle infrastrutture, esiste un'ampia varietà di soluzioni: nei modelli di gestione di *Regiebetrieb* ed *Eigenbetrieb*, la proprietà delle reti resta sempre dell'amministrazione locale, mentre, in caso di *Eigengesellschaft* e *Kooperationsmodell*, essa viene trasferita alla società di gestione, che diventa corresponsabile, insieme alla municipalità, dell'erogazione del servizio. A questi si aggiungono modelli intermedi in cui si ha una separazione tra gestione del servizio e la proprietà delle infrastrutture, come il *Betriebsführungsmodell* o il *Betriebermodell*.

Di recente, si è sviluppata la tendenza delle imprese municipali di diritto privato a differenziarsi orizzontalmente e a svolgere la gestione del servizio idrico, unitamente a quella di altri servizi, come il gas, l'elettricità, il trasporto pubblico, la televisione via cavo, allo scopo di cogliere economie organizzative, oltre a vantaggi tecnici e finanziari (si tratta delle *Stadtwerke*, che possono avere la forma di s.p.a. o s.r.l., in origine a capitale interamente pubblico). In queste società, il potere politico esercita un'influenza diretta solo relativamente alle decisioni strategiche e attraverso un organo di supervisione di cui la municipalità detiene la maggioranza.

Tale assetto appare in controtendenza rispetto ai recenti sviluppi della politica comunitaria in materia di servizi pubblici, che ha spinto, invece, nella direzione di una forte apertura al mercato e alla concorrenza. Per attenuare il peso dello squilibrio finanziario espresso da una gestione a base prevalentemente municipale, sono le stesse municipalità che si avvalgono di apporti privati mediante la cessione di quote minoritarie. Ciò non è stato sufficiente, tuttavia, ad orientare il dibattito sorto in Germania negli ultimi anni sulla liberalizzazione dei servizi pubblici, a favore della stessa, anzi dal dibattito sono emersi elementi utili a formare il convincimento che un tale orientamento sarebbe irrealizzabile nel settore idrico tedesco.

Sembrano prevalere politiche di modernizzazione dell'esistente al fine di cogliere le opportunità legate al miglioramento dell'efficienza e della economicità della gestione.

Riguardo ai metodi di selezione del soggetto privato, in caso di società miste, sono le municipalità a scegliere discrezionalmente tale soggetto, non essendovi alcun ricorso a procedure concorsuali.

Le istituzioni incaricate della supervisione delle risorse idriche a livello federale sono principalmente il Ministero dell'Ambiente coadiuvato da altri Ministeri per aspetti particolari, mentre, a livello di *Länder*, le responsabilità inerenti alla gestione delle risorse idriche sono ripartite su tre livelli: la suprema Autorità per la Vigilanza del sistema idrico è il Ministero dell'Ambiente (in qualche caso, il Ministero dell'Agricoltura), che svolge una funzione di

supervisione delle Autorità ed Agenzie che operano a livello locale. Si osserva, tuttavia, che non esistono in Germania, né a livello federale, né statale, autonome Agenzie regolatrici del settore idrico. Inoltre, non sono istituzionalizzati sistemi di gestione a livello di bacino.

Il settore idrico tedesco rappresenta, in conclusione, un'eccezione in materia di legge sulla concorrenza. A differenza di altre industrie a rete, come l'elettricità e le telecomunicazioni, nel settore idrico la concorrenza è pressoché assente: è un settore organizzato in monopoli decentrati, regionali e di piccola scala. Nonostante qualche isolato caso di privatizzazione di imprese municipalizzate, il mercato non può dirsi liberalizzato. La quasi totale assenza di privatizzazione non preclude né la concorrenza diretta in termini di quota di mercato tra istituzioni comunali né la concorrenza comparativa (*yardstick competition*).

Come rileva<sup>28</sup> Wackerbauer (2011), “il servizio di acquedotto e il trattamento dei reflui sono considerati servizi pubblici di interesse generale e rientrano nell'ambito delle competenze dei comuni. Le imprese dedite a questi servizi sono di proprietà pubblica, soprattutto quelle di minori dimensioni. Le imprese private sono pochissime e riforniscono soltanto alcune agglomerazioni urbane. Rispetto ad altri paesi, il settore idrico tedesco è molto frammentato e caratterizzato da imprese di piccola scala”.

Da dati del 2011, risultavano, infatti, 6.400 utilities idriche e circa 7.000 imprese incaricate del trattamento dei reflui, il che rendeva molto difficile competere con i player globali operanti sui mercati esteri. La configurazione strutturale del settore idrico tedesco rappresenta, quindi, un ostacolo per la competitività sul piano internazionale. Il rovescio della medaglia è, però, ravvisabile nell'eccellente qualità dell'acqua e nell'alto livello di sicurezza delle forniture.

In Germania, pertanto, siamo in presenza di un settore ancora poco liberalizzato; e ciò riguarda anche le imprese che si sono trasformate da pubbliche a private, in quanto le Autorità comunali continuano ad esercitare un controllo su di esse dal momento che detengono ancora una quota maggioritaria pari ad almeno il 50,1%. Questa situazione viene definita “partenariato pubblico-privato”. La privatizzazione rappresenta soltanto una modalità contemplata legalmente ma non un modello adottato a livello nazionale. Il modello tedesco di privatizzazione si fonda sulla regolazione delle imprese private attraverso organismi di controllo. Con la presenza di rappresentanti delle Autorità pubbliche all'interno di questi organi di supervisione, la politica commerciale delle imprese che prestano servizi di acquedotto ne può venire influenzata.

La determinazione delle tariffe e dei tributi per lo scarico delle acque reflue, è soggetta a una severa regolazione definita per legge. Per le utilities che si occupano di fornitura pubblica di acqua e del trattamento delle acque reflue occorre far riferimento ai *Municipal Charges Acts* degli Stati federali, esse sono, inoltre, soggette alla supervisione delle Autorità comunali. Le imprese private, invece, che erogano direttamente al consumatore sono soggette al controllo da parte delle Autorità antitrust.

Per quanto riguarda i *Municipal Charges Acts*, si stabilisce che le imprese pubbliche del settore sono tenute a rispettare i principi di copertura dei costi e di equivalenza in conformità alla normativa tariffaria del territorio di riferimento; il confronto tariffe-performance viene poi analizzato dagli organi comunali di supervisione. Di conseguenza, le aziende del settore che si occupano dell'erogazione di servizi di acquedotto, si trovano ad operare in un mercato di “quasi

---

<sup>28</sup> Cfr. [www.agienergia.it](http://www.agienergia.it)



concorrenza” dal momento che 3 su 4 definiscono le tariffe pubbliche in base ai *Municipal Charges Act*. Si tratta di tariffe che devono essere approvate dai governi locali e soggette a controllo da parte degli stati federali. La restante parte (1 su 4) definisce le tariffe in base alle regole del diritto privato ed è soggetta al controllo delle Autorità antitrust atto a scongiurare il ricorso a pratiche abusive. Detto controllo consiste in un’analisi di mercato comparativa in cui eventuali delta tra i prezzi praticati vengono tollerati solo se giustificati da criteri preventivamente definiti. Per quanto riguarda, invece, l’analisi comparata in termini di performance si fa ricorso ad un benchmarking volontario.

In Germania, la normativa fiscale varia in funzione della tipologia di servizio e del regime proprietario delle imprese. Le società del settore idrico beneficiano di un regime iva particolarmente vantaggioso; a tutte, infatti, è applicata un’iva al 7%. È prevista, inoltre, l’imposta sul reddito delle società e in generale anche la tassa sulle attività produttive. Nel trattamento dei reflui, nessuna imposta è prevista per le organizzazioni che operano in regime di diritto pubblico. Nel caso, tuttavia, di imprese operanti in regime di diritto privato, la tassazione segue le disposizioni vigenti in materia, con l’iva al 19%.

Un aspetto peculiare del sistema idrico tedesco, come osserva Wackerbauer (2011), è il forte radicamento dei fornitori nel territorio comunale, che assicura un alto grado di coinvolgimento politico. Si tratta di un modello, infatti, che incontra il favore della gran parte della popolazione dal momento che i suoi punti di forza sono legati alla qualità dell’acqua potabile fornita e ai prezzi contenuti del servizio di acquedotto e del trattamento dei reflui, risultato della serrata cooperazione tra imprese idriche, industria e Agenzie governative, così come attraverso associazioni tecnico-scientifiche che definiscono le regole cui fare riferimento. Tale sistema, tuttavia, a causa della sua elevata frammentazione, sia dal punto di vista funzionale che organizzativo, stenta a costituire un modello di riferimento nei processi decisionali dell’Unione Europea. A causa, inoltre, della eccessiva frammentazione delle competenze organizzative (imprese di distribuzione dell’acqua e dedite al trattamento delle acque reflue, imprese di costruzione, costruttori di impianti, fornitori di componenti, uffici di ingegneria, laboratori e istituti di ricerca) il sistema tedesco è ben lungi dal rappresentare quella tendenza alla gestione integrata del settore, ben delineabile sui mercati internazionali e del tutto assente nel settore idrico tedesco.

## 2.3.2 Modelli vicini a quello Tedesco

Sistemi vicini a quello tedesco si ritrovano in alcuni Paesi Scandinavi e, in particolare, in Svezia e Finlandia. In Svezia, ad esempio, il servizio idrico è gestito localmente, direttamente dai Comuni, da società a responsabilità limitata chiamate *Public Limited Companies* (PLCs) a partecipazione pubblica, istituite fin dagli anni settanta, o infine, da società sovracomunali, anch'esse partecipate dalle municipalità, come nel caso di Stoccolma.

Infatti, se il *Municipality Act (Kommunlagen, 1/1998)* da un lato, statuisce che la responsabilità complessiva per l'approvvigionamento del servizio idrico e per lo smaltimento delle acque reflue è dei Comuni e dei governi locali, dall'altro, stabilisce altresì, che questi, pur conservando la responsabilità organizzativa e il corretto svolgimento del servizio, possono delegare la gestione ad un altro soggetto, nel rispetto dei livelli essenziali di prestazioni da garantire a livello di settore. I Comuni sono responsabili dello standard dei servizi innanzi al *County Administrative Board*, organismo che svolge, a livello regionale, funzioni di supervisione e coordinamento, che comprendono l'imposizione di sanzioni nei confronti dei Comuni per il mancato rispetto degli obblighi in capo ad essi; spetta, inoltre, ancora a questi ultimi la competenza in materia di pianificazione, costruzione e gestione degli impianti per la fornitura dell'acqua e per lo smaltimento delle acque reflue.

In Svezia, solo un numero limitato di municipalità provvede al servizio idrico attraverso un contratto di gestione stipulato con un soggetto privato, e tra questi, la maggior parte sono Comuni di piccole dimensioni e i relativi contratti sono stipulati per periodi di breve durata (massimo 3 anni).

Riguardo alla proprietà delle reti, anche se nessuna attualmente proibisce la proprietà privata degli impianti di approvvigionamento del servizio idrico e di smaltimento delle acque reflue, generalmente sono di proprietà del Comune; qualora, inoltre, le strutture indispensabili siano di proprietà di un soggetto diverso dal Comune, queste possono essere dichiarate "pubbliche".

Anche la Svezia sembra aver recepito le più recenti tendenze sulle modalità di gestione dal momento che è in aumento il numero dei Comuni che gestiscono il servizio idrico attraverso forme societarie. Anche dal punto di vista della proprietà delle infrastrutture, si è avuta negli anni una progressiva intensificazione del fenomeno della privatizzazione<sup>29</sup>. Tuttavia, il *Municipality Act* e il *Public Water and Wastewater Plant Act (1970/244)* stabiliscono che è illegale trarre profitto dalla gestione della rete idrica, anche nel caso in cui la gestione del servizio sia affidata a privati. In altri termini, le tariffe devono essere tali da assicurare semplicemente la copertura dei costi senza la possibilità di utilizzare gli utili se non reinvestendoli nel medesimo settore. Ciò impedisce, com'è ovvio, alle società private di corrispondere dividendi ai loro azionisti.

Anche in Finlandia esiste un sistema simile a quello svedese, e ciò per il forte ruolo giocato dalle municipalità, nonché per la maggiore presenza di capitale pubblico nella gestione del servizio, che può essere gestito secondo diverse modalità: si va dalle aziende municipalizzate,

---

<sup>29</sup> Ad esempio nel 1997 il Comune di Norrköping, uno degli otto Comuni più popolati della Svezia, ha affidato la gestione del servizio idrico, compreso il trattamento delle acque reflue, ad una società partecipata dal Comune e da una società multi-utilities, la Norrköping Environment & Energy Company, mentre nel 2001 il Comune di Norrtälje, attraverso la sua società, stipulò un accordo dal valore di circa 33 milioni di euro con la società Vivendi.

diffuse soprattutto nelle piccole realtà, alle società private partecipate, nella maggior parte dei casi, dall'autorità locale, ad enti pubblici sovracomunali, nati dall'associazione di più municipalità. Le principali fonti normative di riferimento sono il *Water Act* (264/1961), più volte emendato, e principalmente votato agli aspetti relativi alla protezione della risorsa idrica e il *Water Services Act* (119/2001), che individua le Autorità coinvolte nella gestione: il *Regional Environmental Centre*, con compiti di pianificazione e le due competenti autorità municipali per la protezione della salute e dell'ambiente, che attuano i piani regionali nel proprio territorio, prendendo le adeguate misure per garantire l'approvvigionamento dell'acqua.

La Finlandia, pertanto, si caratterizza per il fatto che la quasi totalità dei servizi idrici è in mano pubblica e ciò sia per quanto attiene alla proprietà delle infrastrutture che allo sfruttamento delle stesse, fino a arrivare, secondo gli ultimi dati, a circa il 99% di popolazione servita.

Analoga situazione si riscontra nei Paesi del Benelux: in particolare, nei Paesi Bassi, dove leggi nazionali regolano la disciplina delle acque superficiali e delle falde acquifere: il *Ground Water Act* (1981) e il *Water Boards Act* (1992). Si tratta di un sistema che prevede il coinvolgimento di una pluralità di soggetti nelle diverse fasi della gestione del servizio. Infatti, mentre al livello centrale, il Governo è responsabile della politica e della pianificazione generale, nel settore idrico, a livello locale operano le Province, i Comuni e i *Water Boards*, che rappresentano il tratto più significativo dell'esperienza olandese: in particolare, le Province devono delineare le strategie del regime delle acque superficiali e delle falde acquifere e hanno competenza nella gestione di queste ultime. Tale competenza non viene esercitata direttamente ma è delegata ai *Water Boards*, che le stesse Province hanno il potere di istituire e sopprimere. I *Water Boards*, annoverati tra le più antiche forme democratiche di governo dei Paesi Bassi, hanno funzioni di regolazione, controllo e pianificazione: nati come unioni di utenti, si sono evoluti fino a divenire Autorità locali riconosciute dalla Costituzione. Ad essi è demandata la responsabilità dello stato delle infrastrutture del sistema idrico, della gestione delle acque di superficie e del controllo della qualità e della quantità dell'acqua; tuttavia, i *Water Boards* operano sulla base del principio "interest – pay – say", e, conseguentemente, nel Consiglio di amministrazione sono rappresentati principalmente gli interessi più forti. Ai Comuni spetta invece la gestione operativa del servizio: o direttamente (ma l'unico caso di gestione tramite azienda municipalizzata è quello della Municipalità di Amsterdam)<sup>30</sup>, o delegando le funzioni a società a capitale pubblico, PLCs, cui partecipano Comuni e Province. Le società dell'acqua PLCs sono responsabili dell'approvvigionamento e della distribuzione dell'acqua potabile e devono osservare le prescrizioni del *Drinking Water Supply Act*. Il Governo, con periodicità annuale, effettua delle ispezioni presso le società al fine di verificare la conformità del servizio, dal momento che esse sono tenute a garantire il servizio agli utenti secondo standard qualitativi e quantitativi che rispettino i piani predisposti dalle Province. Nel 2004 è stata approvata una legge (*Waterleidingwet*) che elimina la precedente libertà di scelta del modello gestionale da parte dei Comuni, stabilendo che il servizio di distribuzione dell'acqua potabile agli utenti debba essere effettuato da s.p.a. interamente pubbliche, con la sola eccezione della città di Amsterdam, in cui il servizio è gestito da una municipalizzata, e da una società privata già esistente di piccole

---

<sup>30</sup> Water Time Research project, Water Time national context report, Netherlands 2004, reperibile su [www.psisru.org](http://www.psisru.org).

proporzioni<sup>31</sup>. In particolare, secondo la legge, a espletare il servizio deve essere una «persona giuridica qualificata», ovvero la persona giuridica partecipata al 100% da un ente pubblico. Essa prevede, infatti, che una società privata “*public limited company*” o “*private limited liability company*”, sia considerata “*gekwalificeerde*” ovvero “*qualified legal person*” a due condizioni:

i) la previsione nello statuto della proprietà statale, comunale o provinciale dell'intero capitale sociale considerati tutti “*publiekrechtelijke rechtspersoon*” ovvero “*public legal person*”;

ii) l'impossibilità di cedere il controllo della società ad un soggetto non qualificabile come “*public legal person*”. Sono invece ammesse joint ventures tra società pubbliche o considerate tali a norma dell'art. 1 della legge de qua. Infine, essa prevedeva espressamente che le società operanti all'1 settembre 2000 dovevano far sì che la società venisse trasformata in una “*qualified legal person*”.

Il recente processo del trasferimento della gestione del servizio idrico a società di diritto privato, anche se detenuto da Comuni e Province, è stato caratterizzato da un analogo processo di accorpamento e concentrazione tra le diverse società.

Anche nel caso del Belgio, si registra una netta prevalenza del capitale pubblico (seppure nell'ultimo decennio il settore privato abbia iniziato a guadagnare quote di mercato), nonché al preminente ruolo delle municipalità: infatti, le Regioni delegano i servizi alle municipalità, che adempiono all'obbligo di assicurare il servizio, spesso associandosi al fine di costituire enti inter-municipali con la responsabilità dell'espletamento dei servizi nelle aree di riferimento, in modo molto simile a quanto si è visto nel modello tedesco. Se si considera il modello di gestione preferito, il servizio è offerto, in prevalenza, direttamente dalle municipalità o anche da società municipalizzate ma finanziariamente autonome dal Comune, oppure dalle suddette associazioni inter-municipali, anche a partecipazione privata ma mai maggioritaria, o ancora a compagnie regionali (specialmente per la gestione dei servizi di fognatura) sotto l'amministrazione del Governo regionale. Da ultimo, il caso della Danimarca che ha un modello di gestione prevalentemente pubblico del servizio idrico. Si rileva, tuttavia, nel corso dell'ultima decade la nascita di società di gestione, interamente possedute dai Comuni, con funzioni di coordinamento all'interno del loro territorio. I Comuni, da parte loro, sono responsabili del servizio e hanno competenza nella distribuzione delle infrastrutture e dell'approvvigionamento alla popolazione.

Il ricorso a forme di gestione privata è limitato alle comunità minori ed alle aree rurali.

---

<sup>31</sup> Tale legge era stata proposta già nel 2001, ma poi il progetto non fu approvato.

### 2.3.3 Il Modello Inglese

Nel Regno Unito, l'organizzazione del servizio idrico si fonda prevalentemente sulla partecipazione di imprese private, sia nella gestione del servizio, che nella proprietà delle reti.

Seguendo l'iter evolutivo delle modalità di gestione del servizio idrico in Gran Bretagna, si può osservare che all'inizio del novecento l'erogazione del servizio avveniva tramite la gestione diretta in economia da parte dei Comuni, sistema che comportava elevati costi e che, a partire dagli anni cinquanta, fu progressivamente sostituito limitando gradualmente il ruolo delle collettività locali<sup>32</sup>; così, il *Water Resources Act* del 1973 dispose la regionalizzazione del sistema, ad eccezione di 29 compagnie private, che fornivano acqua potabile al 25% della popolazione, e che operavano sulla base di appositi *Private Acts* del Parlamento.

A partire, dal 1973, quindi, il sistema nazionale era centralizzato in dieci amministrazioni di bacino, le *Regional Water Authorities* (RWA), che svolgevano funzioni relative alla gestione dell'acqua a livello di uno o più bacini idrografici. I membri dei consigli di amministrazione di tali Autorità erano nominati dai Ministeri dell'Agricoltura e dell'Ambiente: i rappresentanti locali, in origine maggioritari, erano stati progressivamente ridotti fino alla loro eliminazione sotto il Governo Thatcher (col *Water Act* del 1983). Tali gestori pubblici detenevano anche la proprietà delle infrastrutture. Accanto alle RWA erano stati istituiti il *National Water Council*, incaricati di armonizzare le azioni delle RWA, e la *Water Authorities Association*, organo di rappresentanza a livello nazionale delle dieci RWA, nonché organo di coordinamento della pianificazione della risorsa idrica.

Questo sistema non ha dato, tuttavia, buona prova di sé, soprattutto per la coincidenza tra controllori e controllati che si veniva a determinare e per la penuria dei finanziamenti pubblici, che impedivano un'adeguata modernizzazione degli impianti, tanto da creare l'humus che portò all'approvazione, non senza polemiche, del *Water Act* del 1989 che statui la privatizzazione del settore idrico. Con il *Water Act* del 1989, si è proceduto al risanamento delle RWA che sono state alienate (con relativo trasferimento di proprietà delle infrastrutture) attraverso l'acquisto di quote da parte del pubblico inglese, e sono state trasformate in WaSCs (aventi forma di s.p.a.) e quotate in borsa, nel quadro di una più generalizzata tendenza alla privatizzazione dei servizi pubblici. In particolare, con gli art. 11 e 14 era previsto il rilascio, da parte del Segretario di Stato, alle società divenute private dei cosiddetti «instruments of appointment», approssimabili alle nostre concessioni, indicanti le «conditions», cioè il sistema dei vincoli e dei controlli nei confronti di tali società, garantito dal Direttore Generale del servizio idrico dell'*Office of Water Service* (OFWAT). Si tratta del quadro regolatorio, in cui le società dovranno operare.

---

<sup>32</sup> Ciò è avvenuto per effetto della grande riforma amministrativa del 1945, che ha ridotto a meno di 1200 gli enti di gestione dei servizi idrici. Essi sono stati poi ulteriormente ridotti a soli 187 nel 1973, per atto dei Ministeri della Sanità e dell'Ambiente. Di questi, un terzo avevano la forma di aziende municipali di singole città, un terzo di Authorities Sovraregionali e un terzo di piccole società private, che coprivano il 25% del volume totale dell'acqua distribuita. Segnaliamo che la stessa nozione di servizio pubblico locale denota il mero insieme di servizi forniti alla collettività locale, che continuano però a rimanere di competenza del Governo centrale (o diretta o tramite agenzie da questo formalmente separate ma soggette a direttive): cfr., per una più accurata illustrazione del servizio pubblico locale in Gran Bretagna, Bonechi, (2001).

Infatti, gli *instruments of appointment* definiscono, in particolare, l'area geografica di riferimento, la durata, il tipo di attività, e gli standard di servizio che le società devono garantire agli utenti. Tale quadro regolatorio, tuttavia, lascia uno spazio per eventuali negoziazioni tra i soggetti interessati e l'amministrazione sullo specifico contenuto che di volta in volta dovranno assumere gli *instruments of appointment*, dal momento che tutte le clausole, eccetto quella relativa alla durata della concessione, possono essere modificate dall'OFWAT, d'accordo con le società interessate<sup>33</sup>.

Per quanto attiene alla durata della concessione, invece, la condizione "O" stabilisce che essa sia rilasciata inderogabilmente per 25 anni, con rinnovo automatico, salvo disdetta da parte del Segretario di Stato, con un preavviso di almeno 25 anni: il che equivale, in pratica, ad una assegnazione a tempo indeterminato. Le compagnie private che gestiscono il servizio dipendono, poi, da una serie di autorità indipendenti di regolazione e vigilanza (*Non Departmental Public Bodies*).

In Inghilterra e Galles, oltre al Ministero dell'Ambiente (*Department for Environment, Food and Rural Affairs*, DEFRA) da un lato, e la *National Assembly for Wales* dall'altro, responsabili delle politiche industriali, relative all'acqua, è doveroso ricordare, in particolare, l'*Environment Agency*, responsabile degli aspetti relativi alla protezione dell'ambiente (già *National Rivers Authority* fino al 1995), con funzioni di polizia e compiti riguardanti l'autorizzazione alle captazioni e agli scarichi; il *Drinking Water Inspectorate* (DWI) con funzioni di vigilanza sanitaria sulla qualità dell'acqua, e l'OFWAT per il controllo sulla gestione economica e la determinazione, su base quinquennale, dei prezzi dell'acqua e degli standard di servizio. Il ruolo dell'OFWAT, determinante nel compensare la disparità di potere contrattuale che penalizza gli utenti rispetto al gestore, è quello, inoltre, di vigilare sul rispetto del *Competition Act* del 1998.

Meno incisivo, appare invece il ruolo delle collettività locali, limitato al controllo sulla qualità dell'acqua, aspetto questo che costituisce il tratto più caratteristico del modello inglese.

Dal punto di vista del funzionamento del "mercato" idrico, si ricorda che il *Competition Act* del 1998 riprese e integrò il *Water Industry Act* (WIA) del 1991, che sostituì il *Water Act* del 1989 dettando regole generali sulla concorrenza nel settore idrico; il WIA fu poi emendato nel 1999, con l'eliminazione del potere delle società di gestione di disconnettere i clienti domestici per il mancato pagamento delle bollette ed attribuendo all'OFWAT il potere di approvare gli schemi tariffari delle medesime società di gestione a protezione dei clienti più deboli. L'integrale privatizzazione del servizio, tuttavia, non risulta priva di aspetti problematici come quello relativo al fatto che le autorità di regolazione appaiono colonizzate dalle potenti compagnie private, attenuando così la loro credibilità in ordine alla tutela degli interessi degli utenti.

Significativi passi in avanti sono stati compiuti con il *Water Act* del 2003, che ha intensificato la concorrenza nel settore idrico dall'autunno 2005: infatti, esso ha stabilito che i grandi consumatori di acqua (clienti che consumano più di 50 megalitri l'anno) possono cambiare fornitore il quale erogherà il servizio utilizzando le medesime infrastrutture, dietro

---

<sup>33</sup> Per approfondimenti, cfr. Meggiolaro, Valbonesi, (2003). In caso di mancato accordo, la questione viene rinviata alla *Competition Commission* per una relazione in materia, anche se responsabile della decisione definitiva resta l'OFWAT. Si precisa, inoltre, che il Segretario di Stato può modificare unilateralmente le clausole in caso di fusioni tra società concessionarie o di esistenza di pratiche anticoncorrenziali, ex art. 17 del *Water Industry Act*.

licenza dell'OFWAT, con cui il fornitore acquista un certo quantitativo d'acqua dalla compagnia locale (*retail only licence*) ma senza comprendere anche la licenza di estrazione dell'acqua (*combined licence*).

A tale possibilità per i nuovi entranti, si accompagna il dovere delle precedenti compagnie di consentire l'accesso a chi detiene una delle su menzionate licenze. Così, se in passato i nuovi fornitori erano costretti a costruire le proprie infrastrutture, tale sistema ha introdotto un principio di concorrenza nel mercato, seppure solo per le grandi utenze commerciali (infatti, in genere, i piccoli consumatori acquistano l'acqua dalla compagnia che opera nella loro regione, senza avere possibilità di scelta). Inoltre, il *Water Act* (2003) ha ristrutturato l'OFWAT, sostituendo, con effetto dall'1 aprile 2006, un singolo Direttore Generale per i servizi idrici con una nuova Autorità di regolazione (*Water Services Regulatory Authority*) dotata di una struttura collegiale.

Infine, tale atto ha istituito un'Autorità indipendente per la protezione dei consumatori di Inghilterra e Galles nel settore idrico, il *Consumer Council for Water*<sup>34</sup>. Con questa legge, è stato avviato un processo di revisione delle *conditions degli instruments of appointment*, nel convincimento della necessità di elaborare nuove *water supply licences*. Con il *Water Act*, infatti, viene attribuito all'OFWAT il potere di modificarle senza passare per la *Competition Commission*.

Tra il 2005 e il 2007 in Inghilterra e Galles, si manifesta la tendenza tra le società di gestione a considerare la possibilità di separare la gestione dalla proprietà delle reti, fino ad allora in capo al soggetto gestore. Ciò poteva avvenire attraverso l'utilizzo di nuove forme societarie, e, infatti, diverse furono le soluzioni proposte all'OFWAT: si va dai *mutual trusts*, alle compagnie non-profit e altre, che l'Autorità analizza caso per caso. Oggi il modello prevalente, se non unico, è quello delle utilities verticalmente integrate lungo l'intera filiera. In queste due nazioni, tuttavia, la revisione quinquennale delle tariffe ha creato serie e crescenti difficoltà all'Ofwat e alle imprese ivi operanti.

In Scozia, due importanti interventi normativi disciplinano il settore in materia dei servizi idrici: il primo è il *Water Industry Act* del 2002 che riprende il *Water Industry Act* del 1999 e il *Local Government Act* del 1994; se quest'ultimo ha trasferito la responsabilità del servizio idrico dalle regioni a tre Autorità pubbliche dell'acqua, l'*Act* del 2002 ha invece creato lo *Scottish Water* unendo tali Autorità in un'unica Autorità indipendente per il controllo della qualità dell'acqua. Il secondo e più recente è il *Water Environment and Water Services Act* del 2003, con cui è stata recepita la dir. 2000/60. Le problematiche relative al caso dell'Inghilterra e del Galles, appena menzionato, sono state il principale driver che ha indotto il regolatore scozzese WICS a introdurre nel 2008 la concorrenza nella vendita al dettaglio. In Scozia la situazione era ulteriormente aggravata dalla presenza di una sola impresa che riforniva 5 milioni di persone, più i settori agricolo e industriale. Da quel momento, tutti i clienti non domestici della *Scottish Water* potevano rifornirsi da diversi distributori al dettaglio indipendenti dalla stessa. Nel 2010, oltre ai *retailers* appartenenti alla *Scottish Water*, esistevano altri 4 distributori al dettaglio autorizzati.

---

<sup>34</sup> Sulle novità introdotte dal *Water Act* del 2003, cfr. lo studio realizzato da OFWAT e DEFRA, *The development of Water Industry in England and Wales*, reperibile su [www.water.org.uk](http://www.water.org.uk).

Tuttavia, in Scozia la concorrenza a monte non esiste. Anche i *retailers* non appartenenti alla *Scottish Water* sono obbligati ad approvvigionarsi all'ingrosso dalla stessa, ma allo stesso prezzo che l'impresa riserva ai suoi distributori.

L'esempio della Scozia e il fallimento degli *inset appointments*, in Inghilterra e Galles, nel generare un'effettiva concorrenza nella distribuzione al dettaglio, anche per i grandi complessi industriali, ha portato a un rinnovato interesse per la concorrenza – sia nella vendita al dettaglio che nelle fasi a monte – almeno in Inghilterra. Alcune imprese (come Severn Trent, Northumbria e Anglia) hanno formulato alcune proposte su come incoraggiare la distribuzione all'ingrosso e incentivare la concorrenza. L'Ofwat ha diffuso diversi paper contenenti proposte volte ad aumentare il ricorso a meccanismi di mercato e incentrate sul contributo che può provenire da mercati *upstream* competitivi; infine, l'Agenzia dell'Ambiente ha reso note le sue idee su come migliorare la flessibilità e lo scambio di licenze di estrazione dell'acqua.

In Inghilterra, si sta manifestando un crescente interesse in favore dell'apertura del settore idrico alla concorrenza al dettaglio. Meno evidente risulta la tendenza a cambiamenti sul fronte *upstream*. Nonostante la disponibilità di alcune imprese verso un allargamento degli scambi, la maggior parte di esse si oppone al *compulsory trade* e alla separazione rete/servizi. Come osserva Stern (2011), per l'energia elettrica e il gas, <<chi si oppone alla concorrenza adduce il possibile rischio di perdita di economie di scopo che giocoforza si avrebbe qualora un'impresa verticalmente integrata venisse costretta all'*unbundling*>>.

Come osservato, l'Inghilterra rappresenta un unicum in Europa di totale privatizzazione del servizio idrico, con un forte ruolo delle Autorità di regolazione, e, di contro, una debole partecipazione delle municipalità.

### 2.3.4 Il Modello Francese

In Francia le politiche di gestione del servizio idrico sono di competenza del Governo, anche se è previsto un confronto con l'utenza e le comunità locali, attraverso tre gradi di raccordo: a livello nazionale, a livello di bacino idrografico e a livello locale. Con la legge sull'acqua del 16 dicembre 1964, n. 1245, primo importante passo verso un processo che avrebbe portato all'odierno sistema di gestione, sono stati istituiti i Comitati di Bacino e le Agenzie dell'Acqua per ciascuno dei bacini idrografici in cui è stato suddiviso il territorio francese. I Comitati di Bacino sono composti da funzionari degli enti gestori, da soggetti regolatori e da consumatori che definiscono le politiche di gestione del servizio idrico integrato a livello di bacino.

Le Agenzie, composte da un direttore nominato dal Governo e da un Consiglio Direttivo che raggruppa rappresentanti del Governo, degli enti locali e degli utenti, provvedono alla riscossione delle tariffe e alla distribuzione dei finanziamenti, in attuazione degli orientamenti dei rispettivi Comitati di bacino. Si tratta di enti senza scopo di lucro cui non è concesso di reinvestire i profitti al di fuori del settore dove gli stessi sono maturati.

Mentre il bacino rappresenta, pertanto, l'unità geografica di riferimento per le politiche programmatiche del servizio idrico nel Paese, spetta alle comunità locali la titolarità delle funzioni relative allo stesso, che svolgono le attività di regolamentazione del settore. Le municipalità contigue possono associarsi per la gestione del servizio, secondo forme differenti scegliendo tra quelle disciplinate nel *Code général des collectivités territoriales*.



Nel caso in cui la gestione del servizio idrico è affidata ad un soggetto pubblico si potrà avere una gestione in economia (*régie directe*), ormai limitata alle sole comunità rurali, o per mezzo di aziende municipalizzate (*régie à autonomie financière*), o ancora mediante aziende speciali (*régie à autonomie financière et personnalité morale*), nessuna in regime di concorrenza dal momento che in ciascuna di esse si procede ad affidamento diretto in-house a tempo indeterminato. Ciononostante, il metodo largamente diffuso è quello dell'affidamento ad operatori privati, sulla base di un contratto di *délégation*<sup>35</sup>, a condizioni (*cahiers des charges*) molto simili ai nostri capitolati. Pur potendosi la delegazione esplicare in una varietà di modalità, il tratto comune è rappresentato dalla proprietà pubblica delle infrastrutture con il trasferimento al gestore esclusivamente dei diritti d'uso, e della responsabilità del servizio.

Entrando nello specifico delle principali tipologie di affidamento, con l'*affermage*, le reti già esistenti su cui il Comune continua ad investire, vengono affittate a privati dietro pagamento di un canone, rimanendo in capo al concessionario il solo onere di effettuare i lavori strettamente necessari per il funzionamento delle infrastrutture; il distributore dovrà garantire il buon andamento della gestione di cui è tenuto a informare l'amministrazione. Il servizio è pagato attraverso una quota, definita dall'amministrazione, della tariffa sull'acqua, la restante parte è trattenuta dall'amministrazione per la copertura dei costi di investimento. La durata del contratto è, in genere, di dieci o quindici anni.

La *concession*, invece, costituisce la forma di affidamento caratterizzata dal maggior grado di responsabilità delegata: con essa le attività di costruzione e gestione delle reti vengono delegate a società private che ne sopportano interamente i rischi, ma senza alcun vincolo sui profitti, con la previsione che, scaduto il contratto, gli asset dovranno essere ritrasferiti al Comune nello stato in cui si trovavano all'atto della delega. Si possono identificare tre elementi peculiari della *concession*: la sua natura mista, sia contrattuale che regolamentare; il modo di remunerazione del gestore e la durata della concessione.

Riguardo al primo, la presenza di clausole di natura mista riflette la duplice natura del rapporto sottostante, da un lato tra la pubblica amministrazione e il soggetto gestore, e dall'altro tra questo e gli utenti. Dette clausole, infatti, disciplinano le modalità di gestione, il rapporto di lavoro con i dipendenti e il sistema di tariffazione, mentre quelle contrattuali stabiliscono le condizioni accordate dall'amministrazione al concessionario; con l'evidente differenza che l'amministrazione potrebbe modificare unilateralmente le prime ma non le seconde.

Riguardo agli altri aspetti peculiari della *concession*, per quanto concerne le modalità di remunerazione del gestore, il concessionario è legittimato a richiedere agli utenti le *redevances*, stabilite d'accordo con l'amministrazione.

Relativamente al periodo di concessione, la durata del contratto oscilla, mediamente, tra i diciotto e i venti anni, ciò al fine di consentire al gestore il recupero dei massicci investimenti effettuati.

In entrambe le forme presentate, pertanto, si effettua una delega completa delle responsabilità in capo ai privati con la differenza che solo nel caso dell'*affermage* le infrastrutture preesistevano al momento dell'affidamento; si tratta, comunque, delle tipologie di affidamento più diffuse in Francia.

---

<sup>35</sup> Sulla *délégation de service public*, cfr. Symchowicz, (1998).

Soluzioni intermedie tra la gestione diretta e la gestione delegata sono la *gérance* e la *régie intéressée*<sup>36</sup>. Nel primo caso, il servizio viene concesso in affidamento ad un terzo (anche società a capitale misto, prevalentemente pubblico, fino all'85%) per un massimo di sei anni: la municipalità conserva la responsabilità della gestione operativa e riscuote le fatture dagli utenti, mentre il gestore, che non investe capitali propri, viene pagato dalla municipalità in modo forfettario; la *régie intéressée* è una variante della prima, in cui il gestore condivide l'utile operativo partecipando alla riscossione, ma le perdite restano a carico della collettività territoriale. Prima della legge Sapin del 29 gennaio 1993, n. 122, la delega a tali società poteva originariamente avvenire direttamente, senza il ricorso a procedure concorsuali; possibilità cancellata dalla legge de qua (anti-corrruzione) con lo scopo di rendere più trasparenti i contratti di concessione.

La normativa prevede, infatti, l'obbligo per le municipalità di indire una gara sia per la prima concessione a terzi, società interamente private o miste, che, al termine del contratto, per ogni successiva concessione, principi poi trasfusi nel *Code general des collectivites territoriales*. Il contratto è così aggiudicato al miglior offerente tra le società, pubbliche o private, partecipanti alla gara. Con la legge Barnier del 1995, la durata dell'affidamento a terzi è ridotta a venti anni.

Tali normative si applicano a tutti i *contracts de délégation de service public*, il che si traduce nell'unificare in un'unica disciplina tutte le modalità di affidamento ad un privato della prestazione di un servizio reso all'utenza, indipendentemente dal modo di remunerazione del gestore prescelto, anche se dalla prassi diffusa nelle gare, si osserva che il criterio di scelta preferito dalle amministrazioni si basa sull'intuitu personae. Infatti, è designata una Commissione d'esame che vaglia le candidature sulla base di requisiti di natura principalmente finanziaria e professionale; in seguito, ai candidati ammessi a partecipare alla gara sono fornite le dovute informazioni sulle caratteristiche quantitative e qualitative delle prestazioni che saranno tenuti a garantire. La Commissione esprimerà un parere sul merito delle offerte al Sindaco, che è la sola Autorità investita del potere di trattare con uno o più concorrenti in gara e di affidare il servizio; egli è tenuto ad informare il Consiglio comunale, ma la sua decisione, pur presa nel rispetto dei principi di uguaglianza e di libera concorrenza, sotto il controllo di legittimità del giudice amministrativo, si rivela, in ultima analisi, discrezionale<sup>37</sup>. A ciò consegue che, ai *contracts de délégation* non si applica la disciplina del *Code des marchés publics*, per cui la scelta del gestore si fonda su stringenti criteri oggettivi basati sull'offerta economica, sui costi di esercizio, sul valore e la durata della prestazione, ma la selezione del contraente avviene a seguito di una "negoziazione", condotta secondo criteri predeterminati, ma sostanzialmente affidata alla discrezionalità dell'ente, con buona pace del rispetto dei principi comunitari.

Dal punto di vista soggettivo, lo Stato è titolare delle funzioni relative alle autorizzazioni, al prelievo ed allo scarico, ed al controllo sanitario di qualità. Tali funzioni sono esercitate dai servizi dipartimentali dei Ministeri competenti, con la supervisione della *Direction de l'eau du Ministre de l'Environnement*. In particolare, svolge importanti funzioni anche il *Conseil National de l'eau*, presieduto da un membro del Parlamento e composto da rappresentanti dell'Assemblea

---

<sup>36</sup> Su tale modo di gestione, cfr. Mendogni, (1995).

<sup>37</sup> Art. L 1411-1 del *Code general des collectivites territoriales*. Per approfondimenti, cfr. Traina, (2001).

nazionale, del Senato e di importanti istituzioni competenti in materia, che viene consultato in merito all'andamento della politica nazionale dell'acqua e nella preparazione dei necessari atti normativi; esso consta di diramazioni decentrate, le *Directions régionales de l'environnement* (DIREN), che controllano quantità e qualità delle acque non demaniali. Sono stati inoltre istituiti a scala dipartimentale, i *Services d'assistance technique à l'exploitation des stations d'épuration* (SATESE), che svolgono compiti di controllo e di supporto tecnico per le Autorità locali.

Dal punto di vista della protezione della risorsa idrica, occorre menzionare l'importante legge sull'acqua del 3 gennaio 1992, n. 3, che interviene sugli articoli da L 212-3 fino a L 212-7 del Codice dell'ambiente. Tale legge è rilevante anche per l'introduzione, in quella data, di nuovi strumenti di pianificazione e negoziazione.

A partire dal primo gennaio 2010, il servizio di distribuzione e depurazione delle acque di Parigi è stato rimunicipalizzato, assurgendo a simbolo delle campagne contro la privatizzazione dell'acqua. Si tratta della *retour en régie*. Tale ri-municipalizzazione è stata inserita in un processo politico iniziato nel 2008: tra il 2009 e il 2011, infatti, sarebbero arrivati a scadenza i contratti di concessione dei tre operatori privati (nelle mani di Suez e Veolia). Sulla scia dell'esperienza parigina, tendenze alla ri-municipalizzazione sono oggi annunciate in città come Aubagne, Valence, Rennes, Nizza e Bordeaux.

### 2.3.5 Il Modello Spagnolo

Nel sistema spagnolo, con l'art. 26 della *Ley reguladora de las Bases del Régimen Local* (l. 7/1985, di seguito LBRL) sono individuate le prestazioni obbligatorie minime, tra cui quelle relative ai servizi di approvvigionamento (*abastecimiento*), depurazione (*saneamiento*) e fognatura (*alcantarillado*). La legge, poi, introduce una clausola a carattere generale secondo cui al Municipio è riconosciuta la possibilità di svolgere ogni genere di servizi e prestazioni pubbliche nell'interesse generale della collettività di riferimento (art. 25).

L'art. 128, c. 2, CE, oltre a prevedere l'iniziativa economica pubblica, statuisce una riserva di risorse e servizi pubblici in favore del settore pubblico e ciò specialmente nei casi di monopolio, come anche di richiedere interventi privati quando lo esiga l'interesse generale. Con l'art. 86, c. 3<sup>38</sup> della LBRL, ai Comuni in regime di monopolio sono attribuiti i servizi di *abastecimiento* e *depuración* delle acque, per cui i *Municipios autosuficientes*, si ritrovano la gestione di tutta la filiera, dalla captazione fino al rubinetto.

L'elevato grado di frammentazione non facilita l'applicazione di un tale sistema<sup>39</sup>, per cui nella filiera si trovano ad operare organizzazioni ed enti specifici<sup>40</sup> facenti capo al *Ministerio del Medio ambiente* (come nel caso delle *Confederaciones* – o *Cuencas* – *hidrográficas*, equivalente funzionale delle Autorità d'Ambito italiane) e alle *Comunidades autónomas* (ad esempio le *Consejerías de obras públicas*), o ancora enti a carattere sovracomunale (*mancomunidades* o *consorcios*) e privati in determinate nicchie della filiera.

---

<sup>38</sup> In applicazione dell'art. 128 CE.

<sup>39</sup> Quasi 5000 Comuni con popolazione inferiore ai 1000 abitanti (dati di Settembre 2012).

<sup>40</sup> Amato, Bacigalupo, (2006).

Al di fuori dei casi di gestione integrata da parte di un ente sovracomunale, si osserva una separazione della fase di adduzione (a livello sovramunicipale e regionale) dalla fase della distribuzione, a livello locale: nella prima rientrano la *producción* (*captación, toma o alumbramiento*, nonché il *tratamiento o potabilización*) ed il *transporte* (*conducción o addicción*); la seconda comprende la *distribución* (*depósitos locales, distribución, acometida y mediación domiciliaria e industrial*). Alle *Confederaciones/Cuencas* spetta la *regulación*.

Ad ogni modo, mentre la proprietà degli asset resta sempre pubblica, fino alla soglia delle abitazioni, diverse possono essere le modalità di gestione: la gestione diretta riguarda il *Municipio por la propia Entidad local*, gli organismi autonomi e le imprese pubbliche (art. 85, c. 2, LBRL); le tipologie di affidamento indiretto sono invece<sup>41</sup>:

- *la concesión*, che prevede la gara<sup>42</sup>, salvo i casi di *tramitación urgente*<sup>43</sup>; questa forma non è prevista nel caso di imprese a capitale misto e comporta l'assunzione del rischio da parte al gestore;
- *la gestión interesada*, in cui profitti e rischi sono distribuiti tra l'Amministrazione e l'impresa che partecipa nella misura stabilita dal contratto;
- il *concierto*, che consiste nell'affidamento del servizio a persone fisiche o giuridiche, pubbliche o private che già svolgono attività analoghe (in genere nei settori sanitario e dei servizi sociali). In essa l'Amministrazione resta titolare e responsabile del servizio e dunque ne sostiene i relativi costi ma riscuote le tariffe remunerando il *concertado* con un compenso periodico nella misura stabilita dal contratto (art. 143 ss. DLRL);
- l'affidamento a una *sociedad de economía mixta*.

Per quanto concerne la durata del contratto, la legge fissa<sup>44</sup>, la durata massima dei contratti di gestione dei servizi, secondo la loro natura, da un minimo di 10 ed un massimo di 50 anni.

Oltre ai casi di affidamento del servizio, la partecipazione dei privati è prevista in altri due casi:

- il *contrato de concesión de obras públicas*, in cui viene affidata ad una impresa la realizzazione di una qualche opera per la gestione del servizio dietro compenso fissato dall'Amministrazione;
- il *contrato de servicios*, con cui si esternalizzano specifiche attività della filiera, con la previsione del sub-appalto eventuale delle prestazioni accessorie.

Dai primi anni novanta, tali forme di esternalizzazione si sono largamente sviluppate, dapprima attraverso le imprese a capitale interamente pubblico, per poi giungere a fenomeni di privatizzazione.

---

<sup>41</sup> Art.156 del Real Decreto Legislativo 2/2000, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (LCAP).

<sup>42</sup> Indetta dall'*Ayuntamiento pleno o dalla Diputación provincial* (Reglamento de servicios de corporaciones locales n. 196/1955, art. 124).

<sup>43</sup> Art.118 e 120 del Real Decreto Legislativo 781/1986, de 18 de abril, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Disposiciones Legales vigentes en materia de Régimen Local (DLRL).

<sup>44</sup> Art. 157 della LCAP.

Gonzalez Gomez, (2006)<sup>45</sup>, ha stimato, in ambito urbano (ove l'utilizzo delle risorse idriche ammontava però al solo 20%, con il rimanente 80% destinato al settore agrario), una gestione diretta (*en baja*) degli *Ayuntamientos* che copre il 6% della popolazione, di imprese pubbliche per il 42%, di imprese miste per l'11%, di imprese private per il 40% e di altre forme per l'1%.

È interessante osservare che il processo di privatizzazione si è generato non a seguito di politiche rispondenti alle teorie economiche dell'incentivazione della concorrenza ma a causa di una progressiva crisi del settore pubblico legata a diversi fattori come la scarsità delle risorse, l'elevato livello del debito e l'efecto *proximidad*<sup>46</sup>.

Rispetto ad altri Paesi europei, allora, le caratteristiche del modello spagnolo sono evidenti; in primis perché l'apertura ai privati non è passata, come in Inghilterra, attraverso la creazione di Autorità indipendenti di regolazione; in secondo luogo non è chiara la natura giuridica delle controprestazioni dovute dai beneficiari dei servizi di *abastecimiento*, non essendo disponibili dati che consentano la comprensione dei meccanismi di determinazione del prezzo.

Sembrirebbe che il sistema preveda il concetto di tassa nel caso della gestione diretta e di tariffa nel caso contrario<sup>47</sup>.

Per quanto concerne le strutture aziendali, si può osservare che il sistema spagnolo, per le sue caratteristiche, non favorisce la nascita di imprese private integrate verticalmente che svolgano tutte le attività della filiera; le imprese operanti nel settore si occupano, infatti, solo di una parte delle stesse e spesso sono presenti contemporaneamente anche in settori contigui (come quello dei rifiuti) e, dal momento che non esistono norme che impongano la separazione contabile, non risulta per nulla agevole il processo di determinazione dei costi, situazione questa che porta ad un sistema di determinazione politica delle tariffe. Da ultimo, è molto importante sottolineare che nel modello spagnolo esiste un sistema di sovvenzioni al consumo idrico da parte dell'Amministrazione che consente di scaricare i costi reali del servizio in quota maggiore sul contribuente rispetto all'utilizzatore finale, principio questo sostenuto anche dalla legislazione comunitaria<sup>48</sup>. In conclusione, il sistema spagnolo di gestione del servizio idrico vede predominante la componente pubblica tanto più che non vi sono dati dai quali inferire un'eventuale maggiore efficienza di una conduzione privata dello stesso.

---

<sup>45</sup> González Gómez, (2006).

<sup>46</sup> Maggior fiducia nel privato dopo le prime esperienze di privatizzazione in Municipi limitrofi.

<sup>47</sup> Art. 24, c. 2, del Real Decreto Legislativo 2/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales; Nel primo, infatti, la *Ley reguladora de las Haciendas Locales* inquadra tali introiti come di "diritto pubblico" e volti coprire i costi. Nel secondo caso pare potersi parlare di prezzi privati soggetti a regolazione amministrativa, in quanto dopo una prima approvazione del *pleno municipal* debbono essere approvati, in esito ad un procedimento abbastanza complesso, dalla *Comisión de Precios de la Comunidad Autónoma*, senza il vincolo del tetto dei costi sostenuti per l'erogazione del servizio, ma con un chiaro orientamento ad una politica dei prezzi in cui è predominante il fattore politico su quello economico, indipendentemente dalla natura pubblica o privata dell'impresa.

<sup>48</sup> L'art. 10 della dir. 2000/6090 obbliga gli Stati membri a provvedere entro il 2010 a che le politiche dei prezzi dell'acqua incentivino adeguatamente gli utenti a usare le risorse idriche in modo efficiente e contribuiscano in tal modo agli obiettivi ambientali della direttiva, e ad un adeguato contributo al recupero dei costi dei servizi idrici a carico dei vari settori di impiego dell'acqua, suddivisi almeno in industria, famiglie e agricoltura tenendo conto del principio «chi inquina paga».

### 2.3.6 Il Modello Italiano: Un Confronto tra i Paesi

Il nostro modello di gestione del servizio idrico presenta, per certi versi, caratteristiche simili a quelle del sistema francese, per altri si avvicina a quello tedesco. Infatti, in Italia come in Francia il territorio nazionale è stato suddiviso in bacini idrografici che rispondono a esigenze di programmazione e pianificazione finalizzate a una più efficace tutela della risorsa idrica anche se, in entrambi i casi, la gestione si realizza non a livello di bacino ma ad un livello inferiore (cioè comunale in Francia e provinciale in Italia, stante la generale coincidenza dell'ATO con il territorio provinciale). A differenza del modello francese, tuttavia, il sistema italiano, come quello tedesco, è caratterizzato da una netta prevalenza del capitale pubblico se si considera la natura giuridica degli enti che lo gestiscono.

Dal punto di vista dell'organizzazione del servizio idrico in Italia, l'impianto normativo introdotto con la "legge Galli"<sup>49</sup> è stato radicalmente rivisto dal Testo Unico dell'Ambiente<sup>50</sup>, in attuazione della legge delega 15 dicembre 2004, n. 308, che ha abrogato espressamente la legge de qua. Il Codice dell'ambiente pur essendo entrato in vigore, peraltro tra numerose polemiche, il 29 aprile 2006, di fatto, per problematiche relative alla sospensione dei suoi decreti attuativi, dovuta ad una presunta violazione delle procedure di adozione degli stessi, è rimasto in stato di inoperatività per diverso tempo. Nello stesso anno viene dato avvio al processo di revisione del Codice con l'adozione, il 31 Agosto 2006, del primo decreto correttivo<sup>51</sup>, che si è, invero, limitato alla programmazione dei successivi interventi correttivi della disciplina del testo unico.

Al primo, il 12 ottobre 2006, fa seguito un secondo approvato in via preliminare dal Consiglio dei Ministri e caratterizzato sulla disciplina sostanziale del testo, ma coinvolgendo solo marginalmente la disciplina riguardante il settore idrico.

Il nuovo Codice introduce una serie di novità rispetto alla previgente disciplina in materia di servizi idrici che richiamiamo brevemente.

Con la legge Galli, le Regioni ricevevano il compito di definire gli Ambiti Territoriali Ottimali (ATO), in modo che gli stessi rappresentassero il necessario riferimento spaziale per l'aggiudicazione del servizio secondo le modalità di cui alla legge 8 giugno 1990, n. 142, poi trasfuse nell'art. 113 del d.Lgs. 267/2000 e successive modifiche. Il sistema si caratterizzò sin da subito dal fatto che molte delle assegnazioni del servizio furono compiute in favore di società a partecipazione interamente pubblica, secondo lo schema dell'in-house providing, e di società miste, molte delle quali interamente controllate dagli enti locali. Di contro, molto esiguo è il numero delle procedure concorsuali effettuate per l'affidamento del servizio a terzi, tendenza che permane anche a seguito di successive revisioni della disciplina sulle modalità di gestione del servizio. La gestione resta caratterizzata dalla vigenza di un regime per il servizio idrico diverso da quello relativo agli altri servizi pubblici, dal momento che il primo è stato, sin da subito, esente dall'applicazione della disciplina finalizzata a stimolare la concorrenza, che aveva imposto la gara come unico mezzo di affidamento della gestione in tutti i servizi pubblici locali.

---

<sup>49</sup> Legge 5 gennaio 1994 n. 36.

<sup>50</sup> Decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152.

<sup>51</sup> Emanato con decreto legislativo 8 novembre 2006, n. 284.

Le principali novità introdotte dal Codice dell'ambiente<sup>52</sup>, riguardo alle modalità di affidamento, contemplano in primis, la regola generale del ricorso alla gara, considerando, invece, l'affidamento in-house, l'ipotesi residuale, percorribile solo in presenza di obiettive ragioni tecniche o economiche; inoltre, si prevede la possibilità di ricorrere a forme di gestione miste, a condizione che il socio privato sia stato scelto, prima dell'affidamento, con gara; infine, nel caso di Comuni sotto i mille abitanti, inclusi nel territorio delle Comunità montane, essi possono scegliere di non aderire all'ATO e di continuare nelle gestioni in economia, oppure di ricorrere a società a capitale interamente pubblico da essi controllate.

Quanto alle gestioni già esistenti, che non si fossero aperte ai privati, si prevedeva che, si sarebbe dovuto comunque provvedere alla cessione dell'affidamento al 31 dicembre 2007, in quanto il termine per la cessazione delle gestioni esistenti e la sostituzione con le nuove, affidate secondo i nuovi principi, era divenuto il 31 dicembre 2007, dopo la proroga di un anno introdotta con la legge 248/2006. In sintesi, il Codice non bandisce ogni forma di affidamento senza gara ma le subordina alla restrittiva presenza di determinati requisiti, inoltre, non esclude la presenza contemporanea di più gestori all'interno dell'Ambito.

Il Codice, inoltre, prevede che venga obbligatoriamente istituita, per ciascun ambito, un'Autorità d'Ambito (di seguito AATO) alla quale i Comuni trasferiscono l'esercizio delle proprie competenze in materia di organizzazione del servizio, scelta della forma di gestione, determinazione della tariffa, affidamento della gestione e controllo; si tratta di un'importante novità rispetto al quadro offerto dalla legge Galli, in cui non vi era alcuna previsione circa l'istituzione di una nuova Autorità che, peraltro, nella prassi, era stata già introdotta da tutte le leggi regionali.

Inoltre, con l'abrogazione della legge 18 maggio 1989, n. 183 scompaiono le vecchie Autorità di bacino, sostanzialmente trasformate in Autorità di bacino distrettuale<sup>53</sup>.

Per quanto concerne l'aspetto relativo alla proprietà delle reti e alla gestione delle stesse, da un lato si sottolinea l'appartenenza degli asset al demanio locale che ne determina l'inalienabilità, per cui vengono affidati in concessione d'uso gratuita al gestore del servizio idrico, che si assume tutti gli obblighi ad esso relativi per la durata della gestione, e dall'altro si conferma l'implicito divieto di separazione tra la gestione della rete e del servizio (art. 151)<sup>54</sup>.

Si segnala, brevemente, il disegno di legge delega c.d. Lanzillotta del Luglio 2006, specificamente dedicato ai servizi pubblici locali: per quel che riguarda il servizio idrico, esso, in pratica, rende, in modo esplicito, immuni le reti e il servizio di gestione dalle liberalizzazioni

---

<sup>52</sup> Quaranta, (2006).

<sup>53</sup> Come previsto dalla dir. 2000/60103, pur rimandando la loro istituzione ad un successivo decreto (art. 63 ss.). Occorre però precisare che il termine di funzionamento delle vecchie Autorità di bacino, originariamente fissato al 30 settembre 2006, è stato prorogato dal primo decreto correttivo nelle more della costituzione dei distretti idrografici e della revisione della relativa disciplina legislativa con un successivo decreto legislativo correttivo.

<sup>54</sup> Già desumibile dalla legge Galli, che poneva a carico del gestore le attività di manutenzione e rinnovo delle infrastrutture (art. 11, c. 2, lett. f) e h), art. 13, c. 2, e art.16), e ribadito espressamente da una circolare del Ministero dell'Ambiente del 18 marzo 2003. Dal punto di vista delle modalità di gestione, i decreti correttivi del Codice dell'Ambiente non prevedono significative modifiche alla relativa disciplina, se si eccettua l'abolizione della facoltà dei Comuni al di sotto dei mille abitanti di non partecipare all'ATO (progetto di secondo decreto).

programmate<sup>55</sup>, esprimendo, pertanto, un orientamento di segno opposto rispetto allo spirito liberalizzatore che aveva animato il legislatore del testo unico.

Infine, con il decreto legge 135 del 25 settembre 2009 noto come decreto Ronchi, in sintesi, si stabilisce che l'affidamento del servizio idrico avvenga attraverso:

- gare pubbliche;
- società miste con socio privato operativo con partecipazione non inferiore al 40%, individuato mediante procedura ad evidenza pubblica;
- in via eccezionale, su parere dell'AGCM, affidamenti in house.

La fase transitoria prevedeva la cessazione delle gestioni in essere:

- al 31 dicembre 2010, affidamenti senza gara e società in house prive del controllo analogo;
- al 31 dicembre 2011, affidamenti in house ed a società miste senza selezione con procedura ad evidenza pubblica del socio privato con attribuzione dei compiti operativi.

Tuttavia, nei medesimi termini, le gestioni in house e le società miste non conformi potevano adeguarsi alle nuove regole cedendo, con adeguata procedura ad evidenza pubblica, almeno il 40% ad un operatore industriale. Per effetto del decreto Ronchi, gli enti locali sono tenuti a vendere con procedura ad evidenza pubblica a un socio privato, con attribuzione dei compiti operativi, una quota di capitale delle società con affidamenti in house, pena la cessazione dell'affidamento.

Come osservato, la regolazione del SII, a partire dalla legge 36/94 (Galli) e in gran parte confermata dal d.lsg. 152/2006 era impostata sui seguenti "attori" e sulle seguenti regole: il CoViRi (Comitato di Vigilanza sull'uso delle risorse idriche, poi Commissione, poi Agenzia), le AATO, il D.M.LL.PP 1/8/96 (Metodo Normalizzato) e la Convenzione Tipo Regionale.

Dal 2010, si è dato avvio ad un processo di riforma: le principali funzioni del CoViRi sono passate all'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG) e le AATO sono state soppresse affidando alle regioni il compito di riattribuire le loro funzioni.

Con il decreto legge 201/11, il cosiddetto decreto 'Salva-Italia', sono state attribuite all'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas "le funzioni attinenti alla regolazione e al controllo dei servizi idrici" in precedenza affidate all'Agenzia nazionale per la Regolazione e la Vigilanza in materia di acqua. Queste funzioni, che l'Autorità esercita con gli stessi poteri attribuiti dalla sua legge istitutiva, la n. 481 del 1995, fanno riferimento a diversi aspetti del servizio idrico integrato: dalla definizione dei costi ammissibili e dei criteri per la determinazione delle tariffe a copertura di questi costi, alle competenze in tema di qualità del servizio, di verifica dei piani d'ambito e di predisposizione delle convenzioni tipo per l'affidamento del servizio.

L'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG), considerate le funzioni attribuitegli recentemente dalla legge (D.L. 201/2011 e D.P.C.M. 20 luglio 2012) a seguito dell'esito del

---

<sup>55</sup> In base all'art. 1, lett. a).



referendum sull'acqua, ha approvato un insieme di provvedimenti di regolazione per il servizio idrico integrato.

Nella regolazione dei servizi idrici sono comprese tutte le attività di captazione, potabilizzazione, adduzione, distribuzione, fognatura e depurazione, definite con il dpcm 20 luglio 2012.

L'AEEG, dopo un articolato processo di consultazione con i soggetti interessati (avviata con il documento 204/2012/R/idr e dettagliata con l'ulteriore documento 290/2012/R/idr), ha in particolare definito il metodo transitorio per la determinazione delle tariffe (delibera 585/2012/R/IDR); ha inoltre:

- avviato un'istruttoria conoscitiva per verificare alcuni comportamenti dei gestori potenzialmente non conformi alla normativa vigente e lesivi dei diritti degli utenti;
- approvato la prima direttiva per la trasparenza dei documenti di fatturazione (delibera 586/2012/R/IDR).

Con la delibera 585/2012/R/idr, l'Autorità ha, infatti, approvato i criteri per determinare le tariffe del servizio idrico integrato nel biennio 2012-13, compresi i servizi di captazione a usi multipli e di depurazione a uso industriale e civile. La metodologia proposta non ha determinato le tariffe, ma definito i criteri per la loro quantificazione, anticipando le linee generali di quella definitiva, prevista a partire da quest'anno.

Il metodo transitorio MTT, per il quale l'Autorità ha anche messo a disposizione uno strumento per il calcolo aggiornato alle ultime modifiche/integrazioni pubblicate con la deliberazione 88/2013/R/idr, ha riguardato tutte le gestioni, ad eccezione di quelle che applicano il metodo tariffario per le gestioni ex-CIPE (MTC) e delle Province autonome di Trento e Bolzano e della Regione autonoma Valle d'Aosta per le quali è stata confermata, per i soli anni 2012 e 2013, l'applicazione del metodo tariffario vigente.

Nel provvedimento, dopo la descrizione dei criteri per la sussistenza dell'ambito oggettivo e soggettivo di applicazione e delle condizioni per l'aggiornamento tariffario, sono definite le seguenti componenti di costo del servizio:

1. costi delle immobilizzazioni, intesi come la somma degli oneri finanziari, degli oneri fiscali e delle quote di restituzione dell'investimento;
2. costi della gestione efficientabili, intesi come i costi operativi endogeni alla gestione del servizio, ovvero costi sui quali la gestione può esercitare un'azione di efficientamento;
3. costi della gestione non efficientabili, intesi come i costi operativi esogeni alla gestione nel periodo considerato (costo dell'energia elettrica, costo delle forniture all'ingrosso, mutui e canoni riconosciuti agli enti locali, costi di funzionamento delle Autorità, altre componenti di costo);
4. eventuale componente di anticipazione per il finanziamento dei nuovi investimenti.

Le maggiori novità derivano dall'adozione di meccanismi tariffari già in uso nel settore gas.

Da un sistema di regolazione tariffaria ex ante si passerà dunque ad una regolazione ex post basata sul riconoscimento di costi di consuntivo.

## 2.4 Conclusioni

Dalla comparazione tra i modelli passati in rassegna, sono emersi importanti elementi per svolgere alcune riflessioni sullo stato dei servizi idrici e sul grado di apertura dei mercati nei rispettivi paesi. In primo luogo, grande è la varietà di soluzioni individuate nei diversi sistemi, espressioni delle diverse forme statali presenti nelle varie realtà. In secondo luogo, ad eccezione del caso inglese, il comune denominatore è rappresentato dalla presenza del pubblico nella gestione del servizio idrico, legata alla particolare natura del bene nonché ai vincoli tecnici ed economici che, come si è osservato nel precedente capitolo, creano le condizioni ideali per il configurarsi di situazioni di monopolio naturale, rendendo inattuabile o estremamente difficoltoso l'insaturarsi di dinamiche di concorrenza nel mercato. Inoltre, diversamente da altri settori come, per esempio, le telecomunicazioni, nel settore idrico non si sono registrate innovazioni di processo e di prodotto in grado di spingere verso un maggior grado di apertura dei mercati. L'inevitabile presenza di *sunk costs*, inoltre, è un ulteriore fattore che impedisce lo sviluppo di dinamiche concorrenziali all'interno del mercato, e ciò spiega la tendenza all'utilizzo di forme di *competitive public procurement*, tranne nel caso del sistema britannico, come detto totalmente privatizzato.

Dal punto di vista della domanda, la particolare natura del bene acqua destinato al soddisfacimento dei bisogni essenziali, generando benefici per la società nel suo complesso maggiori rispetto a quelli percepiti dal singolo consumatore/utente, pone un forte freno alle politiche tariffarie. A tale riguardo, basterà osservare ciò che accade nel modello spagnolo, dove se da un lato, vanno sviluppandosi forme di affidamento a terzi del servizio, dall'altro non si osservano significativi scostamenti dai modelli classici di gestione, per cui la logica di determinazione delle tariffe risponde più a criteri politici che manageriali.

Dal punto di vista dell'offerta, nel settore dei servizi idrici in particolare e più in generale in quello delle public utilities, non si segnala la presenza delle condizioni di applicazione delle forme di concorrenza *alla Demsez* per lo sviluppo di livelli di *second best* di efficienza allocativa. L'impossibilità di eludere completamente il determinarsi di situazioni di monopolio naturale, evidentemente ostacola la piena conoscenza della struttura e del funzionamento del mercato e frena la diffusione delle tecnologie, creando forti barriere ai potenziali entranti.

Come conseguenza, è molto ridotto il numero delle imprese che partecipano alle aste ed è noto come ciò aumenti le probabilità di comportamenti opportunistici da parte delle imprese. La gestione del servizio idrico comporta, come descritto nel precedente capitolo, lo svolgimento di una serie di attività che richiedono ingenti investimenti in capitale fisso che generano forti barriere all'uscita, in tal modo impedendo a monte la diffusione di forme di concorrenza all'interno del mercato. L'alternativa sarebbe la frammentazione delle singole fasi della filiera in una molteplicità di aziende che determinerebbe, tuttavia, un incremento dei costi e una drastica diminuzione delle economie di scala, nonché maggiori difficoltà organizzative per livello di amministrazione. In alcuni casi, come nel modello tedesco, si assiste alla nascita di imprese

*multi-utility*, con evidente aumento delle complessità gestionali. La competizione *a la Demsez* si pone come obiettivo quello della stipula di un accordo tra l'ente titolare ed il soggetto gestore i cui contenuti, tuttavia, non sono facilmente determinabili, il che si traduce, nel caso di un bene essenziale come quello idrico, nell'inevitabile intervento pubblico. Tale intervento, dovrebbe comportare, quantomeno, la definizione di un'Autorità di regolamentazione del settore, anche se dal quadro comparativo ivi esposto, sembra che la tendenza comune sia quella di assecondare gli orientamenti verso la necessità di un intervento pubblico nel settore, residuando margine per valutazioni legate alla definizione dei soli livelli di desiderabilità<sup>56</sup>.

---

<sup>56</sup> Cfr. Bracchitta et al., (2007).

## 3 Rassegna Ragionata della Letteratura

### 3.1 Introduzione

In questo capitolo cercheremo di sintetizzare alcune linee di ricerca in merito allo studio dei costi di gestione dei servizi idrici in Italia, quali emergono dalle pubblicazioni in questo settore.

In realtà, esiste una vasta e ben consolidata letteratura in materia: qui di seguito riportiamo alcuni modelli che riteniamo particolarmente significativi. Si passeranno in rassegna i principali studi sul tema e le tecniche econometriche utilizzate, che saranno brevemente richiamate. In particolare, verranno analizzati gli studi e le analisi empiriche che hanno avuto ad oggetto le prestazioni dei servizi idrici in termini di costi e quelle sulle performance qualitative dei gestori delle risorse idriche, nonché si valuterà l'utilizzo dell'analisi di benchmark nel settore idrico e si presenteranno gli studi relativi al comparto italiano.

### 3.2 Modelli Translogaritmici e Modelli a Frontiera Stocastica

Ricordiamo che una funzione di costo translogaritmica è una generalizzazione della funzione di produzione di Cobb-Douglas: quest'ultima, com'è noto, stabilisce un modello che lega la produzione totale  $Y$  di un bene alla forza lavoro  $L$  (le ore uomo lavorate in un anno) e al capitale  $K$  (l'intero valore delle infrastrutture necessarie alla produzione)<sup>57</sup>:

$$Y = AL^\alpha K^\beta$$

dove  $A$  è la produttività totale dei fattori e  $\alpha$  e  $\beta$  sono le elasticità di output del lavoro e del capitale rispettivamente (che si considerano costanti nel modello).

Questo modello, che interpreta la produzione come un output legato a due input, si generalizza a un modello con un output e  $n$  input:

$$Y = A \prod_{k=1}^n x_k^{\lambda_k}$$

dove i  $\lambda_k$  sono positivi (e idealmente hanno somma uno in un regime di concorrenza perfetta).

Un modello più generale è dato dalla funzione translogaritmica (introdotta da Christensen et al., 1971), comunemente utilizzata per modellare la funzione di costo in un servizio di erogazione idrica. Il motivo della popolarità di questa scelta risiede nel fatto che la funzione translogaritmica impone pochissimi vincoli a priori sulle caratteristiche tecnologiche del sistema in esame.

Il modello translogaritmico offre una approssimazione quadratica e prevede due input, il capitale e il lavoro, esattamente come nel modello di Cobb-Douglas<sup>58</sup>.

---

<sup>57</sup> Un caso particolare spesso utilizzato assume  $A = 1$  e  $\beta = 1 - \alpha$ .

<sup>58</sup> Cfr. Christensen et al.,(1971).

Nel caso che ci interessa, la funzione di costo si esprime in termini delle seguenti quantità:

1. I prezzi  $w_i$  dei fattori di produzione variabili;
2. Il volume  $Q$  di acqua distribuita agli utenti;
3. Una serie di indicatori di qualità  $q_j$  (per esempio: le perdite nella rete di distribuzione, la qualità dell'acqua distribuita, il livello di soddisfazione degli utenti, etc.);
4. Una serie di variabili edoniche che rappresentano specificità del servizio e che impattano direttamente sulla produzione del servizio stesso, codificate in un vettore di elementi  $z_k$ .

La funzione di costo variabile translogaritmica si può definire come una approssimazione del secondo ordine, in scala logaritmica, della funzione  $C(w, Q, q, z)$  sviluppata secondo la formula di Taylor per funzioni di più variabili:

$$\begin{aligned}
 \ln(C) = & \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln \omega_i + \alpha_Q \ln Q + \sum_j \beta_j \ln q_j + \sum_k \gamma_k \ln z_k + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \alpha_{ij} \ln \omega_i \ln \omega_j \\
 & + \frac{1}{2} \alpha_{QQ} (\ln Q)^2 + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln q_i \ln q_j + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \ln z_i \ln z_j \\
 & + \sum_j \alpha_{Qj} \ln Q \ln \omega_j + \sum_i \sum_j \eta_{ij} \ln \omega_i \ln q_j + \sum_i \sum_j \delta_{ij} \ln \omega_i \ln z_j \\
 & + \sum_j \delta_{Qj} \ln Q \ln q_j + \sum_i \theta_{Qj} \ln Q \ln z_j + \sum_i \sum_j \theta_{ij} \ln q_i \ln z_j
 \end{aligned}$$

dove le lettere greche indicano parametri o famiglie di parametri indicizzati che sono da determinarsi in fase di analisi empirica.

Notiamo esplicitamente che, laddove un modello ometta uno o più gruppi di variabili, i termini corrispondenti, semplicemente, non figureranno nella formula precedente, in quanto la funzione  $C$ , non dipendendo da essi, non ha derivate parziali rispetto ad essi, e dunque questi non intervengono nello sviluppo di Taylor.

La minimizzazione delle variabili di costo si effettua, come di consueto, applicando il lemma di Shepard<sup>59</sup> così ottenendo la domanda condizionale di input  $x_i$  pari a:

$$x_i = \frac{\partial C}{\partial \omega_i} = \frac{C}{\omega_i} \frac{\partial \ln C}{\partial \ln \omega_i}$$

da cui, per l'equazione precedente, la parte di costo per l'input  $i$ -esimo risulta:

---

<sup>59</sup>Secondo il quale la domanda condizionale di input  $x_i$  è la derivata parziale della funzione di costo  $C$  rispetto al prezzo  $\omega_i$ .

$$S_i = \frac{\omega_i x_i}{C} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln \omega_i} = \alpha_i + \frac{1}{2} \sum_j \alpha_{ij} \ln \omega_j + \alpha_{Q_i} \ln Q + \sum_j \eta_{ij} \ln q_j + \sum_k \delta_{ik} \ln z_k$$

In questo modello “esatto” si inserisce nella stima un elemento aleatorio  $\varepsilon$  che rappresenta le variabili omesse dal modello: la equazione per il logaritmo del costo e per le sue parti relative a un singolo input è:

$$\ln(C_h) = \ln C(Q_h, q_h, \omega_h, z_h) + \varepsilon_{C_h}$$

dove  $h = 1, \dots, H$  è il numero dei servizi e, i termini aggiuntivi nei membri destri delle equazioni, rappresentano gli errori dovuti a variabili omesse.

La stima dei parametri di questo modello avviene con un metodo di regressione (per esempio la *Seemingly unrelated regressions*, etc.). Considerare una frontiera stocastica di costo variabile vuol dire sostanzialmente spezzare il termine  $\varepsilon$  di errore in due parti:

$$\varepsilon_{C_h} = v_{C_h} - \mu_{C_h}$$

dove  $\mu_{C_h} \geq 0$  rappresenta l'inefficienza del costo (che si suppone influenzato da fattori esogeni non unicamente riconducibili agli indicatori edonici  $q$ ), mentre  $v_{C_h}$  riflette l'eterogeneità non osservabile dei costi: entrambe vanno considerate variabili indipendenti con distribuzioni  $N(\rho, \sigma_\mu^2)$  e  $N(0, \sigma_v^2)$ : il parametro  $\rho$  della distribuzione normale troncata a zero è da determinarsi nella stima. A parte questa particolarità del termine correttivo, si può utilizzare una funzione di costo qualsiasi, per esempio translogaritmica: l'output prodotto dall' $h$ -esimo servizio è allora

$$y_h = \ln C_h + v_{C_h} - \mu_{C_h}$$

Per quanto riguarda la scelta dei parametri, solitamente si stimano i seguenti:

$$\sigma^2 = \sigma_\mu^2 + \sigma_v^2, \quad \gamma = \frac{\sigma_\mu^2}{\sigma_\mu^2 + \sigma_v^2}$$

In particolare, il test di significatività di  $\gamma$  equivale a un test di validità della frontiera stocastica.

Con queste posizioni, l'efficacia del servizio  $h$ -esimo secondo questo modello è stimata dalla funzione  $\exp \mu_h$ , cfr. Bouscasse et al (2008).

### 3.3 Gli studi empirici

La letteratura empirica sui costi di gestione del servizio idrico risale alla metà del 1970. Da allora fino alla metà del 1990, gli studi econometrici sul tema si sono concentrati negli Stati Uniti. Solo dopo, infatti, i primi studi sul tema emergono anche nel Regno Unito in seguito alla privatizzazione del settore. Negli ultimi anni, l'interesse per il dibattito è sorto anche nel resto dei paesi. Il primo studio econometrico sulle prestazioni dei servizi idrici in termini di costi è quello di Mann, Mikesell (1976), che studiarono 188 gestori pubblici e 26 privati negli Stati Uniti considerando variabili sia ambientali (disponibilità di acqua nel territorio, densità di popolazione, etc.) che istituzionali (proprietà, giurisdizione statale o locale, etc.) giungendo con il loro modello alla conclusione che le utilities private erano essenzialmente più costose di quelle pubbliche.

A questi seguirono diversi altri studi empirici, come quello di Morgan (1977), che spostò l'attenzione sui costi operativi, limitando le variabili non operative alla sola variabile dummy proprietà pubblica/privata, e trovando in questo modo, su un campione meno esteso di quello di Mann, Mikesell (1976), che i costi del servizio con il privato erano inferiori che col pubblico.

Altri studi, su campioni tuttavia diversi e più ristretti della realtà statunitense, confermarono in parte le conclusioni di Morgan (1977), in parte quelle opposte di Mann, Mikesell (1976), come quello di Crain and Zardkoohi (1978), che analizzarono un campione di dati relativi a imprese in 38 stati degli Usa registrando una minore efficienza delle imprese private rispetto a quelle pubbliche. Utilizzando un approccio simile, Bruggink (1982), su un campione di 86 imprese negli Usa, giunse alle stesse conclusioni. Uno dei primi e più interessanti utilizzi delle funzioni di costo translogaritmiche è stato effettuato da Feigenbaum e Teeple (1983), che, con l'ausilio di variabili edoniche, hanno studiato oltre 300 aziende statunitensi, fra pubbliche e private, giungendo alla conclusione di una sostanziale parità nell'efficienza del servizio pubblico e privato. Questa parità di efficienza fra i due comparti è stata confermata anche da Fox e Hofler (1986), Teeple e Glyer (1987) e Byrnes et al. (1986), sempre utilizzando campioni relativi alla vasta e complicata realtà statunitense. Hayes (1987), inoltre, ha studiato un campione di aziende statunitensi del settore, utilizzando una funzione di costo quadratica multi-prodotto per stabilire l'esistenza di economie di scopo nella vendita di acqua al dettaglio e all'ingrosso.

Pochi anni dopo, Raffie et al (1993), su un campione di imprese statunitensi, giunsero a risultati diversi, registrando una maggiore efficienza delle imprese private rispetto a quelle pubbliche.

La sostanziale equivalenza, in termini di efficienza, fra servizi pubblici e privati fu ancora la conclusione di Bhattacharya et al. (1995), fra i primi a utilizzare la frontiera stocastica come modello di costo. Essi notarono anche una maggiore efficienza, su piccola scala, della gestione privata rispetto a quella pubblica e viceversa una maggiore efficienza, su grande scala, del pubblico rispetto al privato.

Hayes (1987), invece, studiò un campione di aziende statunitensi del settore, utilizzando una funzione di costo quadratica multi-prodotto per stabilire l'esistenza di economie di scopo nella vendita di acqua al dettaglio e all'ingrosso.

Lambert et al. (1993), hanno studiato un campione di imprese statunitensi mostrando una netta superiorità in termini di efficienza delle imprese pubbliche rispetto alle imprese private.

Lynk (1993), ha analizzato un campione di 10 Agenzie regionali e 28 imprese private, in Inghilterra e Galles, utilizzando una funzione di costo stocastica. Dallo studio non risultano elementi per un confronto diretto di efficienza tra privato e pubblico ma solo informazioni sui livelli medi di efficienza.

Hunt and Lynk (1995), in uno studio condotto su 10 imprese in Inghilterra e Galles, mostrarono come la privatizzazione aveva soppresso le economie di scopo. Per compensare tale perdita, secondo gli autori essa dovrebbe produrre grandi miglioramenti in termini di efficienza dinamica.

Ashton (2000, a, b), ha studiato i risultati della privatizzazione degli anni '90 nel Regno Unito su un campione di dieci compagnie pubbliche privatizzate, applicando una funzione di costo stocastica, che viene stimata utilizzando un *panel data model* a una componente, per evidenziare la presenza di economie di scala; un risultato contraddetto dagli studi successivi di Saal e Parker (2000, 2001, 2004).

Fabbri, Fraquelli (2000), si sono occupati invece di analizzare, al variare delle funzioni di costo, l'impatto di queste sulle economie di scala: in particolare, mettendo a confronto diversi modelli, giungono alla conclusione che la funzione di costo translogaritmica con variabili edoniche (dunque il modello considerato da Feigenbaum e Teeple, 1983) sia quella più idonea a rendere conto delle dinamiche effettive della produttività dei gestori dei servizi idrici (a fronte del fatto che la presenza di economie di scala sembra dipendere dal modello di costo utilizzato).

Nella loro analisi, Fabbri, Fraquelli (2000), utilizzano un campione di 173 gestori italiani, e procedono prima con l'analisi di un modello translogaritmico nel quale siano assenti variabili edoniche, cioè nel quale la funzione di costo dipenda essenzialmente dai prezzi  $w_i$  e dagli indicatori di qualità  $q_j$ , poi ripetono l'analisi aggiungendo le variabili edoniche  $z_k$ , e considerando, in particolare, il numero di consumatori, una stima della densità dei consumatori sul territorio, il costo dell'acqua per il distributore e i costi di trattamento prima dell'erogazione agli utenti. Sia nel caso in cui queste variabili vengano utilizzate in un modello di tipo Cobb-Douglas che nel caso del modello translogaritmico, i risultati dell'analisi empirica con le variabili edoniche sembrano rappresentare meglio i dati reali, e in questo caso la funzione translogaritmica sembra fornire i risultati migliori.

Fraquelli e Giandrone (2003), studiarono un campione di 103 impianti per il trattamento delle acque reflue urbane in Italia nel 1996. Utilizzando una funzione di costo Cobb-Douglas registrarono la presenza di deboli economie di scala che scomparivano sopra i 150.000-200.000 utenti.

Un filone di studi, orientato sempre alla stima del servizio in termini di efficienza e alla ricerca di evidenze per eventuali economie di scala, ha utilizzato la *Data Envelopment Analysis*, un metodo di programmazione lineare che fornisce una comparazione relativa fra le diverse aziende di uno stesso campione confrontando, in vari modi, variabili di input e output, e premiando le aziende che minimizzano l'input o massimizzano l'output (questa in sostanza è la misura di efficienza del metodo).

Utilizzando la DEA, Shih et al (2006), hanno analizzato un campione di aziende idriche municipali statunitensi, ponendo l'accento sulle imprese di piccole dimensioni. Essi hanno



provato che, in questi casi, i costi di produzione sono più elevati, a parità di efficienza, nel servizio erogato. Altri studi empirici che hanno utilizzato questa metodologia si sono focalizzati su singoli aspetti del ciclo produttivo legato alla gestione idrica.

In particolare ricordiamo il contributo di Patti (2006), che si concentra sullo studio dell'efficienza di tredici ATO italiani, andando a cercare, attraverso l'impiego delle DEA, eccedenze negli input utilizzati dai singoli ATO, a parità di output e condizioni ambientali. Lo studio affronta anche una valutazione empirica utilizzando il modello di costo a frontiera stocastica basato sia sulla funzione di Cobb-Douglas che sulla funzione translogaritmica. Le conclusioni di Patti sono che, sostanzialmente, l'efficienza media degli ATO può essere stimata in un 80% e cioè che, in media, bisognerebbe ridurre del 20% gli input per massimizzare l'efficienza.

In generale, dalla sua analisi emerge anche una notevole difformità territoriale nell'efficienza della rete e dei singoli ATO.

Filippini et al.(2008), utilizzano un campione di 52 utilities di distribuzione idrica slovene allo scopo di comparare, i differenti modelli di funzione di costo Translog di lungo periodo, trovando largo potenziale per i risparmi di costi nelle utilities di distribuzione idrica Slovene, mentre l'eterogeneità riscontrata non fu così significativa.

Infine, Benvenuti e Gennari (2008), impiegano la DEA orientata agli input per condurre un'analisi di efficienza su un campione di gestori del servizio idrico italiano. In particolare, gli autori hanno optato per tale metodologia in quanto in grado di fornire una valutazione dell'efficienza relativa delle varie aziende rispetto alle migliori performance del campione. La valutazione può considerarsi preliminare all'introduzione di meccanismi di confronto basati su forme di benchmarking. I risultati da loro ottenuti hanno dato conto del fatto che le aziende multiutility hanno un'efficienza di scala significativamente superiore rispetto alle monouility, ma un'efficienza tecnica significativamente inferiore, a indicare la scarsa presenza di economie di scopo tra i processi produttivi dell'acqua e quelli del gas, dei trasporti, dell'energia o dello smaltimento dei rifiuti. I risultati, tuttavia, danno altresì conto di una significativa variabilità tra il grado di efficienza tecnica dei singoli gestori, che permane, seppure attenuata, quando dall'analisi vengono escluse le osservazioni influenti.

Nella letteratura fin qui citata l'accento era posto principalmente sul confronto, sulla base di modelli di costo, fra gestione pubblica e gestione privata, un confronto evidentemente stimolato dal dibattito in corso negli anni 90 nel mondo anglosassone. Di contro, i lavori fin qui citati, non sembrano porre nessun accento sulla qualità del servizio, non tenendone conto nelle variabili inserite nei loro modelli.

La letteratura in materia di analisi delle performance qualitative dei gestori delle risorse idriche, ai fini di una valutazione di efficienza, non è vasta come la complessità dell'argomento imporrebbe, e si articola lungo alcune linee ben definite di indagini relative all'efficienza della gestione dei servizi idrici. La maggior parte degli studi sulla qualità del servizio idrico si concentra sui paesi in via di sviluppo: Jones and Mygind (2000), Estache e Kouassi (2002), Estache e Rossi (2002), Galiani et al. (2005) e Kirkpatrick et al. (2006).

I primi a considerare anche questo aspetto, per i paesi europei, sono stati Saal, Parker (2000, 2001), che hanno analizzato il caso della privatizzazione nel Regno Unito concentrandosi su un campione di imprese del settore in Inghilterra e Galles: in particolare è stata sottoposta ad analisi

la produttività dopo la privatizzazione, ad opera della Thatcher negli anni 1985-1999, utilizzando come modello per la funzione di costo sempre la funzione translogaritmica. La loro conclusione è stata che la privatizzazione, in sé, non induce una riduzione dei costi, piuttosto è una stretta regolamentazione che permette di ottenerla.

In un lavoro successivo Saal, Parker (2004), hanno applicato lo stesso modello a 10 utilities idriche inglesi fra il 1993 e il 2003 ed hanno evidenziato una diminuzione progressiva, fino alla quasi scomparsa, delle economie di scala, e, un lavoro ancora successivo di Saal et al. (2007), sempre basato sul modello di costo translogaritmico e su un campione di utilities idriche inglesi fra il 1985 e il 2000, ha evidenziato come la privatizzazione del 1989 ha sicuramente indotto una innovazione tecnica nel settore ma non un miglioramento nell'efficienza, e quindi nei costi all'utenza, da imputare a scarsi esiti della regolamentazione del settore.

Antonioli, Filippini (2001), considerano invece un campione di 32 utilities italiane nel periodo 1991-1995: utilizzando il modello di Cobb-Douglas per la funzione di costo, rilevano forti economie di densità nella crescita simultanea dei volumi offerti e del numero di utenti.

Fraquelli, Moiso (2005), rilevano invece forti economie di scala analizzando il settore idrico italiano nel suo complesso nel corso della riforma cui è stato sottoposto: la loro ricerca pone l'accento sulle economie di scala a livello di ATO, e utilizza un modello a frontiera stocastica che rileva alte punte di inefficienza nel servizio, dovute evidentemente alle caratteristiche della rete. La conclusione è che, per la presenza di economie di scala assai evidenti, una strada obbligata sembrerebbe la riduzione della frammentazione a livello locale nella gestione del servizio. Abrate et al. (2008), hanno invece analizzato la relazione fra eterogeneità e inefficienza nell'ambito dei piani a lungo termine dei regolatori locali (in Italia), utilizzando funzioni di costo a frontiera stocastica basate su modelli differenti: le loro conclusioni sono state che le inefficienze hanno origine strutturale e che un miglioramento nell'efficienza di gestione potrebbe venire da politiche di incentivo adeguate da mettere in campo in seno alla pianificazione a lungo termine operata delle Autorità locali.

### 3.4 IL Benchmarking Applicato al Settore Idrico.

Dall'analisi della letteratura si evince come di tale strumento, a livello internazionale, se ne sia fatto un notevole uso anche se in modo non uniforme, e secondo diversi approcci, in funzione dei diversi soggetti che lo utilizzano e delle caratteristiche dei settori di riferimento. I principali soggetti che hanno utilizzato il benchmark nel settore idrico sono:

1. gli organismi sovranazionali attivi sulle tematiche dello sviluppo, che svolgono analisi dirette o le promuovono - anche finanziariamente - su scala nazionale presso specifici paesi;
2. le Authorities o enti simili, locali o nazionali, aventi come oggetto sia i gestori nazionali che quelli individuati su scala internazionale;
3. gli enti specializzati nella ricerca, interessati al tema dell'acqua;
4. i soggetti gestori, desiderosi di confrontarsi tra loro per definire le azioni necessarie al miglioramento della propria offerta.

Esiste un'ampia varietà di applicazioni relative a tale strumento nel settore idrico. Se si considerano quelle di più ampio spettro, la Banca Mondiale è il primo organismo ad occuparsi, per mezzo di un osservatorio stabile, del reperimento dei dati e dell'analisi delle performance degli operatori del settore. L'interesse per il tema è certamente legato alla funzione primaria dell'organismo che è il miglioramento delle condizioni di vita della popolazione mondiale disagiata. Più precisamente, il campo d'azione della Banca si è concentrato sulla definizione di alcuni principi relativi alla risorsa idrica:

1. l'acqua è al tempo stesso un bene sociale ed economico e come tale deve essere trattata;
2. tale bene dovrebbe essere gestito all'interno di una struttura articolata, che sia in grado di supportare i collegamenti intersettoriali che la risorsa idrica comporta;
3. la gestione dovrebbe avvenire al livello più "basso" possibile, implementando un approccio basato sulla domanda che faciliti la partecipazione di tutti i soggetti interessati alla sua gestione;
4. le riforme apportate al comparto idrico dovrebbero sfruttare le forme di incentivazione che influenzino le decisioni dei gestori.

La Banca Mondiale sull'acqua svolge le sue attività, attraverso, la "*Water Resources Management*". Essa è suddivisa, a sua volta, in diverse sezioni responsabili di specifiche problematiche; tra queste la *Water Supply and Sanitation*, con il compito di promuovere lo sviluppo sostenibile dell'uso delle risorse idriche a livello mondiale, allo scopo di assicurare livelli adeguati della risorsa e dei servizi sanitari essenziali alla popolazione attuale e futura.

Ciò presuppone la piena conoscenza dello stato attuale del settore idrico, che dato il raggio d'azione dell'organismo, costituisce condizione di per sé non facile da raggiungere. La Banca, inoltre, definisce una serie di indicatori allo scopo di valutare le attività svolte nel settore

puntando l'accento sulla necessità di svolgere analisi comparative che consentano di effettuare valutazioni sulla base di parametri reali e non solo su ipotesi teoriche; individuando, così, ad esempio, i *best performer*, che fungono da modello per gli altri interventi della Banca stessa o di altre organizzazioni. A tal fine, la Banca si avvale dell'utilizzo del benchmarking. In letteratura, infatti, si registrano diversi studi e ricerche che riguardano le attività di enti gestori in cui vengono confrontati numerosi indicatori e ricercate le *best practice* che devono fungere da modello. Le variabili ritenute sensibili dalla Banca vengono rese note e afferiscono alle seguenti tematiche:

- la gestione delle risorse idriche disponibili;
- le performance delle imprese che gestiscono l'acqua;
- la "service provision", cioè il controllo attraverso istituzioni non formali.

Allo scopo di promuovere un'attenta valutazione delle variabili relative alle tre aree di cui sopra, la Banca richiede, una serie di dati suddivisi in "operational indicators":

- il consumo della risorsa;
- il sistema di distribuzione;
- l'acqua non contabilizzata o non fatturata;
- le acque reflue e il loro trattamento;
- il personale;
- altri indicatori eterogenei;
- indicatori finanziari, che sono: indicatori di efficienza, indicatori di debito; indicatori di liquidità; indicatori di profittabilità; indicatori di gestione operativa;
- sintesi di altre informazioni sull'andamento delle tariffe e altri indici di struttura (Cabrato et al. 1996).

A seguito dei successi ottenuti nell'applicazione dello strumento di analisi comparata, nasce l'IBNET, *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities*.

Si tratta di un network che svolge la sua attività attraverso un sito internet, condiviso con la Banca e altre organizzazioni simili, il cui scopo è quello di reperire le informazioni sul maggior numero possibile di imprese attive nella gestione dei servizi idrici e sanitari, attraverso l'utilizzo di un software disponibile sul sito dove vengono inseriti i relativi dati, costituendo, quest'ultimo, una piattaforma utilizzabile da qualunque soggetto interessato alla consultazione dei dati ivi contenuti. Tuttavia, essendo la Banca Mondiale un organismo sovra-nazionale non dispone dell'autorità necessaria ad imporre alle imprese di fornire i propri dati; e, d'altra parte, deve fronteggiare i problemi relativi alla scarsa omogeneità dei dati provenienti da imprese molto diverse tra loro, in un settore, peraltro, in cui i processi diffusi di integrazione gestionale e contabile sono ben lungi dal concludersi.

La disponibilità da parte della Banca, dei dati raccolti, d'altronde, è fonte di preziose informazioni per la stessa, se si pensa alla sua funzione di sostegno dello sviluppo; ed è in considerazione di questa funzione, che sempre più imprese decidono di partecipare a queste iniziative.

Ma l'aspetto più interessante riguarda l'ulteriore possibilità di utilizzare il sito, oltre che per fornire i propri dati, anche per accedere agli strumenti necessari ad effettuare un proprio benchmarking, a cui possono far riferimento i *policy makers* locali come prima fase partecipativa. L'intento di IBNET è di mettere a disposizione gli strumenti per effettuare l'analisi a livello locale puntando sulla necessaria condivisione locale dell'iniziativa come requisito di una partecipazione stabile al progetto. Dal punto di vista tecnico, l'IBNET definisce un approccio analitico che giunge fino ad orientare le imprese sulle iniziative da compiere allo scopo di ridurre il divario con i *best performer*.

Si tratta del cosiddetto "process benchmarking" che si differenzia dalle analisi definite "metric". Per queste ultime, la misurazione delle performance avviene mediante l'impiego di un certo set di indicatori quantitativi, che conduce alla stesura di un ranking del campione. Con esse le imprese hanno la possibilità di scoprire i propri punti di debolezza nei confronti delle altre imprese del campione, si tratta, tuttavia, di analisi incomplete in quanto trascurano variabili ambientali o "explanatory factors", come, ad esempio, le caratteristiche geografiche, fisiche, etc., difficilmente implementabili in un modello ma che potrebbero essere determinanti nel influenzare le diverse performance. Come afferma Sargiacomo (2000), tale forma di benchmarking si propone di formulare dei "giudizi comparativi." Per quanto attiene al *process benchmarking*, invece, si considera in modo "statico" il ranking allo scopo di individuare nei *best performer* le soluzioni alle proprie inefficienze.

Il *metric benchmarking*, in particolare, viene utilizzato molto nel settore idrico, soprattutto negli studi teorici e statistici. Una sua utile applicazione consiste nella possibilità di effettuare una valutazione interna della singola impresa nel tempo, monitorando i relativi indicatori.

Il *process benchmarking*, tuttavia, non è esente da rischi come quello di ritenere sufficiente riprodurre le *best practice* individuate senza tener conto delle specificità di ciascuna impresa, seguendo un approccio che è stato definito "Xerox-style", dalla strategia messa in atto dall'impresa americana.

Una tecnica più completa di analisi consiste in un mix delle due forme di *metric* e *process benchmarking*, definita *performance benchmarking*. Questa tecnica consiste in un processo di valutazioni, dalla corretta definizione degli obiettivi e degli indicatori, fino alla valutazione di percorsi personalizzati che le imprese devono seguire per allinearsi ai *best performer*.

In letteratura sono presenti, poi, numerosi studi di benchmark su scala nazionale svolti con un approccio censuario o campionario. Si tratta di studi il cui scopo è quello di facilitare lo svolgimento delle attività di monitoraggio da parte delle amministrazioni pubbliche che, stante le criticità della risorsa idrica, impongono la necessità di disporre di informazioni dettagliate sullo stato del settore, sulle infrastrutture e sulla gestione. A tal riguardo, l'applicazione più conosciuta di tale utilizzo del benchmarking è quella dell'OFWAT, *Office for Water*, Autorità di controllo per i servizi idrici di Inghilterra e Galles, che periodicamente conduce due ricerche speculari: una orientata al mercato interno e una di livello internazionale, allo scopo di mettere a confronto i gestori inglesi con quelli stranieri. Di recente, se ne registra l'utilizzo anche da parte delle associazioni di categoria che rappresentano una fetta cospicua dei gestori. La VEWIN, Associazione delle imprese idriche olandesi, ad esempio, da tempo svolge analisi campionarie che hanno ad oggetto dalle 10 alle 15 imprese che si occupano di captazione e distribuzione della risorsa, e che rappresentano dall'80% al 90% del mercato idrico olandese (VEWIN, 2001 e

2003). Si tratta delle c.d. “Riflessioni sulla performance”, considerate un utile strumento a disposizione delle imprese per individuare e sfruttare i propri margini di miglioramento ulteriore in termini di efficienza. L’analisi avviene attraverso l’utilizzo di un set di indicatori il cui andamento viene monitorato da un anno all’altro. Le aree di interesse sono:

- qualità dell’acqua;
- servizio;
- ambiente;
- finanza ed efficienza.

È piuttosto singolare che in letteratura non si trovino molti studi di benchmarking svolti sul comparto italiano; a tale proposito si veda Senn (2009), che svolge un’analisi su un campione di 30 imprese italiane in cui vengono considerati, nella scelta delle variabili per il confronto, aspetti di efficienza e gestionali: questi ultimi, unitamente ad una analisi delle infrastrutture, consentono anche di svolgere osservazioni relative all’efficienza del servizio. I risultati della ricerca sembrano indicare una scarsa correlazione tra l’efficienza gestionale del servizio e le peculiarità strategiche delle varie aziende. Il metodo utilizzato per posizionare le varie aziende rispetto a diverse variabili è quello del raggruppamento o *cluster analysis*, la stessa metodologia che utilizzeremo nel nostro lavoro sebbene secondo una modalità differente.

Utilizzando la stessa metodologia di Senn (2009), Nardi (2012), svolge un’analisi di benchmark su 50 aziende idriche italiane volta a determinare un ranking in merito alle performance: dal punto di vista dell’efficienza del servizio e delle prestazioni, l’analisi sembra confermare un migliore posizionamento delle aziende del Centro Nord rispetto a quelle del Sud, mentre, a livello di qualità del customer service, il posizionamento migliore è ottenuto dalle aziende più grandi rispetto a quelle più piccole, indipendentemente dalla collocazione territoriale.

Il settore idrico non dispone, ad oggi, di molti altri studi in materia, salvo alcune analisi comparative con campioni fortemente qualitativi, svolti da soggetti attivi nel campo della ricerca e dell’Università, che, però realizzano studi seguendo le proprie curiosità, senza restituire un quadro completo delle performance dei soggetti operanti nel settore, come avviene per gli studi svolti dalle Authority o altri enti preposti. In aggiunta, anche le basi di dati sono scarse, quasi sempre a base locale e riferite alle Autorità d’Ambito piuttosto che alle imprese responsabili della gestione, inasprando le difficoltà di operare dei confronti per mancanza di valori di riferimento e dati medi.

Tenendo conto delle condizioni peculiari di ciascuna impresa e del suo contesto ambientale, le “aree” o macro-funzioni su cui, ad oggi, principalmente gli studi presenti in letteratura si concentrano, sono i seguenti:

- copertura del servizio;
- qualità del servizio;
- incidenza delle perdite e qualità dell’infrastruttura;
- efficienza relativa;

- costi e *staffing*;
- tariffe e forme di riscossione;
- performance finanziarie;
- investimenti.

Gli indicatori devono essere progettati per tener conto delle dinamiche relative a ciascuna di queste aree e per valutare le performance delle relative funzioni sia in termini di effettiva reperibilità dei dati (molti dati sono ritenuti sensibili e quindi non vengono forniti dalle aziende), sia di comparabilità tra le imprese. In conclusione, mentre a livello internazionale si registra un frequente ricorso al benchmarking come strumento di confronto, valutazione e programmazione, non si può affermare lo stesso per quanto riguarda il contesto nazionale dove, forse, tale strumento, in grado di far competere tra loro le imprese, viene ancora guardato con diffidenza in un sistema dove la limitata liberalizzazione impedisce la diffusione di un maggior grado di apertura al mercato. Come rileva Senn (2009), questa viscosità potrebbe dipendere da una serie di fattori come:

- le difficoltà incontrate nel processo di liberalizzazione, rispetto alle altre public utilities (ad es. il mercato dell'elettricità e del gas), che faciliterebbe la concentrazione delle aziende in soggetti di dimensioni più importanti, dotati di piani strategici, forse più efficienti;
- la distorsione negli esiti della gestione delle imprese del servizio idrico: queste, in maggioranza pubblica e soprattutto con una gestione in regime di monopolio, non sempre operano in base ai normali principi dell'efficacia e dell'efficienza, perseguendo almeno la copertura dei costi (se non il profitto nel caso di imprese private); inoltre, il debito strutturalmente consistente è di fatto difficilmente riducibile;
- l'incertezza legislativa, che vede, ad oggi, una serie di decreti e leggi regionali successive alla legge quadro nazionale; infatti, spesso mancano i decreti applicativi, senza i quali gli operatori sono costretti a barcamenarsi tra le consuetudini;
- I modelli tariffari applicati e le difficoltà che le aziende incontrano nel condividere i dati ritenuti "sensibili" ma necessari allo svolgimento delle indagini.

### 3.5 Conclusioni

Degli studi analizzati in letteratura, solo tre hanno registrato una maggiore efficienza della gestione privata rispetto a quella pubblica (Morgan, 1977; Crain and Zardkoohi, 1978; Raffie et al., 1993). Data la fissità delle infrastrutture e la dimensione dei costi irrecuperabili, nel settore idrico, le concessioni a lungo termine rappresentano la norma. Ciò porta a stipulare contratti incompleti e solleva preoccupazioni circa l'economicità della gestione privata, considerati gli alti costi di transazione.

L'approccio di organizzazione industriale incoraggia a concentrarsi sull'aspetto relativo agli incentivi che dipendono fortemente dalla struttura del mercato. Tali incentivi sono meno evidenti nel settore idrico, in quanto i termini contrattuali sono più lunghi (Johnson et al., 2002; Bel, 2006).

Anche quando la concessione si riapre per l'offerta, la posizione dell'*incumbent* è molto forte, vista la specificità delle attività relative alla gestione. Nell'immaginario comune si associa alla privatizzazione la concorrenza, ma può esistere, come nel caso del settore idrico, privatizzazione senza competizione. Sia la Teoria della Scelta Pubblica che quella sui Diritti di Proprietà, pongono troppa enfasi sul ruolo svolto dalla concorrenza che raramente è presente nel settore dei servizi pubblici, in generale, ed in quello dei servizi idrici, in particolare.

Come sostengono Hart et al. (1997), la proprietà privata può risultare più vantaggiosa nei mercati competitivi, tuttavia, in assenza di competizione, la Teoria sui Diritti di Proprietà predice il rischio dei profitti in eccesso o della corruzione, nel caso privato, e la sovra-occupazione e il clientelismo, nel caso pubblico. Abbiamo più volte detto che, nel settore idrico, per le sue caratteristiche, la concorrenza è molto limitata. Dalla Teoria sui Diritti di Proprietà, sappiamo che solo una corretta regolamentazione del settore può evitare che i vantaggi di costo non siano il risultato di un abbassamento degli standard qualitativi. In tale settore, dalla rigida regolamentazione, non residua molto margine per agire sugli standard di qualità e questo può spiegare le ragioni del fatto che sistematicamente non si registrano vantaggi in termini di efficienza. L'approccio della Teoria dell'Organizzazione Industriale rappresenta uno strumento più efficace per indagare la complessa relazione tra la gestione privata, quella pubblica ed i relativi costi. In questo caso, infatti, l'enfasi è su come operano gli incentivi, legati, come detto, a doppio filo con le caratteristiche strutturali dei settori, aspetti che interagiscono in favore di un migliore allineamento degli obiettivi del principale e dell'agente (o del pubblico e del privato).

Quando questo risultato non si produce, anche la concorrenza imposta esogenamente nel mercato non è sufficiente affinché si ottengano risultati soddisfacenti.

Come suggeriscono Wolf and Hallstein (2005), la questione non sembra tanto quella dell'alternativa pubblico-privato quanto quella della qualità del management e del contesto specifico. I manager dovrebbero ponderare attentamente la scelta della soluzione privata in presenza di forti incertezze sui processi di contrattazione, in caso di elevata specificità delle attività oggetto della gestione, nonché in presenza di processi non standardizzati e difficoltà di misurazione. Questi fattori, infatti, sono altamente correlati al fallimento delle gestioni (Warner and Hefetz, 2003; Warner, 2006). Abbiamo visto come la struttura del mercato e il ruolo degli incentivi che da essa provengono, sono fattori chiave per spiegare le differenze tra i settori e le



dinamiche all'interno di ciascun settore. Il sistema degli incentivi fa pressione sui gestori sollecitando processi di benchmark con le *best practice* degli attori privati, nonché invogliandoli ad investire nei processi di ricerca e sviluppo con lo scopo di perseguire obiettivi di miglioramento dell'efficienza. Si pensi, ad esempio, alla soluzione mista pubblico-privato, che sta crescendo negli Stati Uniti, che consente un benchmark tra pubblico e privato nella stessa giurisdizione (Warrner and Hefetz, 2008), ed ancora alla cooperazione intercomunale per ottenere economie di scala (Bel e Costas 2006; Warrner e Hefetz, 2002). Alcune tra queste nuove forme di gestione pubblica del servizio si sono dimostrate in grado di apportare significativi guadagni di efficienza all'interno del settore pubblico stesso, e ciò contribuisce a spiegare le ragioni per cui gli stessi risultati stentano a prodursi anche nel caso della privatizzazione (Osborne and Gaebler, 1992; Osborne and Plastrick, 1997; Boyne, 2002).

In conclusione, dalla *review* della letteratura relativa alle analisi di efficienza, si osserva come nel settore dei servizi idrici non ci si aspetta di trovare che forme di concorrenza *per il mercato*, anche se, spesso, esse stesse sono difficili da rintracciare. A ben guardare, la soluzione più efficiente, in tale settore, sembra essere quella del monopolio regolato invece del mercato libero.

Per quanto concerne lo studio delle analisi di benchmark, si è osservato come, per il comparto italiano, si registri una certa viscosità nell'utilizzo di tale strumento. Si tratta, per la maggior parte, di studi che però raramente restituiscono un quadro completo delle performance dei soggetti operanti nel settore. A ciò, inoltre, va aggiunto che, come più sopra detto, anche le basi dati sono scarse, quasi sempre a dimensione locale e riferite alle Autorità d'Ambito piuttosto che alle imprese responsabili della gestione, inasprando le difficoltà di operare dei confronti per mancanza di valori di riferimento e dati medi. Nel nostro caso, il dataset che utilizziamo per l'analisi empirica possiede delle peculiarità, sia nella sua estensione che nella tipologia delle variabili che vengono considerate per le singole aziende, aspetti che lo rendono eterogeneo rispetto ai dataset utilizzati da altri autori, in particolare da Senn (2009) e Nardi (2012), e ciò rende difficile svolgere una reale comparazione con essi, o anche semplicemente considerare il nostro lavoro come la continuazione degli stessi.

Nello specifico, l'accento posto dal nostro studio è sulla redditività, cioè sull'efficienza economica più che operativa, naturalmente correlabile a quest'ultima in quanto legata in ogni caso ai bilanci di esercizio, dato che le variabili che andremo a rilevare si possono desumere e calcolare sulla base dei dati di bilancio.

Oltre alla differenza essenziale nella scelta delle variabili, esiste anche una differenza nell'ampiezza del campione e nella sua composizione: nel nostro caso, il campione scelto ha compreso 141 aziende, laddove, per esempio, l'analisi di Senn (2009) ne contempla trenta e Nardi (2012), cinquanta.

La scelta di un campione più numeroso rende la ricerca più complessa dal punto di vista della gestione della struttura dei dati, principalmente in quanto gli elementi del campione presentano una maggiore dispersione rispetto alle singole variabili in considerazione, e rendono più arduo per gli algoritmi di clustering determinare dei campioni omogenei ma nettamente distinti rispetto alle variabili in gioco.

D'altra parte una selezione stringente di poche decine di aziende non può che comportare una "scelta a priori", per esempio in termini di performance gestionali, di bacino di utenza, etc.

che necessariamente orienta la ricerca verso un settore specifico, rendendo i risultati più facilmente interpretabili ma anche meno generalizzabili rispetto all'intera realtà del settore idrico italiano. Pertanto, il campione da noi utilizzato si differenzia in questi due aspetti sostanziali dagli altri che figurano nella letteratura:

- Si tratta di un campione con un elevato numero di componenti che quindi risulta assai rappresentativo dell'intera realtà italiana, per quanto concerne il settore idrico;
- Si tratta di un campione nel quale le variabili considerate sono state scelte per consentire una analisi non tanto dell'efficienza gestionale e/o operativa ma dell'efficienza in termini di redditività aziendale.

La nostra analisi, dunque, è diversa dalle precedenti, sia negli obiettivi che nella scelta dei dati. Infine, ma non meno importante, il nostro lavoro ha esplorato le potenzialità delle differenti categorie di algoritmi di clustering presenti nella letteratura, anche recente, in modo da ottenere informazioni utili a valutare quali tipologie di algoritmi sia più appropriata per lo studio della clusterizzazione di dati relativi ad aziende del settore idrico, ottenendo indicazioni precise in proposito, che andremo ad esaminare nel prossimo capitolo.

**Appendice: Tabella Sinottica dei principali studi passati in rassegna**

<i>Autore</i>	<i>Anno</i>	<i>Paese e Dati</i>	<i>Variabili</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Risultati</i>
Mann-Mikesell	1976	Usa, 188 gestori pubblici e 26 privati	Ambientali e istituzionali	Funzione di costo	Elevati costi per le utilities private rispetto a quelle pubbliche
Morgan	1977	Usa, 143 imprese idriche	Variabili operative: totale output, percentuale acqua superficiale; variabile dummy per la proprietà pubblica/privata	Funzione di costo	Costi di servizio del privato inferiori al al pubblico
Crain e Zardkoohi	1978	Usa, 88 imprese pubbliche e 24 private	Acqua prodotta, costi di produzione, lavoro e capitale	Funzione di costo Translog	Minore efficienza delle imprese private
Bruggink	1982	Usa, 86 imprese	Approvvigionamento idrico, lavoro, capitale	Cobb-Douglas-Dea	Minore efficienza delle imprese private
Feigenbaum e Teeple	1983	Usa, 262 imprese pubbliche e 57 aziende private	Variabili edoniche: volume acqua distribuita, densità della popolazione etc.	Funzione di costo translog	Parità nell'efficienza tra il servizio pubblico e privato
Fox e Hofler	1985	Usa, 156 imprese pubbliche e 20 private	Volumi di acqua	Frontiera stocastica	Conferma in parte delle conclusioni di Morgan e di quelle di Mann, Mikesell
Byrnes et al.	1986	Usa, 68 imprese pubbliche e 59 private	Volumi acqua erogata, lavoro, capitale	Cobb-Douglas-Dea	Sostanziale parità di efficienza tra servizio pubblico e privato
Teeple e Gyler	1987	Sud California, 119 Aziende	Volumi acqua propria, acqua acquistata, lavoro energia, capitale fisico, etc.	Funzione di costo	Sostanziale parità di efficienza tra servizio pubblico e privato

<i>Autore</i>	<i>Anno</i>	<i>Paese e Dati</i>	<i>Variabili</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Risultati</i>
Hayes	1987	Usa, 475 aziende	Acqua ceduta al dettaglio e all'ingrosso, spese di funzionamento, spese in conto capitale	Funzione di costo quadratica multi-prodotto	Economie di scopo nella vendita all'ingrosso e al dettaglio
Lynk	1993	Inghilterra e Galles, 10 agenzie regionali e 28 imprese private, 1979/1980-1987/1988	Volumi erogati al giorno, servizi fognatura, costi operativi annuali, etc.	Funzione di costo stocastica	Lo studio non consente un confronto diretto di efficienza ma offre informazioni solo sui livelli medi di efficienza in ogni tipo di regime.
Lambert et al.	1993	Usa, 238 imprese pubbliche e 33 imprese private 1989	Acqua fornita all'ingrosso e al dettaglio, lavoro, energia utilizzata, etc.	Dea	Le imprese private hanno una maggiore efficienza delle imprese pubbliche
Raffie et al.	1993	Usa, 238 imprese pubbliche e 33 private	Volumi acqua prodotta, costi di funzionamento, manutenzione, lavoro, capitale, energia	Funzione di costo	Maggiore efficienza delle imprese private rispetto a quelle pubbliche
Hunk e Lynk	1995	Inghilterra e Galles, 10 Compagnie (acquedotto e fognatura)	Funzione di costo Multi-prodotto	Approvvigionamento idrico, servizi fognatura, servizi ambientali, lavoro, etc.	Privatizzazione sopprime le economie di scopo
Bhattacharrya et al.(a)	1995	Usa, 190 aziende pubbliche e 31 private	Volumi acqua, energia, lavoro, caratteristiche tecniche della rete, etc.	Frontiera stocastica	Maggiore efficienza su piccola scala delle gestioni private, all'inverso su grande scala

<i>Autore</i>	<i>Anno</i>	<i>Paese e Dati</i>	<i>Variabili</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Risultati</i>
Ashton (a, b)	2000	Inghilterra e Galles, 10 compagnie pubbliche privatizzate 1989/1997-1987/1997	Numero utenze domestiche collegate, lavoro (costi annui personale), altri costi, etc.	Funzione di costo trans-log. Funzione di costo	Pochi i progressi dopo la privatizzazione in termini di miglioramenti tecnici e di produttività dei fattori. L'unico sembra essere legato ad un aumento della qualità degli input utilizzati nell'industria
Fabbri, Fraquelli	2000	Italia, 173 imprese, 1991	Numero di consumatori, densità (popolazione e gasdotti), acqua acquistata, acqua trattata, lavoro, capitale, etc.	Funzione di costo trans-log con variabili edoniche	Si conclude che la trans-log con variabili edoniche sia quella più idonea a rendere conto delle dinamiche effettive della produttività
Jones e Mygind	2000	Paesi Baltici campione imprese pubbliche e private	Lavoro, capitale, produzione	Funzione di produzione	In Estonia e Lettonia :vantaggio di efficienza del privato solo in alcuni periodi
Saal e Parker	2000-2001	Inghilterra e Galles, 10 imprese 1985-1999	Qualità approvvigionamento idrico, Acque reflue raccolte, lavoro, altri costi, etc.	Funzione di costo trans-log multiprodotto	La privatizzazione in sé non induce una riduzione dei costi che si ottiene, piuttosto, con una stretta regolamentazione
Antonioli, Filippini	2001	Italia, 32 utilities 1991-1995	Mc acqua distribuita, lavoro, lunghezza rete, numero di clienti, perdite di rete, capitale, altri costi	Cobb-Douglas	Forti economie di densità nella crescita simultanea dei volumi offerti e del numero di utenti

<i>Autore</i>	<i>Anno</i>	<i>Paese e Dati</i>	<i>Variabili</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Risultati</i>
Estache e Rossi	2002	Asia, Pacifico, 50 compagnie private e pubbliche in 29 Paesi 1995	Costi operativi, salari annuali, numero clienti, produzione giornaliera, variabili relative al trattamento delle acque, etc.	Frontiera stocastica	Non vi è una relazione sistematica tra forme di produzione e costi
Fraquelli e Giandrone	2003	Italia, 103 I.a. reflue	-	Cobb-Douglas	Deboli economie di scala sotto i 150.000-200.000 utenti
Saal e Parker	2004	Inghilterra e Galles, 10 utilities 1994/2003	Qualità approvvigionamento idrico, Acque reflue raccolte, lavoro, capitale, altri costi	Funzione di costo translog	Diminuzione progressiva fino alla quasi scomparsa delle economie di scala
Fraquelli e Moiso	2005	Italia, 18 Regioni 30 anni	Volume giornaliero di approvvigionamento, costi operativi	Frontiera stocastica	Per la presenza di economie di scala assai evidenti, la strada sembrerebbe quella di ridurre la frammentazione a livello locale nella gestione del servizio
Kirkpatrick et al.	2006	Africa, 76 imprese	-	-	Le forme di produzione non hanno impatto sui costi
Shih et al.	2006	Usa, 1246 fornitori. 1995/2000	Acque sotterranee, acque superficiali, lavoro, energia, etc.	Funzione di costo log-lineare	Per le imprese di piccole dimensioni maggiori costi di produzione
Patti	2006	Italia, 37 ATO	Volumi acqua erogata, popolazione servita (output), costi operativi totali, numero di addetti, etc. (input)	Dea	Efficienza media degli ATO stimata in circa l'80%, in media occorre ridurre del 20% gli input per massimizzare l'efficienza

<i>Autore</i>	<i>Anno</i>	<i>Paese e Dati</i>	<i>Variabili</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Risultati</i>
Saal et al.	2007	Inghilterra e galles, 10 utilities 1985/200	Clienti del servizio acquedotto, relazioni con i clienti del servizio fognatura, indici di qualità capitale, etc.	Frontiera stocastica	Privatizzazione crea innovazione tecnica nel settore ma senza aumenti di efficienza
Abrate et al.	2008	Italia Regolatori locali	-	Funzioni di stima di diversi modelli di frontiera di costo	Dai risultati emerge che la maggior parte dell'inefficienza gestionale è di natura strutturale. Inoltre le Autorità locali non includono nei piani a lungo termine incentivi adeguati per migliorare l'efficienza
Benvenuti e Gennari	2008	Italia, 73 gestori	Acqua immessa in rete (input), costi personale, materiale, servizi e ammortamenti (input)	Dea	Aziende multi utility hanno un'efficienza di scala significativamente superiore ma bassa efficienza tecnica
Senn	2009	Italia, 30 imprese	Variabili relative agli aspetti di efficienza e gestionali	Analisi di benchmark-Cluster Analysis	Scarsa correlazione tra efficienza gestionale e peculiarità strategiche delle aziende

<i>Autore</i>	<i>Anno</i>	<i>Paese e Dati</i>	<i>Variabili</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Risultati</i>
Nardi	2012	Italia, 50 aziende	Variabili relative agli aspetti di efficienza e qualità del servizio	Analisi di benchmark	Efficienza: migliore posizionamento delle aziende del Centro Nord. Customer service: migliore posizionamento delle aziende più grandi a prescindere dalla collocazione territoriale

## 4 L'ANALISI EMPIRICA: UNA CLUSTER ANALYSIS

### 4.1 Introduzione

Dall'analisi della letteratura, si è visto come, dal punto di vista del benchmarking, specie per quel che riguarda la realtà italiana, è stato svolto un numero esiguo di lavori. Facendo riferimento ai due ultimi citati, in entrambi i casi le metodologie di *clustering* utilizzate fanno riferimento a metodi partizionali, sostanzialmente il classico algoritmo *k-means*, che, fra gli altri, useremo anche in questo lavoro se non altro come punto di riferimento. La peculiarità del nostro contributo risiede nell'aver impiegato altre e differenti metodologie di clusterizzazione, fra le quali alcune più sofisticate dei metodi classici (come l'algoritmo Dbscan e un algoritmo genetico), e nell'aver concentrato l'attenzione su una specifica azienda (l'Acquedotto Lucano spa della Basilicata) per rilevarne il posizionamento in relazione a tutte le altre, e di considerare un campione di analisi significativamente ampio. La scelta della *cluster analysis* ci ha consentito di non essere influenzati dalle eventuali correlazioni fra dimensionamento e performance delle singole aziende: a questo scopo dovremo definire una misura di similarità adeguata alle esigenze del campione. A seconda della metodologia di *clustering* applicata utilizzeremo come indici di dissimilarità le distanze definite  $L^1$  e  $L^2$  e la distanza di Mahalanobis.

Come già accennato, abbiamo vagliato quattro differenti approcci alla *cluster analysis*: quello partizionale, comune anche agli altri lavori appena citati, quello gerarchico, quello basato sulla densità dei cluster e un approccio che fa riferimento a una categoria di algoritmi di ottimizzazione non lineare appartenenti al dominio della *machine learning*: gli algoritmi genetici.

Da un lato la nostra analisi misurerà quanto ciascuna categoria di algoritmi sia adeguata allo studio di questi campioni di dati, fornendo una specie di "benchmark dei metodi di benchmark"; dall'altro useremo le tecniche partizionali per ottenere informazioni sul numero di cluster nel quale suddividere il campione; infine useremo un algoritmo genetico per ottenere una clusterizzazione del nostro campione. Dal momento che non sempre la scelta del numero di



cluster è indicata dalla natura del problema, può risultare utile svolgere l'analisi per diversi K scegliendo quello che rende i cluster il più possibile diversi tra loro e gli elementi di un singolo cluster il più possibile simili tra loro. A supporto delle nostre scelte in tal senso, abbiamo utilizzato come misure di performance della clusterizzazione la F-statistica di Calinski-Harabasz e l'indicatore Silhouette. La clusterizzazione è stata effettuata utilizzando un set di 12 indicatori relativi alla gestione caratteristica e finanziaria delle 141 aziende del campione e 2 variabili *dummy* che tengono conto della macro-area geografica in cui l'azienda opera e della tipologia aziendale. Infine abbiamo descritto i risultati dell'analisi empirica, per ciascuna categoria di algoritmi, mostrando la clusterizzazione ottenuta con l'algoritmo genetico e, dunque, il posizionamento dell'ATO lucano rispetto alle altre aziende del campione.

## 4.2 Significato e Applicazione della Cluster Analysis

La *cluster analysis*<sup>60</sup> è una metodologia di analisi dei dati volta a individuare gruppi omogenei di dati relativamente a proprietà non note a priori: da un insieme di oggetti a priori indipendenti si cerca di raggruppare questi oggetti in classi di similarità, sulla base di un criterio di somiglianza stabilito prima dell'analisi.

Si tratta di una forma di classificazione nella quale, *le classi non sono note a priori* ma emergono dalla struttura stessa dei dati e dalla loro similarità. Prima di applicare alcune di queste tecniche al nostro caso specifico, è opportuno richiamare alcuni aspetti della *cluster analysis* relativi all'impostazione del problema e alla scelta degli algoritmi di calcolo.

Si noti che il classico metodo dell'Analisi per Componenti Principali (*PCA Analysis*), utilizzato in Statistica allo scopo di condensare in nuove variabili "latenti" l'informazione omogenea di gruppi di variabili originarie del problema, può essere visto come un rudimentale metodo di *clustering*, anche se non determina delle classi nelle quali raggruppare gli elementi dell'analisi ma piuttosto determina le variabili rispetto alle quali procedere con l'analisi stessa (potrebbe rendere trascurabili direzioni dello spazio fondamentali per discriminare fra due classi distinte). Tuttavia, in questo modo, rende possibile visualizzare i dati rispetto alle nuove variabili in modo da far emergere dei raggruppamenti.

I metodi di clustering possono essere suddivisi in *gerarchici, partizionali e di densità*: nel primo caso i cluster sono "annidati" gli uni dentro gli altri, cioè si determina una gerarchia di classi molto simile, per esempio, a quella usata nella tassonomia delle specie viventi, mentre nel caso dei metodi partizionali, i cluster sono tutti allo stesso livello e "ricoprono" lo spazio vettoriale, dove risiedono gli elementi dell'analisi, potenzialmente anche sovrapponendosi; infine, nel caso dei metodi di densità, i cluster emergono dalla densità, rispetto a una metrica fissata, con la quale la popolazione dei dati si distribuisce nello spazio vettoriale: in questo caso la partizione in cluster potrebbe non coprire l'intero campione, lasciando degli *outlier* fuori da qualsiasi cluster. Riteniamo utile richiamare i metodi che abbiamo impiegato, collegandoli alle classiche nozioni di statistica multivariata, comunemente utilizzate in econometria.

---

<sup>60</sup> Sebbene alcuni autori utilizzino una locuzione italiana, come per esempio "metodo di raggruppamento" (Azzalini, Scarpa, 2004), preferiamo usare il termine inglese ormai di uso comune.

### 4.3 Misure di Similarita'

La rappresentazione dei dati appropriata per applicare le metodologie di *clustering* è, come anche nella statistica descrittiva, il modello che si avvale del concetto di spazio vettoriale (cfr. per esempio Strang, 2008). Precisamente, ciascuna variabile viene ricondotta a una quantità numerica scalare<sup>61</sup> tipicamente molti dati già lo sono, per esempio indicatori economici espressi in percentuale o in valore assoluto o rispetto a una unità di misura convenuta, mentre per dati “qualitativi” (che vengono codificati nelle cosiddette *dummy variables*) è sempre possibile un *mapping* su un intervallo di valori interi: per esempio i valori di un dato rappresentato da  $n$  possibili valori qualitativi si possono far corrispondere ai numeri da 1 a  $n$  (per esempio una regione italiana è rappresentabile con un numero fra 1 e 20).

Ciascun dato che concorre a individuare una caratteristica degli oggetti da classificare viene quindi considerato come una coordinata di un vettore in uno spazio vettoriale di dimensione  $N$  (dove  $N$  è il numero dei differenti dati che si possono associare a ciascun oggetto). In questo modo gli elementi oggetto della *cluster analysis* si identificano ciascuno con un punto dello spazio vettoriale  $\mathbb{R}^N$  (pensando a ciascun dato come a un numero reale) o, altrimenti detto, l'insieme  $C$  degli oggetti da classificare si identifica con un sottoinsieme finito di  $\mathbb{R}^N$ .

Una volta effettuata questa associazione, possiamo considerare sullo spazio vettoriale reale  $N$ -dimensionale una misura di similarità  $s(x,y)$ , che è poi un indice numerico che indica il grado di similarità o dissimilarità fra due elementi visti come punti  $x, y \in C \subset \mathbb{R}^N$ : le proprietà minime che un tale indice deve possedere sono:

$$\begin{aligned} s(x,x) &= 0 \text{ (dissimilarità) ovvero } s(x,x) \geq \max_{y \in C} s(x,y) \text{ (similarità);} \\ s(x,y) &= s(y,x) \text{ per ogni } x,y \in C; \\ s(x,y) &\geq 0 \text{ per ogni } x,y \in C. \end{aligned}$$

Una famiglia di indici di dissimilarità molto utilizzati e noti in algebra lineare sono le *distanze*, o *metriche*, vale a dire funzioni  $d: \mathbb{R}^N \times \mathbb{R}^N \rightarrow \mathbb{R}^N$  che soddisfano ai seguenti assiomi:

$$\begin{aligned} d(x,x) &= 0 \text{ per ogni } x \in \mathbb{R}^N; \\ \text{Se } d(x,y) &= 0 \text{ per ogni } y \in \mathbb{R}^N \text{ allora } x = y; \\ d(x,y) &= d(y,x) \text{ per ogni } x,y \in \mathbb{R}^N; \\ d(x,y) &\geq 0 \text{ per ogni } x,y \in \mathbb{R}^N. \end{aligned}$$

Esempi di distanza sugli spazi  $\mathbb{R}^N$  sono le distanze  $L^p$  definite come:

$$d_p(x,y) = \sqrt[p]{\sum_{k=1}^N |x_k - y_k|^p}$$

---

<sup>61</sup> Sul punto, cfr. per esempio, Jain, Dubes, (1988).

Nel caso  $p = 2$  troviamo l'usuale distanza euclidea legata al teorema di Pitagora; nel caso  $p = 1$  troviamo la cosiddetta "distanza dei taxi"<sup>62</sup>. Al limite, per  $p \rightarrow \infty$ , questa distanza diviene la *metrica uniforme*:

$$d_{\infty}(x, y) = \max_{k \in \{1, \dots, N\}} |x_k - y_k|$$

In generale, una distanza in  $\mathbb{R}^N$  è determinata da una matrice simmetrica definita positiva  $A$  (matrice identità) secondo la formula:

$$d_A(x, y) = \sqrt{(x - y)^T A (x - y)}$$

dove con  $z^T$  denotiamo il trasposto del vettore colonna  $z = (x - y)$ .

---

<sup>62</sup> La terminologia proviene dal fatto che rispetto a questa metrica, la distanza tra due punti  $x$  e  $y$  è misurata percorrendo una linea spezzata in segmenti tra loro ortogonali, molto simile al percorso di un taxi in città. Notiamo che, se le variabili assumono solo i valori  $[0,1]$ , questa distanza diviene la distanza di Hamming, che misura il numero di caratteristiche nelle quali due variabili sono distinte.

## 4.4 La Media Come Centroide

Un primo elementare metodo di *clustering*, consiste semplicemente nel posizionare gli elementi oggetto di analisi, e parametrizzati da una  $N$ -pla, nello spazio vettoriale  $\mathbb{R}^N$  equipaggiato di una metrica o misura di similarità.

Se supponiamo che la distribuzione multivariata di questi elementi sia quella normale  $N$ -dimensionale  $N(\mu, A)$ , la cui densità è:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n \det(A)}} \exp\left(-\frac{1}{2}(x - \mu)^T A^{-1}(x - \mu)\right)$$

dove  $A$  è la *matrice di covarianza* ( $N \times N$  simmetrica definita positiva) della distribuzione multivariata e  $\mu \in \mathbb{R}^N$  ne è la *media*, che sono definite in termini della distribuzione come:

$$\mu = \int xp(x) dx, \quad A = \int (x - \mu)(x - \mu)^T p(x) dx$$

Una popolazione multivariata normale, tende ad aggregarsi intorno alla media, in modo che gli elementi si dispongano come una “nuvola” centrata nella media: in effetti, dall’equazione precedente che specifica la distribuzione normale multivariata, segue che il luogo dei punti di densità di probabilità costante sia un iperellissoide definito come  $(x - \mu)^T A^{-1}(x - \mu) = \text{const}$ .

Pertanto, se definiamo la *distanza di Mahalanobis* come:

$$d_A(x, y) = \sqrt{(x - y)^T A^{-1}(x - y)}$$

gli iperellissoidi dei punti di densità costante sono le superfici dei punti distanza di Mahalanobis costante dalla media (in altri termini sono le sfere rispetto alla metrica di Mahalanobis). Dunque, nell’utilizzare la metrica di Mahalanobis, si incorpora la correlazione fra i dati e si standardizza ciascuna coordinata in modo che abbia media nulla e varianza unitaria.

Notiamo, inoltre, che la distanza di Mahalanobis, nel caso  $N = 1$ , si riduce il valore  $z = |x - y|/\sigma$  per una distribuzione normale  $N(\mu, \sigma^2)$  univariata.

Alla luce di queste considerazioni teoriche, un metodo empirico di classificare un insieme di dati, che si suppongono distribuiti secondo una distribuzione  $N(\mu, A)$ , è di classificarli rispetto alla distanza di Mahalanobis dal *centroide*  $\mu$ , che per definizione è il punto le cui coordinate sono quelle della media della distribuzione.

Pertanto, supponendo di aggregare i dati in  $k$  cluster differenti, è necessario per prima cosa stimare la matrice di covarianza di ciascun cluster, in modo da poter calcolare la distanza di Mahalanobis di un punto dal centroide di ciascun cluster. Fatto questo, si riterrà il punto appartenente al cluster che corrisponde alla distanza minima.

Per quanto appena osservato, i cluster sono, in questo caso, insiemi convessi, precisamente degli iperellissoidi.

## 4.5 K- Means Clustering

Un altro metodo di clustering partizionale è il metodo delle “ $k$ -medie”, forse il più classico ed utilizzato algoritmo di *clustering* partizionale, e sarà anche utilizzato nella nostra analisi per il consolidato valore che possiede nell’ambito di questi metodi.

L’idea del metodo è semplice: i dati, organizzati nello spazio vettoriale di dimensione opportuna, sul quale sia stata fissata una misura di similarità o più semplicemente una distanza, vengono confrontati rispetto a un certo numero di *centroidi*, vale a dire dei dati “fittizi” le cui coordinate sono le medie delle coordinate dei dati reali. Questi centroidi rappresentano ciascuno il “centro” di un cluster, e il posizionamento dei dati reali nei singoli cluster dipenderà quindi dalla distanza relativa rispetto a questi centroidi.

Ovviamente questo comporta che la scelta del numero  $k$  dei cluster vada fatta *a priori*, in base a considerazioni relative alla natura del singolo problema, o semplicemente rispetto al tipo di risultato che si vuole ottenere.

L’algoritmo *k-means* può essere descritto come segue: si parte da un insieme di dati che consiste in una tabella di  $n$ -ple di numeri; ciascuna  $n$ -pla individua un punto del campione in base alle sue coordinate; i numeri che compongono la  $n$ -pla stessa, e che rappresentano i valori delle variabili per quell’elemento, sono ordinati in modo coerente fra loro:

1. Selezionare  $k$  centroidi iniziali (per esempio a caso fra tutti gli elementi del campione);
2. Classificare i punti relativi ai dati nei  $k$  cluster: per farlo si calcolano le distanze dai centroidi per ciascun punto e si pone il punto come appartenente al centroide più vicino;
3. Ricalcolare i centroidi di ciascun cluster: in questo caso si ricalcola la media delle coordinate dei punti di ciascun cluster;
4. Se almeno un centroide è cambiato ripetere l’algoritmo dal passo 2;
5. Fine.

In altri termini, partendo da  $k$  centroidi iniziali, a ogni iterazione si ricalcolano i centroidi tenendo conto degli elementi che, rispetto ai centroidi di quella iterazione, sono effettivamente nei cluster: infatti a ogni iterazione, specie in quelle iniziali, i punti che fanno parte dei cluster tenderanno a cambiare, sulla base dei cambiamenti dei centroidi stessi, e l’algoritmo tende a cercare una configurazione stabile per i centroidi stessi.

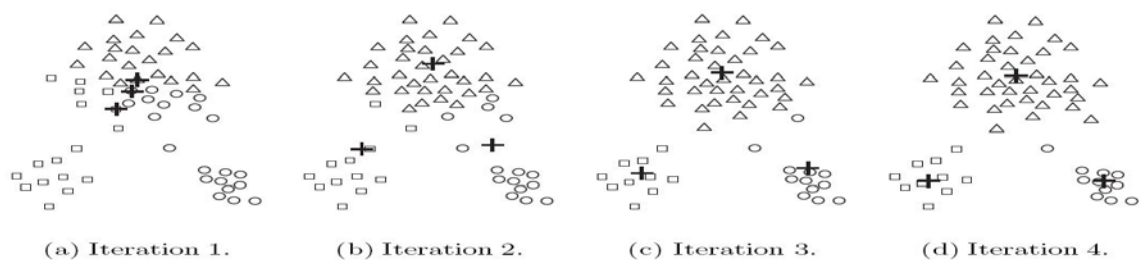


Figura 3: Esempio di iterazioni nell’algoritmo  $k$ -means (da Tam P.-N. et al. (2006))

A dispetto della sua semplicità, l'algoritmo *k-means* può fornire ottime prestazioni se opportunamente implementato: per com'è stato descritto, infatti, lascia aperte alcune scelte all'implementazione, per esempio la metrica (o similarità) scelta per calcolare effettivamente i cluster al passo 2 e i centroidi al passo 3, e la scelta dei centroidi iniziali.

## 4.6 Metodi Gerarchici

Abbiamo fin qui considerato tecniche di *clustering* di tipo partizionale, vale a dire algoritmi iterativi per dividere lo spazio nel quale i campioni sono collocati in sottoinsiemi disgiunti.

L'approccio alternativo, come abbiamo detto, è quello gerarchico.

Anche in questo caso il campione è disposto in uno spazio vettoriale di dimensione  $N$  dotato di una misura di similarità, per esempio una metrica, ma stavolta l'algoritmo di creazione dei cluster parte da una situazione iniziale in cui per ogni elemento del campione c'è un singolo cluster che lo contiene: il processo iterativo consiste nel fondere due cluster considerati simili, e continuare fino a che un numero minimo di cluster non è raggiunto.

Lo schema dell'algoritmo è dunque il seguente (di nuovo si suppone che i dati siano stati organizzati in una tabella come spiegato nell'algoritmo *k-means*):

Per  $k = N, N - 1, \dots, 1$  ripetere i passi seguenti:

1. Calcolare le distanze fra tutti i cluster (vedi sotto per alcuni criteri possibili);
2. Scegliere la coppia di cluster più simile, cioè quelli di distanza minima fra loro;
3. Fondere questi due cluster in uno solo.

Notiamo che al primo passo avremo  $N$  cluster, cioè ogni cluster contiene esattamente un punto; dopo aver calcolato i due punti più vicini, si fondono i loro due cluster lasciando intatti gli altri, così che abbiamo  $N - 1$  cluster; proseguendo in questo modo, a ogni passo il numero di cluster diminuisce e aumenta di uno la dimensione dei cluster. L'algoritmo termina quando gli ultimi due cluster si fondono in uno solo.

Evidentemente, se stiamo cercando esattamente  $K$  cluster, possiamo imporre che, quando il numero di cluster diviene quello cercato, l'algoritmo termini e ci stampi il contenuto di ciascun cluster.

Di nuovo questo algoritmo è generico, e il suo comportamento su uno stesso insieme di dati è profondamente influenzato dalla misura di similarità fra due cluster che si scelgono.

A questo proposito la letteratura annovera diverse possibilità (cfr. Tam et al. 2006): si può definire la distanza  $\delta(C_1, C_2)$  fra due cluster come il minimo delle distanze dei loro elementi:

$$\delta(C_1, C_2) = \min_{x \in C_1, y \in C_2} d(x, y)$$

Si può definire la distanza  $\delta(C_1, C_2)$  fra due cluster come il massimo delle distanze dei loro elementi:

$$\delta(C_1, C_2) = \max_{x \in C_1, y \in C_2} d(x, y)$$

Si può definire la distanza  $\delta(C_1, C_2)$  fra due cluster come la media delle distanze dei loro elementi:

$$\delta(C_1, C_2) = \frac{1}{N_1 N_2} \sum_{x \in C_1, y \in C_2} d(x, y)$$

(dove  $N_i$  è il numero di elementi in  $C_i$ ). Si può definire la distanza  $\delta(C_1, C_2)$  fra due cluster come la distanza fra i loro centroidi  $\mu_1$  e  $\mu_2$ :

$$\delta(C_1, C_2) = d(\mu_1, \mu_2)$$

In tutti questi esempi deve essere fissata preliminarmente una distanza sullo spazio nel quale gli elementi del campione sono collocati.

L'interesse per questi algoritmi rimane comunque legato al fatto che producono una gerarchia di cluster contenuti gli uni dentro gli altri, ad ogni passo dell'iterazione principale dell'algoritmo, e quindi rispondono a problemi puramente tassonomici.



## 4.7 Algoritmi di Densità

Oltre ai metodi partizionali e gerarchici dei quali abbiamo dato due esempi, corrispondenti agli algoritmi che utilizzeremo in questa nostra analisi e che sono quelli più classici e consolidati, faremo anche uso di un algoritmo più sofisticato che si basa su un approccio differente: l'algoritmo DBSCAN (*Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise*).

L'idea degli algoritmi di densità si basa sul fatto che i cluster sono determinati come agglomerati di punti, e quindi un cluster corrisponde a una regione dello spazio delle variabili nella quale i punti sono più densi che altrove. In particolare, due cluster sono regioni ad alta densità separate da una regione a bassa densità.

DBSCAN (cfr. Ester et al., 1996), è senz'altro l'algoritmo di densità più consolidato e meglio studiato, nel quale la densità di un elemento  $x_0$  del dataset è calcolata contando il numero di elementi del dataset che rientrano in una ipersfera di raggio  $\epsilon$  centrata nell'elemento  $x_0$ .

Definendo come densità di un punto  $x_0$  del dataset proprio il numero di punti vicini per meno di un  $\epsilon$  fissato, si ottiene un criterio di densità da utilizzare per determinare l'appartenenza a uno stesso cluster.

In particolare classifichiamo i punti in tre categorie:

1. *Core points*, cioè i punti la cui densità è maggiore di una soglia fissata  $\delta$ ;
2. *Border points*, cioè punti non core ma che distano per meno di  $\epsilon$  da un punto interno;
3. *Noise points*, che sono i punti né core né border.

Poste queste definizioni, l'idea dell'algoritmo DBSCAN è facilmente esposta: si tratta di raggruppare in uno stesso cluster i *core points* che distano per meno di  $\epsilon$ , e di aggregargli anche ai *border points* che distano per meno di  $\epsilon$  da un suo qualsiasi *core point*. I *noise points* non appartengono a nessun cluster. Dunque DBSCAN ignora gli *outlier* considerandoli in qualche modo "rumore".

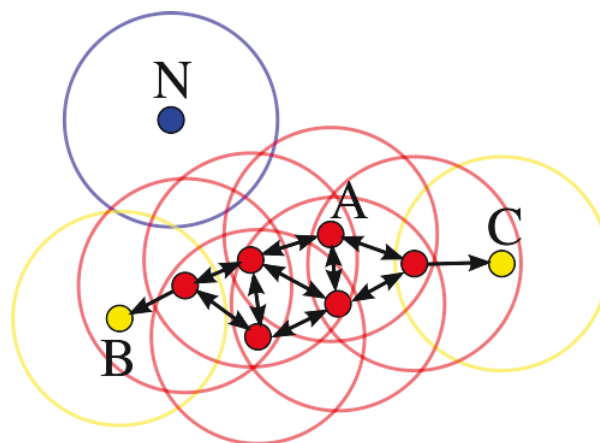


Figura 4: Esempi di *core points* (A), *border points* (B, C) e *noise points* (N) secondo l'algoritmo DBSCAN

I passi dell'algoritmo sono i seguenti:

1. Porre all'insieme vuoto l'insieme  $C$  dei cluster;
2. Trovare tutti i *core points*;
3. Nei rimanenti punti trovare tutti i *border points*;
4. Scartare i punti rimasti (che per definizione devono essere *noise points*);
5. Per ciascun *core point*, determinare tutti gli altri *core point* che distano da esso per meno di  $\epsilon$  e metterli tutti in uno stesso cluster;
6. Scandire tutti i *border point* e aggregarli al cluster di uno dei loro *core points*.

In pratica l'algoritmo consiste nell'etichettare ciascun punto in una delle sue tre possibili categorie, determinate dai parametri  $\epsilon$  e  $\delta$ . Una volta fatto questo, si scartano tutti i *noise points*, che dunque rimarranno fuori da ciascun cluster (o se si vuole formeranno dei cluster composti da un solo punto).

Dopo questa prima fase, ogni *core point* viene collegato a tutti i suoi vicini, e i cluster sono determinati come le componenti connesse (nel senso della teoria dei grafi) risultanti da questo processo.

Infine, i *border point* vengono aggregati al cluster di uno dei loro *core point*: per definizione un *border point* dista per meno di  $\epsilon$  da un *core point* e quindi dal cluster cui esso appartiene.

Ovviamente, in quest'ultimo passo c'è un margine di arbitrarietà in quanto un *border point* potrebbe avere più *core point* nel suo intorno: in questo caso scegliamo quello di distanza minima.

Per motivi di efficienza, la formulazione dell'algoritmo che utilizzeremo è la seguente:

1. Porre  $k = 0$  (numero di cluster);
2. Sia  $x$  un elemento non ancora considerato del dataset (se non ce ne sono più l'algoritmo termina);
3. Determinare l'insieme  $P$  dei punti che distano da  $x$  per meno di  $\epsilon$ : se  $P$  ha meno di  $\delta$  elementi scartare  $x$  e ripetere dal passo 2;
4. Incrementare  $k$  e aggiungere  $x$  al cluster  $k$ ;
5. Per ogni  $y \in P$ : Se  $y$  non è ancora stato considerato e se ha almeno  $\delta$  punti che distano da esso per meno di  $\epsilon$  allora aggiungere tutti questi punti a  $P$ ; Se  $y$  non appartiene a nessun cluster, aggregarlo al cluster  $k$ ;
6. Ripetere dal punto 2.

Notiamo che al passo 3 l'algoritmo scarta un punto se è un *noise point*, altrimenti aggrega attorno a esso tutti i punti interni a lui vicini, e con essi tutti i punti ad essi vicini.

Osserviamo anche che i *core points* che fanno parte di uno stesso cluster vengono aggregati non appena il primo di essi viene considerato.

## 4.8 Misure di Valutazione e di Performance

Le tecniche partizionali e gerarchiche descritte in precedenza prevedono la scelta a priori del numero di cluster nel quale suddividere il campione: se questa scelta non è indicata dalla natura del problema, può essere utile svolgere la *cluster analysis* per diversi  $K$  e scegliere quello che rende i singoli cluster il più possibile diversi fra loro e gli elementi di un singolo cluster il più possibile simili fra loro.

Per supportare questa scelta si possono utilizzare degli indicatori concepiti per quantificare la bontà di una clusterizzazione rispetto alla metrica scelta.

Una misura che è comunemente utilizzata per questa ottimizzazione è la F-statistica di Calinski, Harabasz (1974), che fa riferimento alla terminologia e ai concetti delle metodiche di analisi della varianza.

Dato un campione  $\{x_1, \dots, x_N\}$  di dati e una sua suddivisione in  $K$  cluster  $\{C_1, \dots, C_K\}$  introduciamo tre quantità: la somma totale dei quadrati (TSS, per Total Sum of Squares) che è definita come:

$$TSS = \sum_{i=1}^N d(x_i, \mu)^2$$

dove  $\mu$  è la media dei dati del campione: questa misura chiaramente prescinde dalla clusterizzazione e fa riferimento a una proprietà dell'intero dataset. Definiamo inoltre la somma quadratica delle prossimità all'interno dei cluster (WGSS, per *Within Group Sums of Squares*), cioè la somma dei quadrati delle distanze di ciascun punto dal centroide del cluster di appartenenza, definita formalmente:

$$WGSS = \sum_{k=1}^K \sum_{x \in C_k} d(x, \mu_k)^2$$

Dove  $\mu_k$  è la media dei dati del cluster  $C_k$ : questa misura è tanto minore quanto più coesi sono i dati del cluster.

Al limite, infatti, se ciascun  $C_k$  è ridotto a un sol punto  $\{x_k\}$ , la WGSS è nulla: questo caso limite ci fa capire come questa misura ponga enfasi solo sulla coesione interna ai cluster ma non dica nulla sulla clusterizzazione in sé (si noti che all'estremo opposto, se esiste un solo cluster  $C$ , troviamo che  $WGSS = TSS$ ).

Per bilanciare l'indicatore WGSS, se ne definisce un altro, la somma quadratica delle dissimilarità fra i cluster (BGSS, *Between Group Sums of Squares*), definita come:

$$BGSS = \sum_{k=1}^K N_k d(\mu_k, \mu)^2$$

Dove  $\mu_k$  è la media dei dati del cluster  $C_k$ ,  $N_k$  il numero di elementi nel cluster  $C_k$  e  $\mu$  la media del campione: questa misura è tanto maggiore quanto più i cluster sono diversi fra loro.

Notiamo che se ogni cluster ha un solo elemento, allora  $BGSS = TSS$ , mentre se esiste un solo cluster allora  $BGSS = 0$ .

In generale esiste una relazione che lega i tre indicatori fin qui discussi:

$$WGSS + BGSS = TSS$$

Gli indicatori  $WGSS$  e  $BGSS$ , che in qualche modo si muovono in direzioni diverse, sono compendati nell'indicatore di Calinski-Harabasz, che è definito come:

$$CH_k = \frac{N - K}{K - 1} \times \frac{BGSS}{WGSS}$$

Dato che  $WGSS$  misura la dissimilarità fra gli elementi dei singoli cluster mentre  $BGSS$  misura la dissimilarità fra i cluster stessi, è chiaro che questo indicatore cresce con la coesione interna dei cluster e con la dissimilarità fra cluster differenti; dunque le clusterizzazioni che forniscono un valore alto di  $CH_k$  sono migliori delle altre. Utilizzeremo questo metodo per stimare il  $K$  più opportuno nella nostra analisi.

Un altro indicatore comunemente utilizzato per stimare la bontà di una clusterizzazione è la Silhouette, (cfr. Kaufman, Rousseeuw, 1990). In questo caso, si definiscono due quantità associate a ciascun  $x_i$ : la prima è la dissimilarità media di  $x_i$  dagli elementi del cluster cui appartiene:

$$a(x_i) = \frac{1}{N_k} \sum_{x \in C_k} d(x, x_i)$$

(supponiamo in questa equazione che  $x \in C_k$ : si noti che il punto  $x_i$  soddisfa questa condizione ma che ovviamente non conta in quanto  $d(x_i, x_i) = 0$ . La seconda è la dissimilarità media di  $x_i$  dagli elementi che non appartengono al suo cluster:

$$b(x_i) = \min_{j \neq k} \frac{1}{N_j} \sum_{x \in C_j} d(x, x_i)$$

L'indicatore Silhouette è allora definito come:

$$s(x_i) = \frac{a(x_i) - b(x_i)}{\max(a(x_i), b(x_i))}$$

(se sia  $a(x_i)$  sia  $b(x_i)$  sono nulli si pone per convenzione  $s(x_i) = 0$ .)

## 4.9 Algoritmi Genetici

Un approccio completamente diverso alla clusterizzazione (ma in realtà a moltissimi altri problemi di classificazione) è dato dai cosiddetti algoritmi genetici (sugli algoritmi genetici in generale abbiamo tenuto presenti Duda, Hart, Stork (2000), Mitchell (1997).

Un algoritmo genetico, o algoritmo evolutivo, simula l'evoluzione di una popolazione di individui soggetti a una regola di "sopravvivenza" consentendo alla popolazione di mutare a ogni generazione per incrocio e/o mutazione casuale. In questo modo l'algoritmo svolge una ottimizzazione stocastica di un campione di soluzioni possibili per un problema migliorando ad ogni passo il pool di soluzioni stesse.

Per applicare un algoritmo genetico occorre che il problema presenti le seguenti caratteristiche:

- Le soluzioni del problema possano essere codificate in un "codice genetico", vale a dire in una stringa di numeri;
- Esista un criterio di fitness per una soluzione al problema.

Nel nostro caso, o meglio nel caso generale della clusterizzazione<sup>63</sup>, il problema consiste nel determinare K cluster di punti: se abbiamo N punti  $x_1, \dots, x_n$ , possiamo quindi codificare i cluster con dei vettori di numeri interi  $(c_1, \dots, c_N)$  in cui  $c_i$  è l'indice del cluster cui appartiene il punto  $x_i$ . Per esempio, se enumeriamo i cluster da 1 a K, allora una partizione in cluster, cioè una soluzione al problema di clusterizzare i punti  $x_1, \dots, x_n$ , sarà un vettore di N interi fra 1 e K.

Chiameremo *cromosoma* un tale vettore di indici. Un criterio di fitness è ovviamente una funzione che misura la bontà della clusterizzazione, come le due misure citate nel paragrafo precedente, Calinski–Harabasz o Silhouette: le utilizzeremo entrambe al posto della più generica minimizzazione dell'errore quadratico.

In un algoritmo genetico si parte da una popolazione di cromosomi generati a caso e, a ogni passo, si sostituisce la popolazione con una nuova utilizzando i seguenti criteri:

- Si selezionano i migliori individui della popolazione corrente, in base al criterio di fitness (*selection*);
- Si possono incrociare due individui e produrne altri due per *crossover*, cioè dividendo in due ciascun cromosoma e producendo due nuovi cromosomi ottenuti incrociando i pezzi risultanti;
- Si possono variare gli individui alterandone a caso una piccola percentuale del cromosoma (*mutation*).

---

<sup>63</sup> I primi a utilizzare l'approccio genetico alla clusterizzazione sono stati Raghavan, Birchard (1979), ma cfr. anche Murthy, Nirmalya (1996), Maulik, Bandyopadhyay, (2000).

L'idea è di produrre nuovi individui mantenendo e incrociando quelli migliori ma di garantire anche una certa varianza per evitare che l'algoritmo si stabilizzi su una soluzione di ottimo locale, quindi subottimale rispetto al problema nella sua interezza.

In generale, un algoritmo genetico può essere descritto come segue; si fissano alcuni parametri che ne governano il comportamento e che sono: la popolazione di cromosomi (scelta inizialmente a caso); il numero massimo di iterazioni dell'algoritmo; la percentuale  $s$  di elementi della popolazione che si vuole generare a ogni passo per selezione; la percentuale  $c = 1 - s$  di elementi della popolazione che si vuole generare a ogni passo per *crossover*; la percentuale  $m$  di elementi della popolazione che si vuole mutare a ogni passo.

Una descrizione più dettagliata di un algoritmo genetico è la seguente:

1. Inizializzare a caso una popolazione  $P$  di cromosomi;
2. Porre  $n = 1$  (iterazione corrente);
3. Calcolare la fitness di ciascun cromosoma in  $P$ ;
4. Ordinare i cromosomi di  $P$  per ordine decrescente di fitness;
5. Creare una nuova popolazione  $P'$  vuota;
6. Selezionare i migliori  $s$  elementi dalla popolazione  $P$  e includerli nella popolazione  $P'$ ;
7. Incrociare  $c$  coppie di elementi scelte a caso fra i migliori (per ciascun incrocio due elementi sono aggiunti alla popolazione  $P'$ );
8. Una volta così ottenuta la popolazione  $P'$ , su  $m$  suoi elementi applicare una mutazione casuale;
9. Incrementare  $n$  e se è minore del numero massimo di iterazioni andare a 3;
10. Fine.

La selezione può avvenire facendo *sampling* dalla distribuzione empirica delle fitness: precisamente si possono calcolare le fitness di tutti gli elementi, normalizzarle per la somma di tutte queste fitness, ordinarle in modo decrescente, e calcolare per ciascun elemento la somma della sua fitness e di quelle di tutti gli elementi che lo precedono, cioè la sua fitness cumulata; a questo punto basterà scegliere un numero a caso  $0 \leq r < 1$  e selezionare l'elemento la cui fitness cumulata sia la più piccola a superare  $r$ .

## 4.10 Il Campione Oggetto di Analisi

Prima di provvedere a descrivere la *cluster analysis* condotta sul campione selezionato è necessario descrivere il campione stesso e le variabili selezionate nel modello. Il campione fa riferimento a 141 aziende del settore idrico italiano distribuite su tutto il territorio nazionale: gli ultimi dati disponibili relativi alle variabili selezionate sono quelli dell'anno 2006, non erano disponibili per la nostra ricerca dati più aggiornati. Si tratta, infatti di grandezze che devono possedere la capacità di misurare i risultati delle funzioni che abbiamo scelto ed essere disponibili anche in termini di effettiva reperibilità (poiché molti di essi sono ritenuti sensibili e quindi non vengono facilmente forniti dalle aziende). Come detto, tali dati sono stati acquisiti grazie alla collaborazione del CNEL e dell'Osservatorio dei Servizi Pubblici Locali.

### 4.10.1 Le Variabili

Le performance delle aziende del campione sono state valutate attraverso 12 indici di bilancio e due variabili *dummy* che corrispondono alle dimensioni dello spazio vettoriale nel quale eseguiremo la clusterizzazione (Tabella 1). Di seguito una breve descrizione degli indicatori:

**Area:** Una variabile *dummy* che determina la macro-area geografica nella quale l'azienda idrica opera: Sud Italia, Centro Italia e Nord Italia. Questi valori saranno rispettivamente denotati dai valori numerici 10, 20, 30;

**Integrazione:** Una variabile *dummy* che determina la tipologia aziendale in funzione del grado di integrazione delle singole imprese: assume valori compresi tra 5 e 20 in funzione delle attività svolte. Il valore massimo è attribuito alle aziende codificate nel database CNEL come a "ciclo integrato";

**Ebitda:** Una variabile di redditività che misura l'indicatore *Earning Before Interest, Taxation, Depreciation, Amortization*, il cui scopo è indicare la redditività di una azienda a prescindere dal tipo di produzione, dalla tassazione cui è soggetta, etc. Si tratta del rapporto tra Risultato operativo+Ammortamenti e svalutazioni/Valore della produzione. Permette di calcolare Ebitda come margine sul fatturato aziendale (indice%). Considereremo Vpr e non i ricavi per tener conto anche dei contributi;

**Roa:** Una variabile di redditività che misura l'indicatore *Return On Assets*, il cui scopo è di stimare percentualmente quanto gli asset (capitali investiti, attività svolte, etc.) di un'azienda sono efficienti nel generare profitti. Si tratta dunque del rapporto fra il Risultato operativo (ante oneri finanziari) e il totale attivo nel bilancio aziendale;

**Roe:** Una variabile di redditività che misura l'indicatore *Return On Equity*, il cui scopo è di stimare percentualmente quanto i ricavi netti di un'azienda pesino sull'interesse maturato dagli azionisti. Si tratta del rapporto fra Utile netto e Capitale netto;

**Roi:** Una variabile di redditività che misura l'indicatore *Return On Investments*. Si tratta del rapporto tra Risultato operativo/ (Patrimonio netto+ Obbligazioni+ Debiti v. banche, v.soci per finanziamenti e v.altri finanziatori). Esprime, quindi, la capacità di un'impresa di produrre reddito mediante svolgimento della sola gestione caratteristica;

**Ros:** Una variabile di redditività che misura l'indicatore *Return On Sales*, il cui scopo è di misurare percentualmente i risultati operativi rispetto ai ricavi netti: si tratta cioè del margine operativo;

**Vpr:** Una variabile finanziaria che misura il valore della produzione dell'azienda;

**Liq:** Una variabile finanziaria che misura l'indice di liquidità dell'azienda: si tratta del rapporto tra Attivo circolante al netto delle rimanenze sui Debiti a breve scadenza. Evidenzia il rapporto tra liquidità immediata e liquidità differita con le passività scadenti entro l'anno. Se il rapporto risulta  $> 2$  esso indica un eccesso di liquidità, se  $> 1$ : tranquillità finanziaria, per valori compresi tra 0,50 e 1, situazione soddisfacente ed infine se il rapporto risulta inferiore al valore 0,33 si avrà uno squilibrio finanziario;

**Lev:** Una variabile finanziaria che misura quanta parte degli impieghi aziendali è finanziata mediante il patrimonio netto. Si tratta, infatti, del rapporto tra l'Attivo e il Patrimonio netto. Tale indicatore deve essere relazionato al Roi per poter analizzare al meglio la struttura finanziaria e le scelte strategiche di investimento. Se il Roi, infatti, risulta maggiore del costo del denaro, tanto più cresce il ricorso a capitali esterni tanto più aumenta potenzialmente l'effetto leva sul Roe; nel caso contrario quanto più cresce il ricorso a capitali esterni tanto più diminuisce l'effetto leva sul Roe;

**Imm:** Una variabile finanziaria che misura l'indice di copertura delle immobilizzazioni. È dato da Patrimonio netto+ Debiti a lungo termine/ Immobilizzazioni. Esprime la capacità dei capitali apportati dai soci o dei terzi creditori di coprire le necessità di investimenti in immobilizzazioni. Se tale rapporto è minore di 1, la situazione non risulta soddisfacente, nel caso contrario l'indicatore delinea una situazione soddisfacente;

**Indip:** Una variabile finanziaria che misura l'indice di indipendenza finanziaria: si tratta del rapporto percentuale fra il Patrimonio netto e i debiti;

**Patr:** Una variabile finanziaria che esprime la redditività del capitale proprio in termini di valore della produzione. Si tratta, infatti, del rapporto tra il Patrimonio netto e il Valore della produzione. L'indicatore deve essere  $> 0$ ;

**Rot\_CI:** Una variabile di redditività che indica il numero delle volte in cui, nell'esercizio, il capitale circolante si riproduce attraverso le vendite. Si tratta, infatti, del rapporto tra Valore della produzione e Attivo circolante. Considereremo il valore della produzione e non i ricavi di vendita al fine di tener conto anche dei contributi, di notevole importanza nell'ambito dei Servizi pubblici locali.

Le variabili scelte sono state selezionate tra quegli "operational indicators" che in letteratura sono apparsi come parametri ad alta significatività nello studio delle dinamiche del settore dei servizi idrici. Si tratta di indicatori di redditività e di indicatori finanziari a cui abbiamo aggiunto due variabili qualitative che danno conto della localizzazione e della tipologia aziendale. Lo strumento che la Banca Mondiale ha scelto per lo svolgimento di questo tipo di attività è proprio il benchmarking. Come detto, tra le pubblicazioni in tema idrico, infatti, sono presenti numerosi documenti di sintesi di ricerche e studi relativi principalmente a enti gestori, in cui vengono paragonati numerosi indicatori e ricercate le esperienze di successo da proporre alle altre imprese<sup>64</sup>.

---

<sup>64</sup> Si veda in rassegna la parte sul benchmark nel settore idrico.



**Tabella 1: Variabili dell'analisi**

VARIABILI DUMMY	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Area</li> <li>• Integrazione</li> </ul>
GESTIONE CARATTERISTICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotazione del capitale investito</li> <li>• Ebitda Margin</li> <li>• Roe</li> <li>• Roa</li> <li>• Roi</li> <li>• Ros</li> </ul>
GESTIONE FINANZIARIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indice di Liquidità</li> <li>• Leverage</li> <li>• Indice di copertura delle immobilizzazioni</li> <li>• Indice di indipendenza da terzi</li> <li>• Grado di patrimonializzazione</li> <li>• Valore della produzione</li> </ul>

#### 4.10.2 Il Campione Considerato

Il campione che abbiamo preso in considerazione consta delle seguenti aziende, per le quali indichiamo anche il settore e la regione di pertinenza: i dati come anticipato sono relativi all'anno 2006 (riteniamo superfluo riportare per esteso i dati delle variabili di cui al paragrafo precedente). L'ordinamento che abbiamo utilizzato è quello illustrato nella seguente tabella:

**Tabella 2: Aziende del campione**

N.	AZIENDA	ATTIVITÀ (31/12/2006)	REGIONE (31/12/2006)
1	SOCIETA' ACQUEDOTTI TIRRENI S.P.A.	Acquedotto	Liguria
2	ACQUEDOTTO VALTIGLIONE S.P.A. SIGLABILE A.V. S.P.A.	Acquedotto	Piemonte
3	ACQUEDOTTO DELLA PIANA S.P.A. SIGLABILE: A. P	Acquedotto	Piemonte
4	ACQUEDOTTO DI SAVONA S.P.A.	Acquedotto	Liguria
5	ACQUEDOTTO DI BORGOMANERO, GOZZANO E UNITI S.P.A.	Acquedotto	Piemonte
6	ACQUE DI CASALOTTO S.P.A.	Acquedotto	Sicilia
7	ACQUE CARCACI DEL FASANO S.P.A.	Acquedotto	Sicilia
8	ACQUEDOTTO SAN LAZZARO S.P.A. IN FORMA ABBREV	Acquedotto	Liguria
9	COOPERATIVA ACQUA POTABILE SAN MICHELE - APPIANO % TRINKWASSER-GENOSSE	Acquedotto	Trentino-Alto Adige
10	ACQUEDOTTO POIANA S.P.A.	Acquedotto	Friuli

<b>N.</b>	<b>AZIENDA</b>	<b>ATTIVITÀ (31/12/2006)</b>	<b>REGIONE (31/12/2006)</b>
11	COOPERATIVA PER L'ACQUA POTABILE TERLANO % TRINKWASSER- GENOSSENSCHAFT	Acquedotto	Trentino-Alto Adige
12	SIIT SERVIZI IDRICI INTEGRATI DELLA TUSCIA SPA	Acquedotto	Lazio
13	ACQUEDOTTO COOPERATIVA DI FIE' ALLO SCILIAR % TRINKWASSER- GENOSSENS	Acquedotto	Trentino-Alto Adige
14	ACQUEDOTTO COOPERATIVA CASTELROTTO % TRINKWASSER- GENOSSENSCHAFT KASTEL	Acquedotto	Trentino-Alto Adige
15	ACQUEDOTTO SOCIETA' COOPERATIVA NEPTUNIA SIUSI % TRINKWASSER-GENOSSENS	Acquedotto	Trentino-Alto Adige
16	CONSORZIO PER L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DEI COMUNI DI SAN FERMO DELLA BATTAGLIA... O CAISCAP	Acquedotto	Lombardia
17	ASCAA S.P.A.	Acquedotto	Emilia- Romagna
18	SOCIETA' MULTISERVIZI ALTA VALLE S.P.A.	Acquedotto	Lombardia
19	CONSORZIO PER L'ACQUEDOTTO INDUSTRIALE DEL LAGO DI COMO - SOCIETA' COO	Acquedotto	Lombardia
20	AIGA S.P.A.	Acquedotto	Liguria
21	CONSORZIO PER L'ACQUEDOTTO DELSIMBRIVIO	Acquedotto	Lazio
22	SOCIETA' PER L'ACQUEDOTTO DEL NERA S.P.A. - "S.A.N. S.P.A." -	Acquedotto	Marche
23	ACQUE SUD S.R.L.	Acquedotto	Sicilia
24	PRAGMA S.P.A.	Acquedotto	Lombardia
25	AZIENDA SERVIZI INTEGRATI "COLLINE COMASCHE" S.P.A.	Acquedotto	Lombardia
26	NORD SERVIZI ACQUA S.R.L.	Acquedotto	Lombardia
27	CASTIGLIONE OLONA SERVIZI S.R.L.	Acquedotto	Lombardia
28	ALPI ACQUE SPA	Acquedotto	Piemonte
29	AQUA SEPRIO SERVIZI S.R.L.	Acquedotto	Lombardia
30	ACQUEDOTTO DRAGONE SERVIZI S.R.L.	Acquedotto	Emilia- Romagna
31	SIDRA S.P.A.	Acquedotto	Sicilia
32	SALERNO SISTEMI S.P.A.	Acquedotto	Campania
33	PLURIACQUE - S.C.P.A.	Acquedotto	Campania
34	AMAP S.P.A.	Acquedotto	Sicilia
35	SICILIACQUE - S.P.A.	Acquedotto	Sicilia
36	SOCIETA' ACQUEDOTTO VALLE DEL LAMONE S.R.L. IN SIGLA SAVL	Acquedotto	Toscana

<b>N.</b>	<b>AZIENDA</b>	<b>ATTIVITÀ (31/12/2006)</b>	<b>REGIONE (31/12/2006)</b>
37	VOLTANO S.P.A.	Acquedotto	Sicilia
38	AUSINO - S.P.A. SERVIZI IDRICI INTEGRATI	Acquedotto	Campania
39	CGA IDRICO S.R.L.	Acquedotto	Piemonte
40	CONSORZIO PER L'ACQUEDOTTO DEL MIGNONE	Acquedotto	Lazio
41	SERVIZI INTEGRATI ACQUA S.P.A.	Acquedotto	Veneto
42	AZIENDA MULTISERVIZI IDRICI E AMBIENTALI SCRIVIA SOCIETA' PER AZIONI,	Acquedotto e Depurazione	Piemonte
43	AZIENDA INTERCOMUNALE ACQUE OVEST TICINO S.R.L. SIGLABILE A.I.A. S.R.L.	Acquedotto e Fognatura	Piemonte
44	SARONNO SERVIZI S.P.A.	Acquedotto e Fognatura	Lombardia
45	RUZZO SERVIZI S.P.A.	Ciclo Integrato	Abruzzo
46	CENTRO VENETO SERVIZI S.P.A. CON SIGLA ( C.V.S. S.P.A.)	Ciclo Integrato	Veneto
47	ALTO CALORE SERVIZI S.P.A	Ciclo Integrato	Campania
48	GRAN SASSO ACQUA S.P.A.	Ciclo Integrato	Abruzzo
49	SISTEMA AMBIENTE S.R.L.	Ciclo Integrato	Friuli
50	CIIP CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI S.P.A.	Ciclo Integrato	Marche
51	AZIENDA MULTISERVIZI AMERINO-NARNESE-A.M.A.N. S.C.P.A.	Ciclo Integrato	Umbria
52	AZIENDA CONSORTILE SERVIZI VAL D'ARDA	Ciclo Integrato	Emilia-Romagna
53	ACOSET S.P.A.	Ciclo Integrato	Sicilia
54	TENNACOLA S.P.A.	Ciclo Integrato	Marche
55	CAFC S.P.A.	Ciclo Integrato	Friuli
56	CONSAC GESTIONI IDRICHE S.P.A.	Ciclo Integrato	Campania
57	ACQUE DEL BASSO LIVENZA S.P.A.	Ciclo Integrato	Veneto
58	CAIBT SPA	Ciclo Integrato	Veneto
59	AQUALIS S.P.A.	Ciclo Integrato	Lombardia
60	MEDITERRANEA DELLE ACQUE SOCIETA' PER AZIONI	Ciclo Integrato	Liguria
61	AZIENDA SERVIZI PUBBLICI SILE PIAVE IN FORMA ABBREVIATA " SILE PIAVE S	Ciclo Integrato	Veneto
62	ACQUEDOTTO DEL FIORA SOCIETA' PER AZIONI O ACQUEDO	Ciclo Integrato	Toscana
63	AZIENDA PIOVESE GESTIONE ACQUE S.R.L. IN SIGLA APGA S.R.L.	Ciclo Integrato	Veneto
64	CIAB S.P.A.	Ciclo Integrato	Lombardia
65	ACAOP S.P.A.	Ciclo Integrato	Lombardia
66	LUNIGIANA ACQUE S.P.A.	Ciclo Integrato	Toscana

<b>N.</b>	<b>AZIENDA</b>	<b>ATTIVITÀ (31/12/2006)</b>	<b>REGIONE (31/12/2006)</b>
67	CISIAG S.P.A.	Ciclo Integrato	Veneto
68	GE.SE.SA. - GESTIONE SERVIZI SANNIO S.P.A.	Ciclo Integrato	Campania
69	SO.GE.A.S. SPA SOCIETA' GESTIONE ACQUE SIRACUSA S.P.A.	Ciclo Integrato	Sicilia
70	SERVIZI PUBBLICI VERBANESI - S.P.V. - S.R.L.	Ciclo Integrato	Piemonte
71	POLESINE SERVIZI - S.P.A.	Ciclo Integrato	Veneto
72	IDRO-TIGULLIO S.P.A.	Ciclo Integrato	Liguria
73	A.S.M. CASTELLEONE SERVIZI S.P.A.	Ciclo Integrato	Lombardia
74	ESERCIZIO E GESTIONE UNIFICATA DELLE ACQUE S.R.L. "IN FORMA ABBREVIATA	Ciclo Integrato	Liguria
75	ACAM ACQUE SPA	Ciclo integrato	Liguria
76	SERVIZI COMUNALI ASSOCIATI S.R.L.	Ciclo Integrato	Liguria
77	S.I.I. SOCIETA CONSORTILE PER AZIONI	Ciclo integrato	Umbria
78	CONSORZIO ACQUEDOTTISTICO MARSICANO S.P.A.	Ciclo Integrato	Abruzzo
79	CO.R.D.A.R. VALSESIA S.P.A.	Ciclo Integrato	Piemonte
80	C.A.D.F. - S.P.A.	Ciclo Integrato	Emilia- Romagna
81	AMAT S.P.A.	Ciclo integrato	Liguria
82	APES SERVIZI S.R.L.	Ciclo Integrato	Lombardia
83	SOCIETA' ABRUZZESE PER SERVIZIO IDRICO INTEGRATO SPA	Ciclo Integrato	Abruzzo
84	GESTIONE ESERCIZIO ACQUEDOTTI LUCCHESI S.P.A. OPPURE: "G.E.A.	Ciclo Integrato	Toscana
85	ACQUEDOTTO LUCANO - S.P.A.	Ciclo Integrato	Basilicata
86	NUOVE ACQUE S.P.A.	Ciclo Integrato	Toscana
87	METROPOLITANA MILANESE S.P.A.URE	Ciclo Integrato	Lombardia
88	A. E G. S.P.A.	Ciclo Integrato	Toscana
89	MONTAGNA 2000 S.P.A.	Ciclo Integrato	Emilia- Romagna
90	G.A.I.A. S.P.A.	Ciclo Integrato	Toscana
91	ACQUE S.P.A.	Ciclo Integrato	Piemonte
92	ACQUALATINA S.P.A.	Ciclo Integrato	Lazio
93	TEA ACQUE S.R.L.	Ciclo Integrato	Lombardia
94	SERVIZI IDRICI SINISTRA PIAVE S.R.L. - IN SIGLA S.I.S.P. S.R.L.	Ciclo Integrato	Veneto
95	CARNIACQUE S.P.A.	Ciclo Integrato	Friuli
96	ACEA ATO 5 S.P.A.	Ciclo Integrato	Lazio
97	AZIENDA PER LA CAPTAZIONE E LA QUALIFICAZIONE ALL'USO DELL'ACQUA VALOR	Ciclo Integrato	Sardegna

<b>N.</b>	<b>AZIENDA</b>	<b>ATTIVITÀ (31/12/2006)</b>	<b>REGIONE (31/12/2006)</b>
98	CANTURINA SERVIZI TERRITORIALI - S.P.A.	Ciclo Integrato	Lombardia
99	RIO TORTO RETI S.P.A. IN ACRONIMO R.T.R. S.P.A.	Ciclo Integrato	Lombardia
100	MONDO ACQUA SPA	Ciclo Integrato	Piemonte
101	ACQUEDOTTI S.C.P.A.	Ciclo Integrato	Campania
102	ABBANO S.P.A.	Ciclo Integrato	Sardegna
103	BAS - SERVIZI IDRICI INTEGRATI S.P.A. IN FORMA ABBREV	Ciclo Integrato	Lombardia
104	GE.S.IDR.A. S.P.A. IN ACRONIMO GES	Ciclo Integrato	Lombardia
105	ALTO VICENTINO SERVIZI S.P.A.	Ciclo Integrato	Veneto
106	HIDROGEST S.P.A.	Ciclo Integrato	Lombardia
107	ACQUE NORD SRL	Ciclo Integrato	Sicilia
108	AM.TER. SP.A.	Ciclo Integrato	Liguria
109	AMIACQUE SRL	Ciclo Integrato	Lombardia
110	ASIS AZIENDA SERVIZI IDRICI INTEGRATI SALERNITANA	Ciclo Integrato	Campania
111	IDRICA S.P.A.	Ciclo Integrato	Lazio
112	PUBLIACQUA S.P.A.	Ciclo Integrato	Toscana
113	ACQUE S.P.A.	Ciclo Integrato	Toscana
114	G.O.R.I. S.P.A. - GESTIONE OTTIMALE RISORSE IDRICHE	Ciclo Integrato	Campania
115	A.R.I.N. - AZIENDA RISORSE IDRICHE DI NAPOLI S.P.A.	Ciclo Integrato	Campania
116	SOCIETA' METROPOLITANA ACQUE TORINO S.P.A. IN ALTERNATIVA	Ciclo Integrato	Piemonte
117	ACQUE TOSCANI S.P.A.	Ciclo Integrato	Toscana
118	ANTIGA S.P.A.	Ciclo Integrato	Lombardia
119	ACQUE DEL CHIAMPO S.P.A.	Ciclo Integrato	Veneto
120	CONSORZIO DEI COMUNI PER L'ACQUEDOTTO DEL MONFERRATO	Ciclo Integrato	Piemonte
121	A.C.A. S.P.A. IN HOUSE PROVIDING	Ciclo Integrato	Abruzzo
122	R.I.A. RISANAMENTO IDRICO AMBIENTALE S.P.A.	Ciclo Integrato	Lombardia
123	CONSORZIO ECOLOGICO PRENESTINO C.E.P.	Ciclo Integrato	Lazio
124	A.M.A. S.P.A.	Ciclo Integrato	Sicilia
125	S.I.I. - S.P.A. - SERVIZIO IDRICO INTEGRATO DEL BIELLESE E VERCELLESE	Ciclo Integrato	Piemonte
126	TUTELA AMBIENTALE DEL SEBINO S.P.A.	Ciclo Integrato	Lombardia
127	AZGA NORD S.P.A.	Depurazione	Toscana
128	MEDIO CHIAMPO SPA	Depurazione	Veneto
129	UNDIS S.P.A.	Depurazione	Abruzzo
130	ASSISTECO S.R.L.	Depurazione	Lombardia

<b>N.</b>	<b>AZIENDA</b>	<b>ATTIVITÀ (31/12/2006)</b>	<b>REGIONE (31/12/2006)</b>
131	GE.S.I. S.P.A.	Depurazione	Veneto
132	CONSULACQUA - S.R.L.	Depurazione	Piemonte
133	TUTELA AMBIENTALE SUD MILANESE - TASM S.P.A. IN FORMA ABBREVIATA TASM	Depurazione	Lombardia
134	AZIENDA CUNEESE DELL'ACQUA - SOCIETA' PER AZIONI SIGLABILE "A.C.	Depurazione	Piemonte
135	S.I.A.V. S.R.L.	Depurazione	Piemonte
136	COMUNITA' DEL BACINO DEL LAGO DI BOLSENA - CO.BA.L.B. - S.P.A.	Depurazione	Lazio
137	SOCIETA' PER LA CONDOTTA DI ACQUA POTABILE IN ALPIGNANO SOCIETA' A RES	Fognatura e Depurazione	Piemonte
138	CORDAR S.P.A. BIELLA SERVIZI	Fognatura e Depurazione	Piemonte
139	AZIENDA SERVIZI INTEGRATI LAMBRO S.P.A. IN FORMA ABBREVIATA "ASIL S.P.	Fognatura e Depurazione	Lombardia
140	IDRA S.R.L.	Fognatura e Depurazione	Lombardia
141	ADDA ACQUE S.P.A.	Fognatura e Depurazione	Lombardia

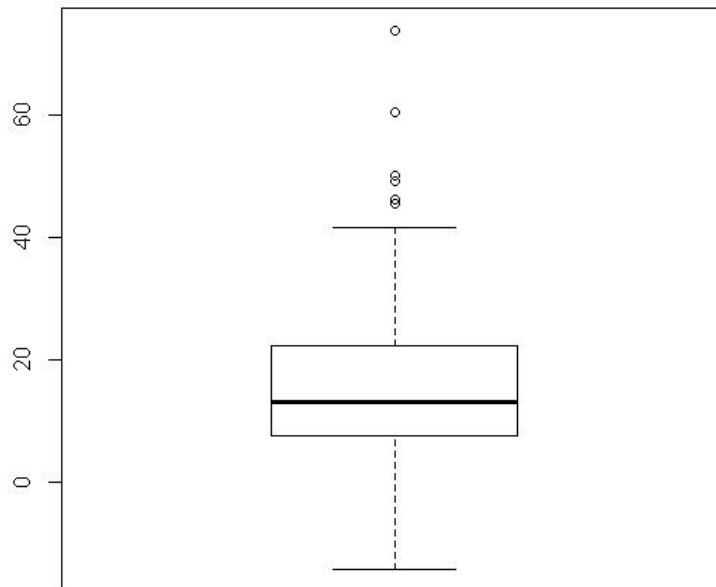
## 4.11 Risultati dell'Analisi Empirica

Come primo approccio al campione di dati, verificheremo l'omogeneità del campione stesso in relazione alla variabile Ebitda, che fornisce un indicatore indipendente dalla struttura finanziaria, ma non dall'esistenza di eventuali fenomeni di inefficienza operativa. A livello geografico, l'analisi evidenzia quanto segue:

**Tabella 3: Valori Ebitda**

EBITDA	Totale	Sud	Centro	Nord
Media	16.13	12.45	12.56	18.38
Mediana	12.98	10.82	11.76	16.23
Std	13.03	10.36	8.86	14.42
Cv	0.81	0.83	0.71	0.78
Min	-14.37	-14.37	-5.17	-9.97
Max	73.80	31.76	38.26	73.80

Si osservi come, mediamente, al Nord ci sia più efficienza operativa rispetto alle altre aree geografiche ma la maggiore varianza indichi un minor grado di omogeneità tra le prime, al contrario di quanto registrato per le imprese del Sud.



**Figura 5: Boxplot relativo alla variabile Ebitda dei dati del campione**

I dati sopra riportati sembrano mostrare una maggior efficienza operativa delle aziende idriche localizzate nel Nord del paese. Ci aspettiamo quindi che i cluster tengano conto di questa evidenza.

Osserviamo che il campione presenta, relativamente a questa variabile, alcuni outlier: in particolare il boxplot rappresentato nella Figura 5 illustra questa circostanza.

Gli *outlier* corrispondono alle aziende che presentano un valore di Ebitda molto alto, e che sono le sei seguenti:

- AZIENDA CONSORTILE SERVIZI VAL D'ARDA (Emilia Romagna)
- ACQUEDOTTO COOPERATIVA CASTELROTTO (Trentino-Alto Adige)
- RIO TORTO RETI S.P.A. IN ACRONIMO R.T.R. S.P.A. (Lombardia)
- AMIACQUE SRL (Lombardia)
- ACQUEDOTTO COOPERATIVA DI FIE' ALLO SCILIAR (Trentino-Alto Adige)
- S.I.A.V. S.R.L. (Piemonte).

Notiamo che l'ACQUEDOTTO LUCANO S.P.A. si posiziona sotto il primo quartile, dato che il suo Ebitda risulta di 5.84 mentre l'intervallo interquartile risulta [7.65–22.33].



### 4.11.1 Analisi per Componenti Principali

Una prima analisi del campione statistico oggetto del nostro studio sarà quella per componenti principali, il cui obiettivo, è di individuare delle variabili latenti che concentrano su di loro informazioni rilevanti sul campione ma, a differenza delle variabili originarie, possono considerarsi *indipendenti*, vale a dire che, le informazioni che esse inglobano sono scorrelate e rappresentano singolarmente aggregazioni di correlazioni lineari, uniformi e globali rispetto al campione di dati scelto.

Fatte salve queste precisazioni, l'analisi ha evidenziato i seguenti risultati:

**Tabella 4: Autovalori della matrice di correlazione ordinati per valore assoluto**

Componente	Autovalore	Proporzione	Cumulata
1	3.2691	0.2335	0.2335
2	2.2042	0.1574	0.3910
3	1.5315	0.1094	0.5003
4	1.2936	0.0924	0.5927
5	1.0124	0.0723	0.6651
6	0.9390	0.0671	0.7321
7	0.8604	0.0615	0.7936
8	0.6674	0.0477	0.8413
9	0.6464	0.0477	0.8874
10	0.4861	0.0347	0.9221
11	0.4264	0.0305	0.9526
12	0.3150	0.0225	0.9751
13	0.2667	0.0190	0.9942
14	0.0819	0.0058	1.0000

Gli autovalori della matrice di correlazione, ordinati per valore assoluto, sono risultati quelli riportati nella Tabella 4, assieme alla proporzione che il metodo attribuisce alla componente relativa a ciascun autovalore (in altri termini più è elevato questo valore più la componente è preponderante) e ai valori cumulati di queste proporzioni.

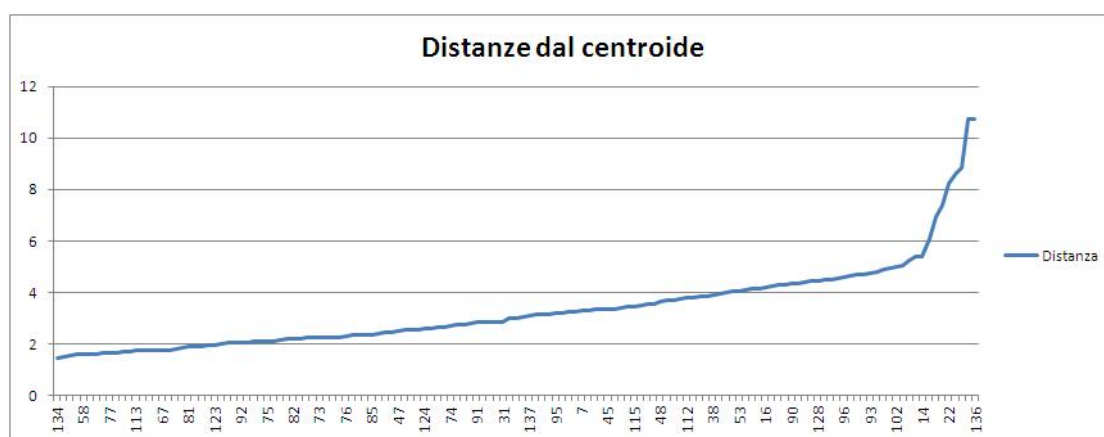
Il risultato è, come si vede, che le proporzioni sono relativamente basse, il che indica una perdita notevole di informazioni nella riduzione della dimensione: per esempio, un valore cumulato superiore al 90% si ottiene solo considerando almeno le prime dieci componenti principali, oltre un terzo del totale.

La conclusione è che non si trae nessun reale vantaggio computazionale nella riduzione della dimensione in questo caso, si passerebbe da 14 a 10 o 11 per avere una analisi significativa, e quindi che, in qualche senso, le variabili da noi scelte sono effettivamente già significative nel loro complesso.

Ovviamente va ricordato come la PCA vada a considerare le correlazioni lineari fra le variabili, trascurando quelle più che lineari.

## 4.11.2 Analisi col Metodo del Centroide

Alla luce della nostra discussione nel paragrafo 4.4, possiamo calcolare le distanze di Mahalanobis di ciascun punto del campione dalla media  $\mu$ : quello che emerge è un insieme di distanze che, se ordinate, corrispondono al grafico riportato nella Figura 6. Va precisato che in questa figura, i numeri interi fra 1 e 141 che figurano sull'asse delle  $x$ , indicano il numero di riga della Tabella 2 che elenca tutte le aziende del campione: queste aziende, nel grafico, non figurano secondo l'ordinamento dell'elenco di cui alla stessa tabella, ma sono ordinate per distanza crescente dal centroide.



**Figura 6: Distanze di Mahalanobis dal centroide del campione ordinate in modo decrescente**

Come si vede, gli elementi hanno distanze dal centroide che crescono in maniera sostanzialmente lineare: tuttavia, fra l'azienda 14 e la 136 (che corrispondono a una azienda trentina e una piemontese) le differenze fra i singoli elementi si incrementano, e la curva diviene molto più ripida<sup>65</sup>.

Questo risultato, pertanto, ci informa che utilizzando una semplice classificazione con la distanza di Mahalanobis dal centroide non sembrano emergere dei cluster significativi: infatti, si evidenzia un gruppo omogeneo di 133 aziende, che hanno distanza meno di 5.42 dal centroide, e almeno altri due gruppi, uno delle aziende che distano per meno di 10 dal centroide, e l'altro che comprende le uniche due che distano per più di 10.

Naturalmente questi otto elementi potrebbero considerarsi dei singoli cluster o anche degli *outlier*.

<sup>65</sup> Per motivi di rappresentazione grafica non indichiamo le label di tutte le aziende: questa analisi è stata svolta considerando la tabella delle 141 coppie (azienda, distanza) ordinate per distanza: ci pare inutile riportarla ritenendo il grafico sufficientemente esplicativo per comprendere le caratteristiche del campione rispetto alla presente analisi del centroide.

### 4.11.3 Analisi con un Algoritmo di tipo Gerarchico

La Figura 6, consente di comprendere come la coesione fra la maggior parte dei dati del campione sia stretta e le correlazioni molto importanti: una riprova è data dalla seguente analisi, che abbiamo svolto per verificare come i metodi gerarchici in questo caso siano poco significativi e per poter comunque trarre eventuali informazioni sulle relazioni fra cluster del nostro campione.

Precisamente, abbiamo implementato l'algoritmo di *clustering* gerarchico descritto nel paragrafo 4.6 utilizzando come distanza fra due cluster la distanza di Mahalanobis fra i centroidi dei cluster stessi. Non riportiamo i dettagli dei cluster trovati, anche perché stiamo parlando di centinaia di cluster annidati gli uni dentro gli altri, tuttavia, è interessante notare come a ogni iterazione dell'algoritmo un solo cluster venisse alimentato a discapito di tutti gli altri.

In particolare, per  $K < 67$  l'algoritmo ha prodotto un cluster comprendente quasi tutti gli elementi del campione e una serie di altri cluster con uno o pochissimi elementi. La Tabella 5 riproduce le numerosità dei cluster per  $K \leq 10$ .

**Tabella 5: Numero  $N_i$  di elementi dei cluster  $C_i$  nella clusterizzazione gerarchica per  $K \leq 10$  utilizzando la distanza di Mahalanobis dai centroidi come misura di similarità per i cluster**

K	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
10	130	2	1	1	1	1	2	1	1	1
9	130	2	1	1	1	3	1	1	1	0
8	131	2	1	1	3	1	1	1	0	0
7	132	2	1	3	1	1	1	0	0	0
6	135	2	1	1	1	1	0	0	0	0
5	136	2	1	1	1	0	0	0	0	0
4	138	1	1	1	0	0	0	0	0	0
3	139	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2	140	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	141	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Per inciso, notiamo che l'azienda di nostro interesse si posiziona nel cluster principale fin dall'inizio, provenendo da uno dei due cluster che si fondono in esso al passo  $K = 66$ .

Una rilevazione che ci pare interessante è legata al calcolo dei due indicatori di performance per la clusterizzazione nel caso dell'algoritmo gerarchico qui implementato: in particolare, le due misure sembrano anticorrelate, come mostra il grafico nella Figura 7 che illustra al variare del numero di cluster, l'andamento dei due indicatori (entrambi normalizzati fra 0 e 1).

In particolare, l'indicatore di Calinski-Harabasz ha indicato 2, 140 e 3 come numero ottimale di cluster, una indicazione del fatto che i dati sono estremamente coesi e compatti, rendendo difficile per questo metodo fornire delle indicazioni che non siano generiche. Il numero ottimale di cluster secondo l'indicatore Silhouette è stato invece di 19, ma va comunque rilevato che i valori di questo indicatore sono tutti insoddisfacenti in quanto minori di zero.

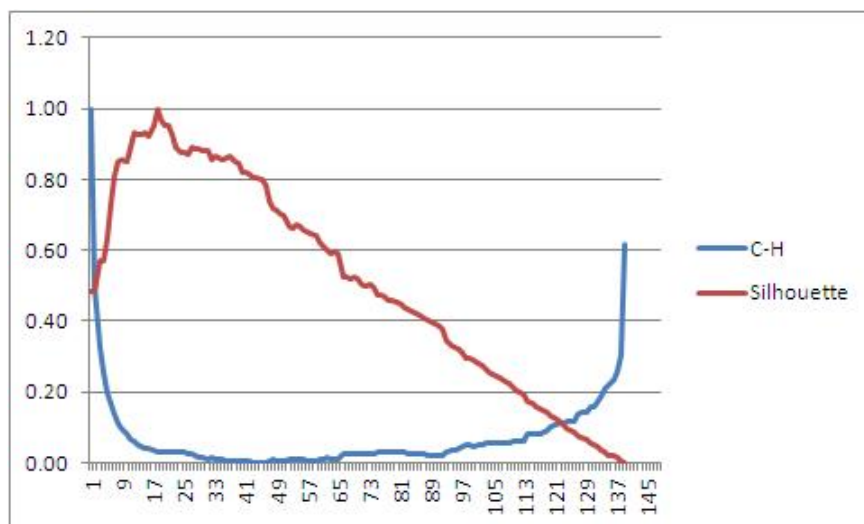


Figura 7: Valori normalizzati fra 0 e 1 degli indicatori di Calinski-Harabasz e Silhouette in funzione del numero di cluster nella clusterizzazione gerarchica

#### 4.11.4 Analisi Dbscan

Le analisi che abbiamo fin qui prodotto consentono già di capire quanto problematica sia l'applicazione dei metodi di densità al caso dei dati da noi selezionati: il campione presenta, infatti, una forte coesione, e dunque poca variazione di densità fra i dati, con la conseguente difficoltà di individuare dei cluster.

Quello che ci aspettiamo è da un lato molti *noise point*, se il raggio  $\epsilon$  degli intorni considerati è troppo piccolo, dall'altro un solo cluster se il raggio è troppo grande.

Abbiamo svolto l'analisi usando le tre distanze, sebbene, com'è da attendersi, nel caso delle distanze  $L^1$  e  $L^2$ , i risultati sono analoghi, e utilizzando gli indicatori di performance Calinski-Harabasz e Silhouette per selezionare i valori ottimali dei parametri dell'algoritmo.

Usando la distanza  $L^2$  quello che abbiamo ottenuto è sintetizzabile come segue:

- Utilizzando l'indicatore di Calinski-Harabasz, il valore ottimale di  $\epsilon$  è risultato 100 e quello di  $\delta$  è risultato 4; sono risultati 100 *noise point* (fra i quali quello di nostro interesse corrispondente all'ATO della Basilicata) mentre i rimanenti 41 si sono ripartiti più o meno uniformemente in 7 cluster;
- Utilizzando l'indicatore Silhouette, il valore ottimale di  $\epsilon$  è risultato 2100 e quello di  $\delta$  è risultato 2; sono risultati 11 *noise point* mentre i rimanenti 130 si sono ripartiti in 5 cluster, dei quali il primo contiene 115 elementi e i rimanenti meno di 10: l'ATO della Basilicata è risultato in uno di questi microcluster da 4 elementi.

Queste evidenze confermano le difficoltà anticipate in precedenza: in particolare usando l'indicatore di Calinski-Harabasz la maggior parte dei punti sono considerati *noise point*, mentre usando l'indicatore Silhouette la maggior parte dei punti si aggregano in un unico cluster. In entrambi i casi l'analisi sembra non essere particolarmente significativa.

Analogo risultato negativo si ottiene considerando la distanza  $L^1$ , in questo caso:

- Utilizzando l'indicatore di Calinski-Harabasz, il valore ottimale di  $\epsilon$  è risultato 100 e quello di  $\delta$  è risultato 4; sono risultati 132 *noise point* (fra i quali quello di nostro interesse corrispondente all'ATO della Basilicata) mentre i rimanenti 9 si sono ripartiti più o meno uniformemente in 2 cluster;
- Utilizzando l'indicatore Silhouette, il valore ottimale di  $\epsilon$  è risultato 2200 e quello di  $\delta$  è risultato 2; sono risultati 11 *noise point* mentre i rimanenti 130 si sono ripartiti in 5 cluster, dei quali il primo contiene 115 elementi e i rimanenti meno di 10: l'ATO della Basilicata è risultato in uno di questi microcluster da 4 elementi. In questo caso la clusterizzazione ottenuta è la medesima che con la distanza  $L^2$ .

Infine, usando la distanza di Mahalanobis la situazione è analoga:

- Utilizzando l'indicatore di Calinski-Harabasz, il valore ottimale di  $\epsilon$  è risultato 1.1 e quello di  $\delta$  è risultato 3; sono risultati 126 *noise point* (fra i quali quello di nostro interesse corrispondente all'ATO della Basilicata) mentre i rimanenti 15 si sono ripartiti uniformemente in 3 cluster;
- Utilizzando l'indicatore Silhouette, il valore ottimale di  $\epsilon$  è risultato 2.9 e quello di  $\delta$  è risultato 2; sono risultati 22 *noise point* mentre i rimanenti 119 si sono ripartiti in 5 cluster, dei quali il primo contiene 111 elementi e i rimanenti 2 elementi ciascuno: l'ATO della Basilicata è risultato nel cluster più grande.

In definitiva, l'utilizzo di un algoritmo basato sulla densità non ha prodotto risultati univoci rispetto ai due indicatori di performance né significativi in termini di clusterizzazione: l'unica evidenza che potremmo trarne è la presenza di *outlier*, rappresentati dai *noise points*, e l'omogeneità sostanziale del campione rispetto alla misura di densità.

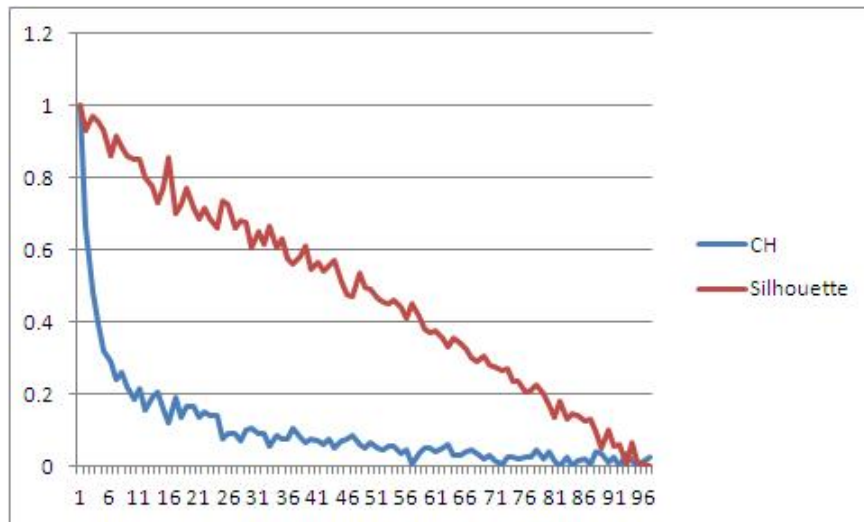
#### 4.11.5 Analisi con un Algoritmo di tipo K-Means

Passiamo ora al metodo di clustering comunemente selezionato in letteratura: Il metodo partizionale *k-means*, che è stato implementato considerando un numero minimo di 3 cluster e l'indicatore di Calinski-Harabasz per la scelta del numero di cluster, e come misure di similarità le distanze euclidea,  $L^1$  e di Mahalanobis.

In tutti e tre i casi il valore massimo per l'indicatore di Calinski-Harabasz si è avuto in corrispondenza di  $K=3$ , a dimostrazione della forte coesione dei dati (all'aumentare del numero dei cluster diminuisce la qualità della clusterizzazione).

Anche l'indicatore di Silhouette ha suggerito un valore di  $K=3$  per questo algoritmo: è interessante notare come nel caso di questo algoritmo, le due misure indichino, seppure con modalità differenti, lo stesso trend di decrescita al crescere del numero dei cluster, a significare che queste due misure di performance concordano nel valutare le clusterizzazioni prodotte con

*K-means*: non stupisce che questo tipo di algoritmo sia quello comunemente utilizzato in letteratura.



**Figura 8: Valori degli Indicatori di Calinski-Harabasz e Silhouette normalizzati entrambi tra 0 e 1 in funzione del numero di cluster nella clusterizzazione k-means**

È importante, tuttavia, notare che *i risultati ottenuti con K-means non hanno fornito in nessun caso valori soddisfacenti per l'indicatore di Silhouette*, che è risultato negativo per qualsiasi scelta di K: pertanto la valutazione dei risultati empirici di questa analisi, che riportiamo qui appresso, va condotta tenendo presente la poca affidabilità dei confini dei cluster trovati dall'algoritmo in questo caso. Ci pare comunque interessante fornirla anche per cogliere le analogie con la più precisa analisi che esporremo nel prossimo paragrafo e che è stata condotta con un algoritmo genetico.

Nel caso delle distanze (euclidea) e  $L^1$ , la clusterizzazione ha fornito lo stesso esito: dei tre cluster, uno conteneva pochissimi elementi (solo 5, tanto da far pensare che fossero in realtà degli *outlier*), un altro ne conteneva 18 e l'ultimo gli altri 118.

Utilizzando la distanza di Mahalanobis si sono ottenuti cluster più omogenei: il risultato è sicuramente più realistico in questo caso. Analizziamo brevemente la struttura di questi cluster.

Il cluster più numeroso, che chiameremo *A*, contiene 88 elementi, mentre gli altri due, *B* e *C*, contengono rispettivamente 29 e 24 elementi. Notiamo la ripartizione geografica dei cluster: riportiamo, per ciascuna regione, il numero di gestori presenti nei tre cluster (Tabella 6).

Come si vede, i cluster *A* e *B* rappresentano sostanzialmente il Centro-Nord e il Sud rispettivamente, mentre il cluster *C* annovera 18 gestori del Centro-Nord su 24.

In particolare, il gestore di nostro interesse si trova nel cluster *B* come indicato nella Tabella 7 in cui sono mostrati i valori dei centroidi dei tre cluster e, nell'ultima colonna, i valori dell'Acquedotto Lucano.

Ancora una volta si evidenzia come il cluster *C* risulti abbastanza anomalo, e possa essere considerato un raggruppamento di *outlier*.

Tabella 6: Ripartizione delle aziende del campione per regione e cluster usando la distanza di Mahalanobis

Regione	A	B	C	Totali
Abruzzo	4	1	1	6
Basilicata	0	1	0	1
Campania	1	8	1	10
Emilia-Romagna	4	0	1	5
Friuli Venezia-Giulia	4	0	0	4
Lazio	5	2	1	8
Liguria	8	0	3	11
Lombardia	23	0	7	30
Marche	3	0	0	3
Piemonte	16	0	3	19
Sardegna	0	1	1	2
Sicilia	0	11	0	11
Toscana	5	5	1	11
Trentino Alto-Adige	1	0	4	5
Umbria	2	0	0	2
Veneto	12	0	1	13

Tabella 7: Centroidi dei cluster k-means

	A	B	C	Acquedotto Lucano
Area	Nord	Sud	Nord	Sud
Integrazione	15	13	15	20
EBITDA	12.61	13.77	31.4	5.84
ROA	1.07	3.42	2.45	-0.59
ROI	2.83	8.11	4.56	-1.5
ROS	0.67	5.5	6.87	-1.37
ROE	1.09	3.51	2.01	0.44
Vpr	10047	17751	53771	54991.67
Liq	1.78	1.41	1.84	0.98
Lev	5.95	9.25	4.36	10.43
Imm	1.63	1.05	1.11	1.31
Indip	1.3	1.27	5.11	0.11
Patr	1.94	1.14	5.55	0.22
ROT_CI	1.2	1.09	0.83	0.5

Per quanto riguarda la struttura degli indicatori e il posizionamento dell'Acquedotto Lucano, possiamo svolgere alcune considerazioni sulla base dell'analisi fin qui condotta e dei risultati illustrati.

- Il valore dell'Ebitda si mantiene su livelli decisamente modesti non solo in assoluto ma anche rispetto al cluster nel quale l'azienda è collocata, pur essendo il valore del centroide del cluster B ben minore di quello degli altri due. Anzi, potremmo dire che un basso Ebitda è una delle caratteristiche di aggregazione di questo cluster, e quindi un dato che indica, a prescindere dalle problematiche organizzative e fiscali, una bassa redditività e quindi una performance sicuramente inferiore ad altri attori del mercato;
- I risultati dell'azienda, evidenziati dagli indici di redditività legati ai ritorni economici sulla base di diverse caratteristiche, sono assolutamente negativi (non solo in senso numerico) per l'azienda lucana, a fronte di una media elevata rispetto agli altri cluster per quanto riguarda il cluster B. Il Roi in particolare, rileva una gestione operativa che si presta a grandi margini di miglioramento, e che incide sicuramente in negativo sulle performance aziendali nel breve termine (si noti l'elevata media del cluster). In definitiva, dal punto di vista della redditività, il posizionamento dell'azienda in esame rispetto alle altre dello stesso cluster sembra essere basso, sebbene non il più basso in assoluto nel cluster. Questo posizionamento può essere spiegato col forte indebitamento dell'azienda;
- Sotto il profilo finanziario, il grado di copertura delle immobilizzazioni appare essere in linea con la media campionaria, evidenziando la struttura equilibrata tra grado di liquidità dell'attivo e struttura per scadenza dell'indebitamento. Tuttavia, ciò è garantito da un consistente effetto di leva (che è un'altra caratteristica delle aziende che fanno parte di questo cluster), fattore in grado di generare una redditività aziendale complessivamente negativa: in altri termini, troppi debiti generano troppi interessi da pagare;
- Due caratteristiche dell'azienda la differenziano dalla media del campione relativo al suo cluster di appartenenza: il livello alto di integrazione del ciclo produttivo, mentre più della metà delle aziende del cluster B non svolgono il ciclo integrato, e l'alto valore della produzione aziendale rispetto alla media del cluster.

Il posizionamento dell'ATO della Basilicata rispetto al cluster che potremmo definire tipico delle aziende del Meridione è, dunque, negativo per gli aspetti di redditività, sui quali pesano il forte indebitamento, in linea con la media del cluster per gli aspetti finanziari e atipico per quanto riguarda il valore della produzione, che lo collocherebbe come un *outlier* o come un elemento del cluster C.

Nel prossimo paragrafo mostreremo come questi dati sono in qualche modo confermati, seppure con delle precisazioni ulteriori, rispetto a una diversa clusterizzazione ottenuta con un algoritmo di ottimizzazione non lineare iterativo più sofisticato di *K-means* e per il quale la forma dei cluster (la *decision boundary* che li delimita) ha modo di conformarsi in maniera meno rigida e con meno vincoli rispetto all'algoritmo *K-means*.



Vale la pena precisare esplicitamente come i risultati con l'algoritmo genetico saranno ovviamente diversi, in quanto non ci si può attendere che i cluster abbiano la stessa forma, ma anzi è proprio per ottenere un profilo più preciso delle singole regioni di omogeneità che si mettono in campo algoritmi più sofisticati.

In generale, a seconda del tipo di distanza e del tipo di profilo che è consentito da un algoritmo alla forma geometrica della frontiera fra i vari cluster, un certo elemento potrà essere classificato in modo diverso da due algoritmi diversi: la complessità e i valori degli indicatori di performance consentiranno di stabilire quale classificazione sia più realistica.

Nel nostro caso vedremo che, mentre *K-means* classifica sostanzialmente le aziende del Centro-Nord e del Sud in due cluster distinti, non sembra consentire di fornire una indicazione precisa per il cluster residuale C, il che rende difficoltosa l'interpretazione dei dati.

Con l'algoritmo genetico i cluster saranno apparentemente più simili fra loro, ma in realtà saranno le superfici che li delimitano nello spazio N-dimensionale ad avere una forma più complessa e altamente non lineare, consentendo una migliore interpretazione dei risultati: come vedremo, questa interpretazione non contraddirrà quella appena svolta per *K-means* ma piuttosto la renderà in certi aspetti meno imprecisa.

#### 4.11.6 Analisi con L'Algoritmo Genetico

L'analisi appena esposta fornisce una prima indicazione sul posizionamento dell'ATO della Basilicata rispetto agli altri gestori idrici, e tuttavia i valori dell'indicatore Silhouette per l'analisi con *K-means* sono troppo bassi per convincerci definitivamente dell'affidabilità del risultato, o quanto meno della sua precisione.

Per questo motivo, al fine di corroborare la nostra analisi, vogliamo anche svolgere lo studio empirico utilizzando l'algoritmo genetico. Ovviamente la clusterizzazione sarà diversa in questo caso e ci attendiamo che sia più precisa.

Per capire meglio questo ultimo punto può essere utile svolgere qualche osservazione sulla relazione fra i due tipi di algoritmo, *K-means* e algoritmo genetico.

In effetti, in entrambi i casi, abbiamo a che fare con un metodo di ottimizzazione iterativo, nel senso che l'algoritmo parte da una soluzione approssimata del problema e la migliora ad ogni passo.

Inoltre, esiste una componente probabilistica in entrambi i casi, dato che i dati di partenza sono scelti in maniera aleatoria.

Ma, mentre un algoritmo genetico fornisce una procedura sostanzialmente non lineare di ottimizzazione, che quindi è in grado di catturare le complessità del problema e soprattutto di "oltrepassare" le soluzioni ottimali locali, cioè quelle che possono presentarsi per prime e che sono ottimali in un loro intorno ma non globalmente, *K-means* converge verso la prima soluzione locale che riesce a determinare.

Pertanto, una clusterizzazione con *K-means* non è garantito che sia ottimale in assoluto, laddove una clusterizzazione con un algoritmo genetico, per le caratteristiche di quest'ultimo, ha maggiori chances di determinare una soluzione migliore di quella ottenuta con *K-means*.

In questo senso il passaggio da *K-means* a un algoritmo genetico costituisce il passaggio da un metodo di ottimizzazione a un altro più sofisticato e capace di risultati migliori: così, non è possibile confrontare direttamente i risultati dell'uno e dell'altro, che in generale saranno diversi, bensì interpretare i risultati di *K-means* come una prima approssimazione dei risultati più generali che si ottengono con l'algoritmo genetico.

Difficilmente, se non per casi molto semplici (precisamente in presenza di un'unica soluzione ottimale al problema), i risultati dei due algoritmi coincideranno su uno stesso dataset.

Le chiare indicazioni per una suddivisione in tre cluster che vengono dall'analisi precedente possono essere utilizzate per applicare l'algoritmo genetico: precisamente quest'ultimo è stato calibrato per cercare, all'interno del campione dei dati considerato, tre cluster.

Come abbiamo ricordato, l'algoritmo genetico dipende da una serie di parametri, in particolare dalla percentuale di elementi che, a ogni generazione, sono sottoposti a *crossover*, e dalla percentuale di mutazioni casuali che vengono consentite a ogni generazione.

Pertanto, dopo aver implementato l'algoritmo, abbiamo svolto un lungo lavoro di calibrazione di questi parametri dal quale è emerso che, relativamente al campione di dati selezionato, le clusterizzazioni migliori si ottengono utilizzando una popolazione di 50 individui, soggetti a *crossover* con probabilità del 70% a ogni generazione e con un tasso di variabilità genetica del 10% a ogni generazione.

Utilizzando questi parametri, abbiamo fatto girare l'algoritmo per diversi valori del numero di cluster, da 2 a 20, mappando l'andamento degli indicatori di performance, ottenendo le curve mostrate nella Figura 7, fissando per tutti i test uno stesso numero di iterazioni e considerando il miglior valore espresso dall'algoritmo, cioè l'individuo migliore prodotto nel corso di quelle iterazioni dalla popolazione.

La distanza scelta è stata quella  $L^2$  sempre dopo aver svolto diversi test per verificare quale fra le  $L^p$  e la distanza di Mahalanobis fornisce migliori performance in questo caso. D'altra parte l'informazione relativa alla correlazione delle variabili secondo l'approssimazione normale multivariata inglobata nella distanza di Mahalanobis corrisponde a un modello che, nel caso dell'algoritmo genetico di ottimizzazione non lineare, deve emergere dai dati del problema e non essere per forza un vincolo di input.

Come si vede nella Figura 9, gli indici risultano anti-correlati in questo caso, ma il loro *breakeven point* è proprio  $K = 3$ , il che corrobora la scelta di questo valore in base all'analisi precedente.



**Figura 9: Valori degli indicatori di Calinski-Harabasz e Silhouette in funzione del numero di cluster nella clusterizzazione con l’algoritmo genetico**

Una sessione in cui l’algoritmo, con i parametri suddetti, si è iterato per 1000 volte, utilizzando la metrica euclidea, ha prodotto un risultato dell’indicatore di Silhouette pari a 0.39: i cluster sono descritti sinteticamente nella Tabella 8 dove, nelle prime tre colonne figurano i valori medi delle variabili indicate nelle righe, mentre nella quarta colonna figurano i valori medi delle stesse variabili dell’intero campione, per un confronto.

Da questa tabella possiamo notare alcune caratteristiche di questa clusterizzazione: per prima cosa il cluster che contiene l’ATO della Basilicata, che è il cluster B, ha 59 elementi, mentre il C ne ha 61: il cluster A ha invece appena 21 elementi.

I due cluster B e C sembrano avere alcune caratteristiche simili, come il fatto che le percentuali rispettive di aziende del Nord, del Centro e del Sud sono più o meno le stesse in entrambi: infatti, il 64% delle aziende di B sono del Nord, il 22% del Centro e il 14% del Sud, mentre il 56% delle aziende di C sono del Nord, il 28% del Centro e il 16% del Sud.

Prima di analizzare le caratteristiche del cluster B che comprende l’azienda di nostro interesse, guardiamo alle differenze fra i vari cluster per cercare di capire come l’algoritmo ha partizionato il nostro campione.

Notiamo che, di nuovo, si è appalesata una differenziazione geografica nel senso seguente: il cluster A contiene solo aziende del Nord (all’incirca il 71%) e del Sud (all’incirca il 29%), ma non del Centro. I cluster B e C, come si è detto, contengono percentuali simili di aziende del Nord, Centro e Sud.

Se la differenza fra A da un lato e B e C dall’altro sembra in primo luogo geografica, la differenza fra B e C riguarda l’integrazione delle aziende: le aziende del cluster C sembrano quelle che più spesso sono a ciclo integrato.

**Tabella 8: Centroidi dei cluster prodotti dall’algoritmo genetico, centroide dell’intero campione non clusterizzato e valori dell’Ato Lucano**

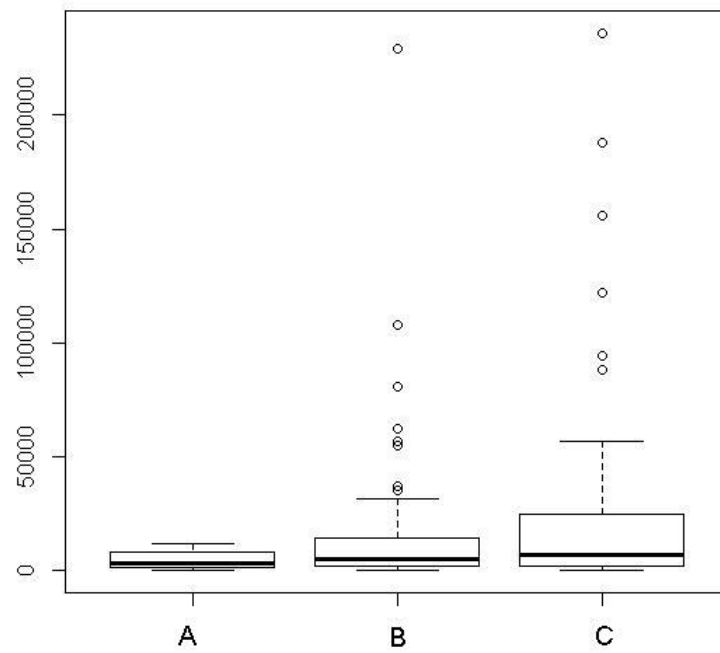
	A	B	C	A U B U C	VALORI AZIENDE CLUSTER B
<b>NUMEROSITA'</b>	21	59	61	141	ACQUEDOTTO LUCANO
<b>NORD</b>	15	38	34	87	
<b>CENTRO</b>	0	13	17	30	
<b>SUD</b>	6	8	10	24	
<b>Area</b>	24.29	25.08	23.93	24.47	Sud
<b>Integrazione</b>	12.33	13.95	16.20	14.68	20
<b>EBITDA</b>	16.79	15.15	16.85	16.13	5.84
<b>ROA</b>	1.09	1.63	2.19	1.79	-0.59
<b>ROI</b>	2.92	3.90	4.93	4.20	-1.5
<b>ROS</b>	2.94	2.33	3.20	2.80	-1.37
<b>ROE</b>	-2.39	-0.53	5.38	1.75	-0.44
<b>Vpr</b>	4511.54	17487.26	25331.54	18948.33	54991.67
<b>Liq</b>	1.33	2.02	1.53	1.71	0.98
<b>Lev</b>	3.95	4.81	8.61	6.33	10.43
<b>Imm</b>	1.23	1.77	1.15	1.42	1.31
<b>Indip</b>	1.21	2.15	1.99	1.94	0.11
<b>Patr</b>	1.41	2.64	2.51	2.40	0.22
<b>ROT_CI</b>	1.33	1.06	1.09	1.11	0.5

Come osservato in Tabella 8, una differenza chiara fra tutti e tre i cluster sembra essere data dalla variabile **Prod** che denota il valore della produzione: le aziende del cluster A possiedono un valore basso di produzione, e il boxplot delle distribuzioni dei valori di questa variabile per i tre cluster mostra chiaramente questo fenomeno, cfr. Figura 10.

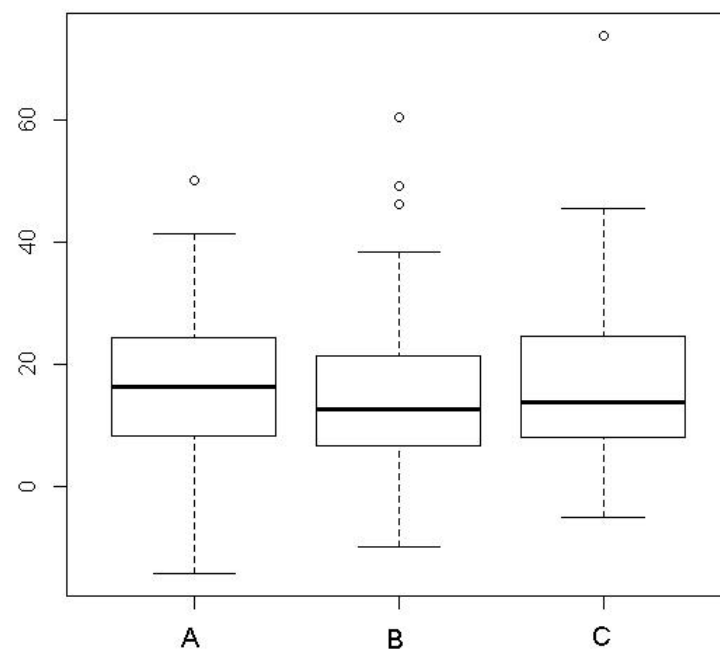
Se, infatti, le mediane sono paragonabili, gli intervalli interquartili presentano ampiezze significativamente differenti, con una netta differenziazione in base al cluster: in B l'IQR ha ampiezza doppia che in A, e in C, ha ampiezza doppia che in B. In tutti e tre i casi c'è una notevole *skew*, nel senso che le mediane sono sostanzialmente equivalenti, mentre le code destre della distribuzione tendono a variare sensibilmente.

Concentriamoci ora maggiormente sulle caratteristiche del singolo cluster B: per prima cosa ricordiamo che l'algoritmo genetico, come gli algoritmi di partizione, ma a differenza di DBSCAN, classifica ogni punto in qualche cluster, con la conseguenza di comprendere anche eventuali *outlier*.

Analizziamo il cluster dal punto di vista di alcune variabili per verificare se i contorni del cluster possono essere ulteriormente delineati e per capire quale sia il posizionamento specifico dell'ATO di nostro interesse all'interno del cluster stesso.



**Figura 10: Boxplot dei valori della produzione per i cluster A, B e C**



**Figura 11: Boxplot dei valori dell'EBITDA per i cluster A, B e C**

Cominciamo dalla variabile relativa al valore della produzione: osservando il boxplot ad essa relativo (cfr. Figura 10), per i punti del cluster B notiamo alcuni *outlier*, fra i quali figura proprio l'ATO della Basilicata che si colloca al di sopra dell'intervallo interquartile col valore di 54991.67. Anche nel cluster C troviamo diversi *outlier*, mentre il cluster A sembra assolutamente compatto rispetto a questa variabile.

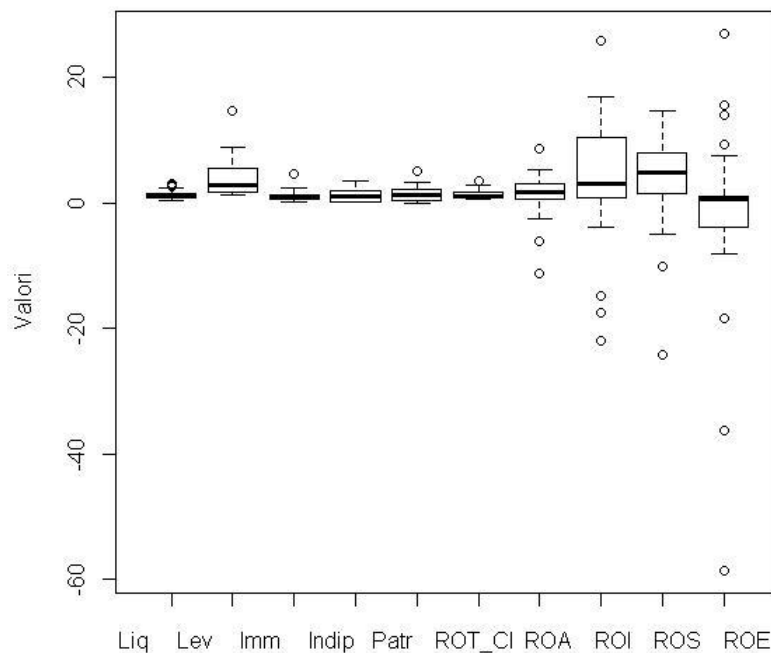
Dal punto di vista della produzione l'azienda di nostro interesse risulta quindi atipica rispetto al cluster nel quale è collocata. Per quanto riguarda l'Ebitda, il boxplot delle distribuzioni dei suoi valori nei tre cluster sono illustrati nella Figura 11.

In questo caso la distribuzione per il cluster B presenta pochissima *skew* e soltanto tre outlier, relativi alle aziende dell'Alto Adige e della provincia di Milano, mentre l'ATO della Basilicata si colloca poco al di sotto dell'intervallo interquartile, ma sostanzialmente a pieno titolo nel cluster B, almeno rispetto a questo indicatore. Notiamo che le distribuzioni dei valori di questa variabile sono assolutamente paragonabili fra i tre cluster forniti dall' algoritmo, presentando ciascuno pochi *outlier*, poca *skew* e degli intervalli interquartili sostanzialmente molto simili fra loro.

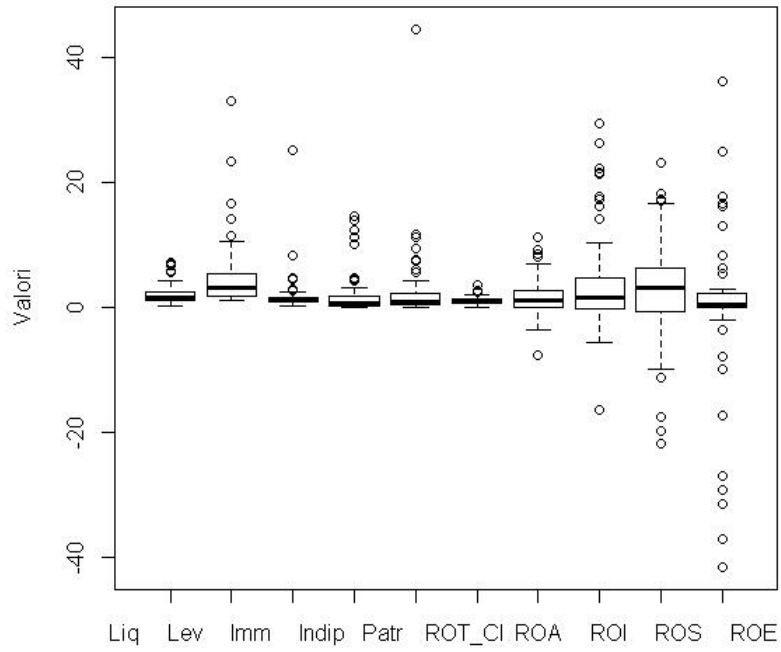
Non è dunque l'Ebitda la variabile che pesa maggiormente nella clusterizzazione fornita dall'algoritmo genetico.

In ogni caso, trova quindi conferma una delle conclusioni che abbiamo delineato utilizzando l'algoritmo K-means: rispetto al dato dell'Ebitda, l'ATO della Basilicata non riesce a performare in maniera apprezzabile rispetto alle altre aziende con caratteristiche simili.

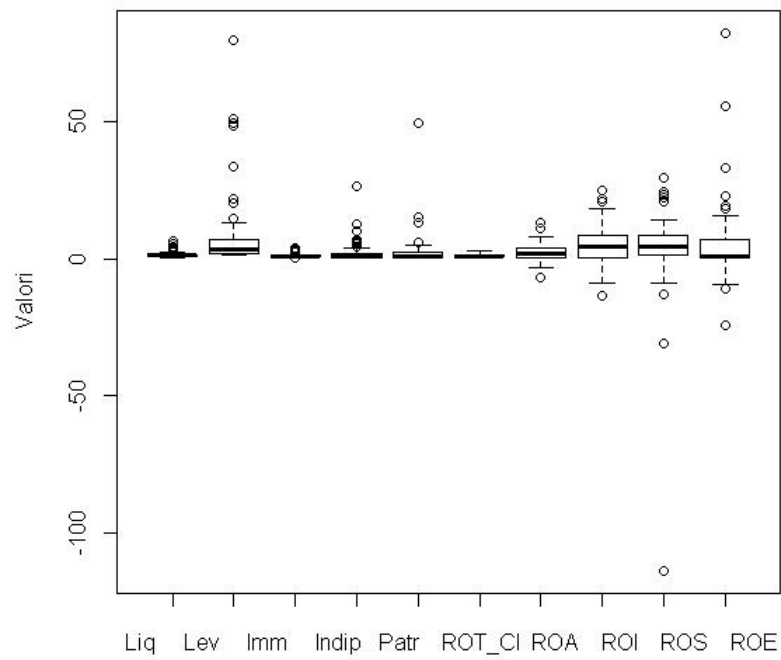
Per quanto riguarda gli altri indicatori, (Figura 12, Figura 13 e Figura 14), di seguito i box plot per ciascun cluster.



**Figura 12: Boxplot dei valori delle rimanenti variabili per il cluster A**



**Figura 13: Boxplot dei valori delle rimanenti variabili per il cluster B**



**Figura 14: Boxplot dei valori delle rimanenti variabili per il cluster C**

A corredo di questi diagrammi, osserviamo che l'ATO della Basilicata non figura come *outlier* in nessuno dei boxplot indicati, vale a dire non è fra gli elementi indicati con dei cerchi e che denotano punti con valori troppo distanti dall'intervallo interquartile per quella variabile.

Inoltre, osservando i boxplot, è evidente come gli indicatori di redditività (che corrispondono ai boxplot più a destra nel grafico) soffrono di una dispersione indipendente dalla suddivisione in cluster, nel senso che molti degli elementi che l'algoritmo classifica nei cluster A e B sono al di fuori dell'intervallo interquartile e si pongono quindi alle estremità delle distribuzioni dei valori delle rispettive variabili.

Si osserva anche una *skew* accentuata per le distribuzioni dei valori relativi a queste variabili per il cluster A, mentre il cluster C sembra essere quello che aggrega meglio i suoi elementi sulla base degli indici di redditività.

In generale, gli elementi del cluster B di nostro interesse sembrano essere in sofferenza rispetto agli indicatori di redditività, e l'ATO della Basilicata in particolare si posiziona su performance inferiori alla media del suo cluster.

Il posizionamento dell'ATO della Basilicata rispetto al cluster individuato dall'algoritmo genetico è dunque negativo per gli aspetti di redditività, sui quali pesano il forte indebitamento, in linea con la media del cluster per gli aspetti finanziari e atipico per quanto riguarda il valore della produzione,

Infine, per chiudere l'analisi di benchmark con delle indicazioni concrete, consideriamo le 5 aziende che fanno parte del cluster B dell'ATO della Basilicata e che le risultano prossime in termini della distanza nello spazio euclideo.

A conti fatti, indipendentemente dalla distanza utilizzata ( $L^p$  o di Mahalanobis), i seguenti punti sono nella prossimità dell'azienda di nostro interesse nell'ambito del cluster B:

1. A.C.A. S.P.A. IN HOUSE PROVIDING (Pescara);
2. ACQUALATINA S.P.A. (Latina);
3. ALTO CALORE SERVIZI S.P.A (Avellino);
4. CIIP CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI S.P.A. (Ascoli Piceno);
5. S.I.I. SOCIETA' CONSORTILE PER AZIONI (Terni).

Si tratta di tutte società del Centro-Sud a ciclo integrato e caratterizzate da un alto valore della produzione, ben superiore alla media del cluster.

Notiamo che i singoli valori delle variabili per questi punti del campione non sono necessariamente i più vicini ai corrispondenti valori dell'ATO della Basilicata: infatti la clusterizzazione fa emergere una vicinanza che va oltre i valori delle singole variabili ma che tiene conto delle loro correlazioni non lineari. Per esempio, rispetto al valore di Leverage e di Ebitda queste aziende fra loro e rispetto all'ATO della Basilicata presentano valori diversi, pur nell'ambito dell'omogeneità dei dati del cluster. Anche rispetto agli indici di redditività la seconda e la quinta hanno performance diverse (e migliori) delle altre e dell'Acquedotto Lucano.

Gli elementi di prossimità sono dunque da ricercarsi non nella specificità del singolo dato econometrico, che sia Roi o Ebitda (per esempio alte e ben sopra la media del cluster per ACQUALATINA), ma nelle correlazioni evidenziate dall'algoritmo.



Dunque queste cinque aziende vanno collocate accanto all'ATO della Basilicata per quanto concerne la loro gestione complessiva, che dà luogo alle singole variabili in base alle quali la clusterizzazione è stata effettuata.

In particolare, il gestore ACQUALATINA risulta il più vicino all'ATO della Basilicata rispetto agli altri secondo le distanze  $L^p$ , sebbene rispetto alla distanza di Mahalanobis sia l'ALTO CALORE SERVIZI di Avellino a risultare il più prossimo all'azienda lucana.

Un'analisi di dettaglio delle similarità fra queste aziende e l'Acquedotto Lucano, condotta per esempio sull'analisi dei bilanci, del bacino di utenza e della tipologia idrografica del territorio servito, potrebbero chiarire ulteriormente perché l'ATO della Basilicata si posiziona accanto a queste altre aziende del settore secondo la nostra *cluster analysis*.

## 4.12 Conclusioni

In questo capitolo sono stati presentati gli algoritmi di *clustering* che abbiamo utilizzato nella nostra analisi che, tra l'altro, ci ha consentito di testare quanto ciascuna categoria di essi fosse adeguata allo studio di simili *data set*, il campione dei dati utilizzati e le variabili dello spazio vettoriale su cui è stata effettuata la clusterizzazione, nonché i risultati ottenuti con le varie metodologie ed, infine, la clusterizzazione prodotta dall'algoritmo genetico.

Dallo studio sull'omogeneità del campione in relazione alla variabile Ebitda, si è visto come al Nord ci sia una maggiore efficienza operativa rispetto alle altre aree geografiche ma la maggiore varianza indichi un minor grado di omogeneità tra le prime, a differenza di quanto osservato per le aziende del Sud. Dall'analisi *PCA* è emerso come non si tragga alcun vantaggio computazionale riducendo il set degli indicatori del nostro spazio vettoriale e che, quindi, le variabili da noi selezionate sono, effettivamente già significative nel loro complesso. Dalla classificazione in base alla distanza di Mahalanobis, non abbiamo ottenuto risultati apprezzabili, come risulta evidente dalla Figura 6, infatti, ciò che si ottiene è un gruppo omogeneo composto dalla maggior parte delle aziende del campione ed altri due gruppi in cui si ripartiscono i rimanenti. La situazione non è cambiata con l'utilizzo dell'algoritmo gerarchico, dove, anche in questo caso, dall'osservazione del numero di cluster ottimale fornito dagli indici di performance, si è avuta un'indicazione dell'estrema coesione dei dati, rendendo per tale algoritmo estremamente difficile fornire risposte precise. Il campione è risultato fortemente omogeneo anche rispetto alla misura di densità con la conseguenza che il Dbscan non ha fornito risultati significativi né sul piano dei valori degli indicatori di performance né su quello della clusterizzazione. Scegliendo, infatti, un raggio dell'intorno molto piccolo, l'algoritmo classifica molti dei pattern come *noise points*, viceversa li clusterizza in un unico raggruppamento.

Se si osserva la Figura 8, si comprendono le ragioni per cui il *k-means* sia la metodologia di *clustering* comunemente utilizzata in letteratura. Entrambi gli indicatori di performance, infatti, risultano correlati negativamente al numero dei cluster, esprimendo, pertanto, una valutazione positiva sulla bontà della clusterizzazione compiuta dall'algoritmo. Essi, inoltre, indicano come valore ottimale del numero di cluster il valore  $K=3$ . Va, tuttavia, precisato che l'indicatore Silhouette non ha mai fornito valori soddisfacenti e che, pertanto, l'analisi va condotta tenendo conto della poca precisione dei confini dei cluster individuati. Abbiamo ritenuto, tuttavia, interessante, presentarne i risultati allo scopo di cogliere le analogie con l'analisi effettuata con

l'algoritmo genetico. Il campione si è distribuito nei tre cluster della Tabella 7 (l'Ato Lucano cade nel gruppo B) dove si osserva come i primi due cluster rappresentino sostanzialmente raggruppamenti di aziende del Centro-Nord e del Sud mentre il cluster C raccoglie prevalentemente aziende del Centro-Nord e risulti abbastanza anomalo al punto da poter essere considerato un raggruppamento di *outlier*. Dalla Tabella 7, è possibile osservare la struttura degli indicatori e il posizionamento dell'Acquedotto lucano nella clusterizzazione con *k-means*.

Svolgendo la clusterizzazione con l'algoritmo genetico si sono ottenuti i risultati rappresentati nella Tabella 8. Il cluster contenente l'ATO della Basilicata è il cluster B che contiene 59 elementi, mentre il cluster C ne ha 61 e il cluster A appena 21. Come prima, si è appalesata una differenziazione in senso geografico tra i cluster, inoltre, i cluster B e C contengono, in prevalenza, aziende a ciclo integrato. Dal confronto delle distribuzioni delle variabili nei cluster, si può notare come il posizionamento dell'ATO Lucano sia atipico per quel che concerne il valore della produzione (Figura 10), mentre, assolutamente paragonabili sono le distribuzioni della variabile Ebitda fra i cluster ad indicare che non è stata tale variabile ad incidere maggiormente sulla clusterizzazione, trovando, comunque, conferma uno dei risultati dell'analisi *k-means* circa la difficoltà dell'ATO lucano a realizzare performance alla pari delle aziende similari (Figura 11). Più in generale, si è registrata una sofferenza degli indicatori di redditività per il cluster B con l'ATO della Basilicata che si posiziona su performance inferiori alla media del suo cluster. In conclusione, le performance dell'ATO lucano, a causa del suo forte indebitamento, sono risultate negative per gli aspetti di redditività, in linea con la media del cluster B, per gli aspetti finanziari, e atipiche per quanto riguarda il valore della produzione.

I margini di miglioramento per questa azienda sembrano quindi essere legati alla gestione patrimoniale e ai meccanismi di efficienza produttiva e assorbimento del debito.

A questo scopo, si potrebbe immaginare un cambiamento nelle modalità di gestione e, per iniziare, sicuramente un maggiore controllo sui conti dell'azienda per monitorare l'andamento di questi indicatori con l'obiettivo di invertirne il trend negativo.

Per esempio, un organismo interno di controllo e monitoraggio, che abbia la possibilità di disporre di leve sulle quali poter modificare le politiche di investimento e bilancio, potrebbe aiutare a definire meglio una roadmap per il miglioramento delle performances finanziarie dell'azienda.

Evidentemente, queste scelte sono legate alle politiche manageriali e comportano sicuramente un cambiamento organizzativo e di metodologia nella gestione dell'azienda stessa.

## 5 Un'Analisi mediante Frontiera Stocastica

### 5.1 Introduzione

A corredo dell'analisi di benchmark svolta, che costituisce l'ossatura della nostra ricerca empirica, abbiamo ritenuto opportuno svolgere anche un'analisi di efficienza con il metodo della Frontiera Stocastica allo scopo di individuare eventuali sorgenti dell'inefficienza lungo tre dimensioni:

- Assetto Proprietario;
- Configurazione strategica (Monouility/Multiutlity);
- Perdite di rete.

A tale scopo abbiamo utilizzato dati raccolti dalla Banca D'Italia nel 2007, mediante un'indagine campionaria, relativi all'anno 2006<sup>66</sup>, lo stesso anno a cui fanno riferimento i dati relativi al nostro campione utilizzato per lo svolgimento dell'analisi di benchmark. Dopo aver illustrato le caratteristiche del campione della Banca d'Italia e le variabili utilizzate, si passerà alla descrizione delle procedure utilizzate per fronteggiare il problema dei valori mancanti, e del modello di stima. In particolare, verranno descritti i modelli basati sulla funzione translogaritmica e sulla funzione Cobb-Douglas. Per entrambi i modelli, abbiamo considerato sia stime effettuate coi dati originali che con i dati mancanti imputati con il metodo della Markov Chain Monte Carlo, di cui si parlerà nel prossimo paragrafo. Il capitolo si chiuderà con la presentazione dei risultati che verranno brevemente commentati.

### 5.2 La Descrizione dell'Indagine della Banca D'Italia

I dati raccolti dalla Banca d'Italia, mediante un'indagine campionaria condotta nel 2007, sono relativi ad un campione di 73 gestori del servizio idrico integrato (unità di rilevazione) e riguardano l'anno 2006<sup>67</sup>. Le variabili sono riepilogate nella Tabella 9. Tali dati (evidentemente dalla natura di cross-section) possono essere impiegati per l'analisi dell'efficienza dal punto di vista dei costi operativi di gestione e per cercare di individuare le determinanti dell'inefficienza.

La successiva Tabella 10, elenca, per ogni variabile rilevata, alcuni principali indicatori statistici, come specificato dal seguente elenco (nella quarta colonna di questa tabella, per ogni variabile, è riportato il numero di valori mancanti derivanti dall'assenza della risposta del gestore alla corrispondente domanda del questionario):

1. Sig: sigla della variabile;
2. Variabile: denominazione sintetica della variabile;
3. N: numero delle osservazioni valide.

---

<sup>66</sup> Si ringrazia la Banca d'Italia, in particolare la dott.ssa Elena Gennari e il dott. Michele Benvenuti, per aver gentilmente fornito questi dati, concedendone l'utilizzazione.

<sup>67</sup> Per ovvie ragioni, i dati sono stati resi anonimi dalla Banca d'Italia omettendo il riferimento al gestore.

4. NA: numero dei valori omessi;
5. Min: minimo;
6. Max: massimo;
7. Media: media campionaria;
8. Mediana: mediana campionaria;
9. DevSt: deviazione standard.

Il campione raccolto dalla Banca d'Italia copre circa il 42% della popolazione e circa il 30% dei comuni italiani (cfr. i dati ISTAT relativi all'anno 2006). Le principali caratteristiche del campione di gestori del SII italiano sono poi evidenziate nelle Tabelle 11-13 e 14-15. In queste ultime due tabelle, sono stati ricalcolati gli indicatori già presentati da Benvenuti e Gennari (2008). Rispetto al lavoro di questi autori, le discrepanze negli indicatori di costo della Tabella 15 sono dovute al differente procedimento di aggregazione seguito in questa sede per questi ultimi. In particolare, visto che i dati dell'indagine della Banca d'Italia presentano valori omessi per alcune variabili, si è aderito al principio che la somma (dei costi o dei ricavi) non possa essere inferiore alle sue componenti (lo stesso criterio può essere usato anche per quanto riguarda l'acqua immessa e l'acqua erogata dalle reti di distribuzione idrica). Inoltre, per fronteggiare il problema dei valori omessi è stato utilizzato il metodo della Markov Chain Monte Carlo (MCMC)<sup>68</sup> (Cameron e Trivedi, 2005). Di conseguenza, come già detto qui sopra, ogni susseguente stima econometrica è stata effettuata sia sul campione originario raccolto dalla Banca d'Italia, che sui dati completati con il metodo MCMC.

Alcuni gestori sono delle *multiutility*, come esposto nella Tabella 11, in quanto forniscono anche altri servizi pubblici (raccolta rifiuti, gas, elettricità, trasporto) all'interno e/o, eventualmente, all'esterno dell'ATO nel quale gestiscono i servizi idrici.

La distribuzione territoriale dei gestori è stata riepilogata nella Tabella 12, mettendo in evidenza (nelle prime due colonne dei dati) il loro stato di *monouility* o *multiutility*.

I gestori che si limitano alla sola fornitura di servizi idrici (40 gestori) sono il 55% dell'intero campione mentre le *multiutility* ne costituiscono il 45% (sono 33 sul totale dei 73 gestori).

Entrambe le categorie sono presenti su tutto il territorio nazionale, anche se le *multiutility* sono relativamente più concentrate nel nord-est del Paese.

Nella Tabella 13 è riportata (nella prima colonna) la quota di partecipazione pubblica alla proprietà dell'impresa, distinguendo (nelle successive colonne) la corrispondente distribuzione territoriale. Si può notare che tutte le 6 imprese meridionali presenti nel campione sono di proprietà completamente pubblica, a differenza delle altre 3 macroaree, dove è presente la partecipazione privata, ma con quote che superano il 50% solo in 4 casi su 73.

Nelle Tabelle 14 e 15, sono riportati indici e rapporti spesso utilizzati in alcune analisi di benchmarking. Nonostante l'esame di questi rapporti possa fornire utili informazioni, potrebbe essere limitativo fondare esclusivamente su di essi il benchmarking delle performance produttive

---

<sup>68</sup> Per un'applicazione di questa tecnica di imputazione dei valori omessi alla misura dell'efficienza nella fornitura di servizi comunali in Italia: v. Destefanis e Ofria, (2009). La tecnica della missing data imputation utilizzata è denominata con l'acronimo MCMC (Markov chain Monte Carlo) ed è implementata nella routine ICE di Stata 9. L'obiettivo è quello di ottenere delle stime dei valori omessi dalle variabili di interesse, regredendo queste ultime (per le osservazioni disponibili) sulle variabili che, per le osservazioni corrispondenti, non presentano valori omessi.

o dei costi. Vi sono diverse ragioni per evitare questa pratica. Per esempio, considerando un'impresa multiprodotto, essa può avere costi medi di produzione per ogni singolo prodotto maggiori di altre imprese, eppure risultare nel complesso più efficiente di tutte le altre. Il fatto è che, a determinare la performance dei costi di produzione, non è solo il costo unitario di ogni processo produttivo, ma anche il livello di attivazione di ognuno di essi relativamente agli altri.

Una valutazione corretta dell'efficienza dell'impresa dovrebbe essere basata su una comparazione congiunta di tutti i processi produttivi<sup>69</sup>. Riguardo ai rapporti utilizzati nelle analisi di benchmarking può essere interessante notare che il costo medio per addetto (Cp/Oc), pari a circa 41.000 euro, è l'indicatore che ha la variabilità relativa più bassa; il coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore assoluto della media) è pari a 0.19, mentre la variabilità relativa più alta è quella della densità territoriale dell'utenza (Ut/Kq, rapporto tra numero di utenze ed estensione territoriale sulla quale si svolge l'attività di gestione del SII) con un valore medio di 0.12 e un coefficiente di variazione pari a 1.27.

**Tabella 9: Variabili Banca d'Italia, Survey 2007**

N	Var	Cod/Misura	Variabile
1	Ma	cod	Macroarea (sigla: No, Ne, Ce, Me)
2	Ge	cod-num	Gestore (codice numerico)
3	Pu	perc	Partecipazione Pubblica
4	Dr	categ*	Raccolta Rifiuti
5	De	categ*	Fornitura di energia elettrica
6	Dg	categ*	Fornitura di gas
7	Dt	categ	Trasporto
8	Po	migl	Popolazione
9	Kq	kmq	Superficie
10	Ut	migl	Utenze
11	Nc	unit	Consumi
12	Kd	km	Rete di distribuzione
13	Kf	km	Rete fognaria
14	Ac	mc	A cqua prelevata captata
15	As	mc	Acqua di superficie
16	Af	mc	Acqua da sorgente o da falda
17	Qa	mc	Acqua acquistata da altri gestori
18	Qv	mc	Acqua venduta ad altri gestori
19	Ap	mc	Acqua potabilizzata
20	Ap1	mc	Solo disinfezione
21	Ap2	mc	Trattamento fisico semplice e disinf.
22	Ap3	mc	Trattamento fisico e chimico norm e dis.
23	Ap4	mc	Trattamento fisico e chimico spinto e dis.
24	Ai	mc	Acqua immessa distribuita
25	Fa	mc	Acqua Fatturata
26	In	kgg	Carico inquinante trattato kg/giorno

<sup>69</sup> La popolarità che ha acquisito di recente questa argomentazione è dovuta all'articolo di Fox (1999), per cui essa è meglio nota come Fox's paradox.

N	Var	Cod/Misura	Variabile
27	Rt	euro	Ricavi totali
28	Ra	euro	Ricavi per servizio di acquedotto
29	Rd	euro	Ricavi per servizio di depurazione
30	Rf	euro	Ricavi per servizio fognature
31	Rq	euro	Ricavi da quota fissa
32	Co	euro	Costi operativi totali
33	Ca	euro	Ammortamenti
34	Cm	euro	Materiali
35	Cs	euro	Costi per servizi
36	Ce	euro	di cui energia elettrica
37	Cz	euro	di cui manutenzione
38	Ct	euro	Costi per godimento beni di terzi
39	Cn	euro	di cui canone di concessione ATO
40	Cp	euro	Costi del personale
41	Oc	unit	Occupazione media
42	Cl	perc	Aliquota media di ammortamento

\*Variabile categoriale di risposta alla domanda: Il gestore gestisce (nell'ATO o in altri ATO)

Il servizio di raccolta di rifiuti, Fornitura di energia elettrica, Fornitura di gas o trasporto? Esiti:

0 =no; 1=si solo nell'ATO; 2=si solo altrove; 3=sia nell'Ato che altrove.

**Tabella 10: Riepilogo dati- Banca d'Italia, Survey 2007**

	Var	Misura	N	Na	Min	Max	Media	Dev.St.
1	Pu	perc	73	1	0.00	100.00	82.14	24.55
2	Dr	categ	73	0	0.00	3.00	0.56	0.96
3	De	categ	73	0	0.00	3.00	0.37	0.84
4	Dg	categ	73	0	0.00	3.00	0.44	0.91
5	Dt	categ	73	0	0.00	1.00	0.05	0.23
6	Po	migl	73	3	5.33	4071.58	350.29	652.72
7	Kq	kmq	73	10	9.10	19.358.00	1429.58	2536.75
8	Ut	migl	73	4	2.55	847.48	98.55	116.71
9	Nc	unit	73	1	1.00	237.00	33.01	42.43
10	Kd	km	73	5	47	11862.00	2162.15	2228.29
11	Kf	km	73	6	0.00	9534.00	1153.78	1508.27
12	Ac	mc	73	5	0.00	698100.00	54630.09	111687.95
13	As	mc	73	7	0.00	323971.08	10246.04	41258.72
14	Af	mc	73	7	0.00	6882.00	45092.93	95320.40
15	Qa	mc	73	3	0.00	36474.96	2524.95	5704.36
16	Qv	mc	73	3	0.00	63300.00	2437.52	8145.93
17	Ap	mc	73	17	0.00	543236.31	42875.06	85943.04
18	Ap1	mc	73	21	0.00	219265.23	23995.78	41896.31
19	Ap2	mc	73	21	0.00	172900.00	6509.02	26743.33
20	Ap3	mc	73	22	0.00	287037.74	8771.17	41133.64
21	Ap4	mc	73	22	0.00	43787.08	5489.16	11600.73

	Var	Misura	N	Na	Min	Max	Media	Dev.St.
22	Ai	mc	73	7	394.92	568300.00	48353.79	96949.01
23	Fa	mc	73	3	410.23	349500.00	27462.01	53893.66
24	In	kgg	73	36	0.00	6000.00	303.46	1204.65
25	Rt	euro	73	1	648.05	371718.00	38626.22	67052.99
26	Ra	euro	73	9	0.00	173511.06	16562.85	25341.33
27	Rd	euro	73	9	0.00	69413.00	7728.95	13017.07
28	Rf	euro	73	12	0.00	26669.00	2969.45	4991.00
29	Rq	euro	73	10	0.00	50425.54	2805.04	6854.67
30	Co	euro	73	8	529.13	288553.00	29004.04	48068.44
31	Ca	euro	73	2	4.08	50162.00	4392.25	8333.94
32	Cm	euro	73	3	2.09	19413.04	2544.60	4238.01
33	Cs	euro	73	2	137.09	182706.59	15588.92	28945.01
34	Ce	euro	73	6	84.90	54870.99	4256.08	7562.02
35	Cz	euro	73	8	4.16	52584.00	4042.42	7751.80
36	Ct	euro	73	4	0.00	29923.00	3289.70	5769.29
37	Cn	euro	73	5	0.00	22869.00	1934.16	4275.50
38	Cp	euro	73	2	0.00	75863.67	7669.38	1331.63
39	Oc	unit	73	6	5.00	1457.00	181.67	272.81
40	Cl	perc	73	16	2.19	17.00	6.76	3.81

Elaborazione su dati della banca d'Italia (mc e valori monetari in migliaia)

**Tabella 11: Multiutility/monoutility- Banca d'Italia, Survey 2007**

Multi/monoutility	Raccolta rifiuti	Gas	Elettricità	Trasporti
Multiutility (33)	25	18	15	4
Nell'Ato	17	11	8	4
Sia nell'Ato che fuori	8	7	5	0
Solo fuori dall'Ato	0	0	2	0
Non prestano il servizio	48	55	58	69
Totale	73	73	73	73

(Elaborazione su dati della Banca d'Italia)

**Tabella 12: Distribuzione territoriale Multiutility- Banca d'Italia, Survey 2007**

Macroarea	Monoutility	Multiutility	Totali
Centro	8	5	13
Meridione	4	2	6
Nord Est	14	19	33
Nord Ovest	14	7	21
Totali	40	33	73

**Tabella 13: Percentuale di partecipazione pubblica- Banca d'Italia, Survey 2007**

Percentuale	Centro	Meridione	Nord Est	Nord Ovest	Totale
0	0	0	0	1	1
20	0	0	1	0	1
34	0	0	0	1	1
34.8	0	0	0	1	1
51	3	0	0	3	6
53.5	0	0	1	0	1
55	1	0	0	1	2
58.7	0	0	7	0	7
60	0	0	0	1	1
61.86	0	0	2	0	2
62.85	0	0	1	0	1
67.67	1	0	0	0	1
74.2	0	0	0	1	1
80	0	0	0	1	1
87.98	0	0	0	1	1
94	1	0	0	0	1
94.26	1	0	0	0	1
Totale<100	7	0	12	11	30
100	5	6	21	10	42
Totale	12	6	33	21	72

(Elaborazione su dati della Banca d'Italia)



**Tabella 14: Gestori SII-Riepilogo Survey Banca d'Italia (2007)**

	Nord Ovest	Nord Est	Centro	Sud e isole	Totale	ND
Gestori	21	33	13	6	73	0
Percentuali risposte	67.7%	82.5%	76.5%	42.9%	71.6%	-
<b>Dimensioni medie</b>						
Estensione Territoriale (km <sup>2</sup> )	705	990	2067	5027	1430	10
Comuni	33	21	39	88	33	1
Popolazione	291	205	551	993	350	3
Utenze	51	80	145	256	99	4
Rete distribuzione (km)	1304	1866	3587	3554	2162	5
Rete fognaria (km)	773	951	1639	2696	1154	6
<b>Modalità di approvvigionamento</b> (valori percentuali)						
Acqua falda (mc)	82.9	84.6	97.0	54.2	81.5	7
Acqua Superf. (mc)	17.1	15.4	3.0	45.8	18.5	7
<b>Potabilizzazione</b> (valori percentuali)						
Disinfezione	44.4	51.3	92.3	48.8	55.2	21
Fisico/chimico	55.6	48.7	7.7	51.2	44.8	22
<b>Natura del controllo</b> (valori percentuali)						
Solo Pubblico	47.6	63.6	46.2	100.0	88.9	0
Ricavi solo pubbl.	63.4	42.6	59.4	100.0	62.6	0
Prevalentemente Pubblico	38.1	33.3	53.8	0.0	35.6	0
Ricavi prev. pubblico	17.9	57.1	40.6	0.0	32.9	0
Prevalentemente privato.	14.3	3.0	0.0	0.0	5.5	0
Ricavi prev. Priv.	18.8	0.4	0.0	0.0	4.5	0
<b>Settori di attività</b> (valori percentuali)						
Monoutility	56.7	42.4	61.5	66.7	54.8	0
Ricavi monoutility	65.5	21.6	44.5	91.3	51.0	1
Multiutility	33.3	57.6	38.5	33.3	45.2	0
Ricavi multiutility	34.5	78.4	55.5	8.7	49.0	1
di cui						
Rifiuti	28.6	54.5	7.7	0.0	34.2	0
Ricavi rifiuti	34.3	77.7	2.0	0.0	31.9	1
Energia/gas	23.8	33.3	30.8	33.3	30.1	0
Ricavi Energia/gas	33.8	57.6	54.4	8.7	42.3	1
Trasporti	9.5	3.0	7.7	0.0	5.5	0
Ricavi trasporti	1.6	0.7	1.0	0.0	0.9	1

**Tabella 15: Gestori SII-Indici dei ricavi e dei costi- Banca d'Italia (2007)**

	Nord Ovest	Nord Est	Centro	Sud e isole	Mono	Multi	Tot.
<b>Composizione ricavi</b>							
Ricavi totali	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Acquedotto	39.8	51.8	53.1	48.8	47.8	48.1	47.9
Depurazione	31.5	21.6	18.9	17.7	21.1	27.7	22.9
Fognatura	12.0	9.0	6.8	6.4	8.1	10.4	8.7
Quota fissa	6.3	5.9	11.6	12.6	10.0	6.3	9.0
<b>Composizione costi</b>							
Costi operativi totali	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Ammortamenti	12.0	13.2	9.3	13.0	12.0	12.0	11.9
Costi del personale	20.8	20.6	24.6	24.1	22.5	21.8	22.4
Materiali	5.2	12.9	4.4	5.2	5.2	11.3	7.4
Servizi	42.7	42.3	44.7	52.0	47.0	41.4	45.0
Energia	11.2	12.5	17.9	15.7	14.3	13.3	14.2
Manutenzioni	14.3	17.2	9.7	8.5	12.6	12.7	12.5
God.beni di terzi	12.1	10.2	14.1	4.5	9.0	12.7	10.4
Canone di concess.	9.5	3.8	10.9	3.7	6.2	8.3	7.1
<b>Rapporto costi/ricavi</b>	94.8	97.4	89.2	91.3	91.2	98.5	93.7
<b>Ricavi (€)/Acq.fatt. (mc)</b>	1.51	1.27	1.28	1.43	1.44	1.27	1.40

### 5.3 I Modelli per la Stima della Frontiera Stocastica

La specificazione generale del modello di efficienza di costo, per N gestori, è:

$$Y_i = x_i\beta + (V_i + U_i) \quad i = 1, \dots, N \quad [1]$$

Dove il termine Y è il costo totale, x gli output e i prezzi degli input,  $\beta$  è il vettore dei coefficienti della funzione di costo, V rappresenta l'errore statistico (una variabile i.i.d. con media uguale a zero), e U rappresenta l'inefficienza di costo del gestore i.

Si noti che l'impiego di una funzione di costo duale vera e propria richiede, per l'appunto, precise informazioni sui prezzi degli input che non sono disponibili nel database utilizzato, a meno di effettuare ipotesi abbastanza discutibili. Per esempio, si possono facilmente determinare i prezzi degli input di lavoro, ma per gli altri prezzi dei fattori produttivi si possono solo calcolare dei rapporti tra le voci di costo aggregato e le variabili inerenti le dimensioni dell'attività, come i chilometri di rete. Non volendo scegliere questa strada, si è qui adottato il modello dell'*input-based overall cost efficiency*. Il costo di produzione viene così considerato l'unico input produttivo e la misura dell'efficienza è orientata alla sua riduzione per livelli dati degli output. Nell'ambito delle forniture dei servizi pubblici tale approccio sembra abbastanza ragionevole perché, oltre alla difficoltà di disporre di informazioni dettagliate sui prezzi degli inputs produttivi, generalmente, in tale contesto, l'output è predeterminato in modo esogeno rispetto alle scelte discrezionali inerenti la gestione dei servizi. Questa formulazione potrebbe essere quindi congeniale agli scopi della regolamentazione tariffaria.

Solitamente si definisce l'inefficienza di costo (CE) di un dato gestore come il rapporto tra il costo minimo realizzabile, ove il termine  $U_i$  fosse uguale a zero, e il costo effettivamente realizzato. CE è una misura che ha varia tra 0 e 1. Se la frontiera della funzione di costo è definita in termini logaritmici allora per il gestore i-esimo si potrà definire CE come:

$$CE_i = \exp(-U_i) \quad [2]$$

In letteratura, sono state usate distribuzioni differenti per il termine di inefficienza  $U_i$ : esponenziale, gamma e normale troncata. Quest'ultimo caso, che verrà adottato nel presente esercizio empirico, è quello di cui si tiene conto nel pacchetto statistico Frontier (Coelli, 1996): si assume  $U_i$  come una variabile non negativa, distribuita indipendentemente, ma non necessariamente identicamente, e risultante del troncamento a zero di una distribuzione  $N(\mu, \sigma_u^2)$ .

Si definiranno quindi  $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$  e  $\gamma = (\sigma_u^2 / \sigma_u^2 + \sigma_v^2)$  al fine di stimare gli  $U_i$  (o meglio  $E(U_i/E_i)$ ). L'interpretazione di  $\gamma$  è semplice: può variare tra 0 e 1. Quando  $\gamma$  è uguale a 1, significa che tutte le deviazioni dalla frontiera sono dovute interamente all'inefficienza tecnica; quando  $\gamma$  è uguale a 0 significa che non ci sono effetti dovuti all'inefficienza e il modello può essere stimato adottando i minimi quadrati ordinari.

Nella formulazione del modello [1]-[2] non vi è alcuna ricerca delle ragioni che possono spiegare le differenze nei livelli di inefficienza sperimentati dai gestori. Battese e Coelli (1995) propongono a questo scopo un modello dove gli effetti di inefficienza  $U_i$  sono espressi in

funzione di un vettore di variabili e di un termine di errore casuale. In questo modello il termine  $U_i$  può essere espresso come:

$$U_i = z_{it} \delta + W_{it} \quad [3]$$

con  $W_{it}$  distribuito come una distribuzione normale troncata con media zero. Allo scopo di stimare i parametri del modello [1]-[3] si usa uno stimatore di massima verosimiglianza (MLE) implementabile mediante il pacchetto statistico Frontier. L'uso di uno stimatore MLE è dovuto alle sue proprietà statistiche. Coelli (1996) ha dimostrato che lo stimatore MLE è significativamente più efficiente dello stimatore dei minimi quadrati in presenza di :

- un contributo dell'inefficienza tecnica al termine di errore ( $\gamma$ ) più grande del 50%;
- un campione più grande di 50 osservazioni.

## 5.4 Le Stime

Nel nostro esercizio di analisi dell'efficienza sono state stimate due funzioni di costo: una funzione Cobb-Douglas e una funzione di costo Translog. Per quanto concerne la prima, essa potrebbe essere considerata un'approssimazione un po' "rudimentale" ed anche per questo la specificazione trans-logaritmica (una approssimazione del secondo ordine della frontiera) è adottata con maggiore frequenza. Nel nostro caso avremo:

$$\ln(\text{Costo}_i) = \beta_0 + \ln(\text{Outputs}_i) \beta_1 + \frac{1}{2} [\ln(\text{Outputs}_{ij})]^2 \beta_2 + \ln(\text{Outputs}_{ik}) + u_i + v_i$$

(Translog)

$$\ln(\text{Costo}_i) = \beta_0 + \ln(\text{Outputs}_i) \beta_1 + u_i + v_i$$

(Cobb-Douglas)

in entrambi i casi, avremo  $u_i = z_i \delta + \omega_i$

I costi operativi non includono i costi per il godimento dei beni di terzi (principalmente costituito dal canone di locazione pagato dal gestore dell'ATO)<sup>70</sup>. Come variabili di output consideriamo (sempre in logaritmi naturali), la popolazione servita dal gestore (ln Popol) e i metri cubi di acqua fatturata (ln AcquaFtt).

Per quello che riguarda le variabili che si possono includere nel vettore Z sono stati fatti vari tentativi. Qui daremo conto dei risultati ottenuti con una variabile binaria ("dummy") per l'appartenenza alla macroarea del Sud (Z\_Sud), una "dummy" per la "condizione di mono/multi utility" (Z\_MultiUt), e con la "percentuale di partecipazione pubblica al capitale sociale" (Z\_PartPbl). Tutte queste covariate dovrebbero essere associate in qualche modo con l'efficienza

<sup>70</sup> Quando tale componente dei costi è stata utilizzata come variabile esplicativa (includendola nel vettore Z), essa non è risultata significativa. Ugualmente, non è mai risultata significativa l'inclusione di un'intercetta tra le variabili Z.

di costo dei gestori. Si ritiene spesso, infatti, che l'efficienza dei gestori del Sud, o con alta partecipazione pubblica, o in mono-utility, sia più bassa. Si tiene inoltre conto nel vettore Z della variabile "Perdite" ( $Z_{\text{Perdite}}$ ), che esprime l'ammontare (in migliaia) di metri cubi di perdite per chilometro di rete idrica:

$$\text{Perdite} = \frac{\text{Acqua\_immessa\_nella\_rete} - \text{Acqua\_fatturata} / 1000}{\text{Chilometri\_di\_rete\_idrica}}$$

Per questa variabile si può ipotizzare un legame di vario tipo con l'efficienza di costo.

Un'efficienza più alta potrebbe corrispondere a perdite più elevate perché non viene effettuato alcuno sforzo dal gestore per monitorare e ridurre le perdite. Al contrario, potrebbe esservi un'associazione inversa tra efficienza e perdite, se entrambe sono determinate da fattori ambientali o socio-economici comuni.

I modelli stimati sono riportati nelle Tabelle 16-19:

**Tabella 16: Translog-Dati originali**

VARIABILE	M#1	M#2	M#3	M#4	M#5	M#6
(Intercetta)	-0.405 (1.000)	-0.415 (1.000)	-0.407 (1.000)	-0.462 (1.000)	-0.325 (1.000)	-0.319 (1.000)
LnAcquaFtt	0.438 (0.030)	0.641 (0.002)	0.654 (0.001)	0.619 (0.003)	0.84 (0.000)	0.825 (0.000)
LnPopol	0.554 (0.006)	0.268 (0.247)	0.235 (0.287)	0.268 (0.219)	0.0546 (0.815)	0.0607 (0.790)
0.5 * LnAcquaFtt^2	-0.0509 (1.000)	-0.321 (1.000)	-0.308 (1.000)	-0.389 (1.000)	-0.233 (1.000)	-0.228 (1.000)
0.5 * LnPopol^2	0.103 (0.747)	-0.439 (1.000)	-0.456 (1.000)	-0.533 (1.000)	-0.496 (1.000)	-0.486 (1.000)
LnAcquaFtt* LnPopo	-0.0287 (1.000)	0.381 (0.225)	0.378 (0.193)	0.457 (0.186)	0.356 (0.195)	0.347 (0.202)
Z_Sud			0.47 (0.061)			0.541 (0.206)
Z_PartPbl				0.00231 (0.461)		-0.00161 (1.000)
Z_MultiUt					-0.835 (1.000)	-0.706 (1.000)
Z_Perdite		0.0185 (0.010)	0.0172 (0.010)	0.0172 (0.010)	0.0281 (0.001)	0.0267 (0.032)
sigma Sq	0.386 (0.000)	0.237 (0.001)	0.207 (0.002)	0.188 (0.019)	0.238 (0.007)	0.238 (0.030)
gamma	0.713 (0.000)	0.698 (0.000)	0.633 (0.007)	0.605 (0.047)	0.654 (0.004)	0.655 (0.003)
EfficMedia	0.6954	0.7085	0.7174	0.6786	0.7657	0.7739
MaxLogLik	-44.0825	-28.3317	-26.6822	-28.1620	-25.8421	-24.6759
n Param	8	9	10	10	10	12
N	70	65	65	65	65	65

NB: i valori in parentesi sotto i parametri stimati sono i loro *p-values*; sigma Sq è  $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ ; gamma è  $\gamma = (\sigma_u^2/\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ ; EfficMedia è il valore medio di  $CE_i = \exp(U_i)$ ; MaxLogLik è il valore massimizzato della funzione di verosimiglianza; n Param è il numero di parametri stimati; N è il numero di osservazioni.

**Tabella 17: Translog-Dati Imputati**

VARIABILE	M#1	M#2	M#3	M#4	M#5	M#6
(Intercetta)	16.8 (0.000)	16.8 (0.000)	16.9 (0.000)	16.8 (0.000)	17 (0.000)	17 (0.000)
LnAcquaFtt	0.339 (0.108)	0.532 (0.038)	0.55 (0.023)	0.532 (0.037)	0.801 (0.002)	0.764 (0.003)
LnPopol	0.617 (0.004)	0.379 (0.172)	0.334 (0.200)	0.379 (0.166)	0.0695 (0.798)	0.0834 (0.753)
0.5 * LnAcquaFtt^2	-0.155 (1.000)	-0.3 (1.000)	-0.281 (1.000)	-0.3 (1.000)	-0.187 (1.000)	0.235 (1.000)
0.5 * LnPopol^2	0.00551 (0.987)	-0.423 (1.000)	-0.446 (1.000)	-0.423 (1.000)	-0.566 (1.000)	0.58 (1.000)
LnAcquaFtt* LnPopol	0.0946 (0.772)	0.376 (0.333)	0.374 (0.317)	0.376 (0.335)	0.38 (0.306)	0.409 (0.295)
Z_Sud			0.511 (0.056)			0.254 (0.462)
Z_PartPbl				-6.14e-05 (1.000)		0.00146 (0.435)
Z_MultiUt					-1.39 (1.000)	0.96 (1.000)
Z_Perdite		0.0146 (0.088)	0.0137 (0.073)	0.0147 (0.164)	0.0325 (0.001)	0.0259 (0.004)
sigma Sq	0.414 (0.000)	0.334 (0.002)	0.281 (0.003)	0.335 (0.034)	0.234 (0.000)	0.202 (0.000)
gamma	0.653 (0.001)	0.509 (0.079)	0.362 (0.347)	0.511 (0.141)	0.143 (0.576)	1e08 (0.998)
EfficMedia	0.6955	0.7158	0.7442	0.7162	0.8588	0.8558
MaxLogLik	-51.3226	-50.6397	-49.1369	-50.6397	-46.7715	46.0068
n Param	8	9	10	10	10	12
N	73	73	73	73	73	73

NB: i valori in parentesi sotto i parametri stimati sono i loro *p-values*; sigma Sq è  $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ ; gamma è  $\gamma = (\sigma_u^2/\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ ; EfficMedia è il valore medio di  $CE_i = \exp(U_i)$ ; MaxLogLik è il valore massimizzato della funzione di verosimiglianza; n Param è il numero di parametri stimati; N è il numero di osservazioni.

**Tabella 18: Cobb-Douglas-Dati originali**

VARIABILE	M#1	M#2	M#3	M#4	M#5	M#6
(Intercetta)	-0.403 (1.000)	-0.444 (1.000)	-0.439 (1.000)	-0.459 (1.000)	-0.367 (1.000)	-0.351 (1.000)
LnAcquaFtt	0.521 (0.000)	0.614 (0.000)	0.61 (0.000)	0.609 (0.000)	0.69 (0.000)	0.681 (0.000)
LnPopol	0.473 (0.001)	0.314 (0.010)	0.308 (0.010)	0.316 (0.010)	0.249 (0.041)	0.25 (0.039)
Z_Sud			0.523 (0.052)			0.613 (0.151)
Z_PartPbl				0.000835 (0.839)		-0.00195 (1.000)
Z_MultiUt					-0.755 (1.000)	-0.677 (1.000)
Z_Perdite		0.014 (0.016)	0.0123 (0.023)	0.0133 (0.044)	0.0207 (0.003)	0.02 (0.082)
sigma Sq	0.383 (0.000)	0.27 (0.000)	0.238 (0.000)	0.253 (0.020)	0.289 (0.002)	0.286 (0.039)
gamma	0.703 (0.000)	0.766 (0.000)	0.719 (0.000)	0.751 (0.000)	0.753 (0.000)	0.741 (0.000)
EfficMedia	0.6971	0.6975	0.7052	0.6892	0.7441	0.7589
MaxLogLik	-44.3277	-29.1640	-27.5630	-29.1458	-26.9034	-25.7511
n Param	5	6	7	7	7	9
N	70	65	65	65	65	65

NB: i valori in parentesi sotto i parametri stimati sono i loro *p-values*; sigma Sq è  $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ ; gamma è  $\gamma = (\sigma_u^2 / \sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ ; EfficMedia è il valore medio di  $CE_i = \exp(U_i)$ ; MaxLogLik è il valore massimizzato della funzione di verosimiglianza; n Param è il numero di parametri stimati; N è il numero di osservazioni.



**Tabella 19: Cobb-Douglas-Dati imputati**

VARIABILE	M#1	M#2	M#3	M#4	M#5	M#6
(Intercetta)	16.8 (0.000)	16.8 (0.000)	16.8 (0.000)	16.8 (0.000)	17 (0.000)	17 (0.000)
LnAcquaFtt	0.434 (0.004)	0.497 (0.002)	0.493 (0.002)	0.499 (0.002)	0.597 (0.000)	0.582 (0.000)
LnPopol	0.493 (0.001)	0.41 (0.012)	0.392 (0.017)	0.409 (0.014)	0.288 (0.090)	0.288 (0.077)
Z_Sud			0.571 (0.046)			0.264 (0.429)
Z_PartPbl				-0.000551 (1.000)		0.00129 (0.510)
Z_MultiUt					-1.89 (1.000)	-1.18 (1.000)
Z_Perdite		0.0104 (0.159)	0.00934 (0.163)	0.0109 (0.264)	0.0293 (0.002)	0.0198 (0.031)
sigma Sq	0.417 (0.001)	0.375 (0.001)	0.314 (0.005)	0.388 (0.053)	0.247 (0.000)	0.211 (0.000)
gamma	0.648 (0.001)	0.596 (0.004)	0.467 (0.184)	0.612 (0.031)	0.171 (0.527)	1e-08 (0.999)
EfficMedia	0.6949	0.6975	0.7226	0.7006	0.8629	0.8776
MaxLogLik	-51.854	-51.289	-49.831	-51.286	-47.869	-47.261
n param	5	6	7	7	7	9
N	73	73	73	73	73	73

NB: i valori in parentesi sotto i parametri stimati sono i loro *p-values*; sigma Sq è  $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ ; gamma è  $\gamma = (\sigma_u^2/\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ ; EfficMedia è il valore medio di  $CE_i = \exp(U_i)$ ; MaxLogLik è il valore massimizzato della funzione di verosimiglianza; n Param è il numero di parametri stimati; N è il numero di osservazioni.

Si possono ora fare le seguenti considerazioni a proposito del nostro esercizio empirico.

Prima di tutto è opportuno notare che vi è una basilare somiglianza tra le stime ottenute coi dati originali e coi dati imputati (vi è in realtà una piccola, interessante, discrasia, di cui verrà dato conto qui sotto). Data la quantità tutto sommato esigua delle osservazioni imputate, era lecito attendersi questo esito, che comunque rafforza le conclusioni generali dell'analisi empirica.

La seconda osservazione è che la forma funzionale Cobb-Douglas sembra ampiamente sufficiente a un'appropriata interpolazione dei dati. I termini quadratici delle forme funzionali translogaritmiche sono invariabilmente (e nettamente) non significativi.

L'ultima annotazione generale è che il valore del parametro  $\gamma$  è sempre ampiamente superiore a zero, segnalando l'appropriatezza delle nostre stime MLE, e l'inappropriatezza di eventuali stime di minimi quadrati ordinari<sup>71</sup>

Nella forma funzionale Cobb-Douglas entrambi i nostri output sono sostanzialmente significativi, e dalla somma dei loro coefficienti si desume l'esistenza di una qualche forma di

<sup>71</sup> È a questo proposito che si verifica la piccola, interessante, differenza tra le stime su dati originali e imputati. In queste ultime, dove col metodo MCMC si è aggiunto un rumore stocastico simmetrico ai dati, il parametro  $\gamma$  è più basso (senza inficiare le conclusioni raggiunte nel testo).

economie di scala. Quello che però più importa è la significatività (e il segno) delle variabili appartenenti al vettore  $Z$ . A tale riguardo è opportuno ricordare come un segno positivo delle stesse variabili segnali un aumento dell'inefficienza di costo.

Risulta quindi chiaro come le variabili di “percentuale di partecipazione pubblica al capitale sociale” e la “condizione di mono-multi utility” non risultano mai avere un peso di alcun tipo nello spiegare l'inefficienza di costo del gestore. L'unica variabile che sembra associata in modo pervasivo e significativo all'inefficienza dei gestori è quella relativa alle perdite idriche per chilometro di rete. Dal suo segno è possibile desumere un'associazione inversa tra efficienza e perdite, in cui entrambe dovrebbero essere determinate da fattori ambientali o socio-economici comuni. Infine, sembra esservi nel mod. # 2 una qualche associazione (positiva) tra la localizzazione nel Sud e l'inefficienza di costo. Tuttavia, questa associazione sparisce nel più completo mod. # 6.

## 5.5 Conclusioni

Come detto, obiettivo principale della nostra ricerca è stato quello di svolgere un'analisi di benchmark allo scopo di individuare il posizionamento dell'azienda di nostro interesse e di determinare raggruppamenti omogenei di imprese che manifestavano andamenti simili degli indicatori utilizzati. Per tale ragione, gran parte degli sforzi sono stati convogliati in questa direzione e ciò spiega anche il motivo per cui larga parte della esposizione è stata dedicata all'analisi di benchmark. Cionondimeno, non abbiamo voluto perdere l'occasione di svolgere un'analisi mediante Frontiera Stocastica allo scopo di ricercare eventuali informazioni a supporto delle nostre conclusioni e di quelle relative ai principali studi a cui abbiamo fatto riferimento.

In realtà, neanche dall'analisi di benchmark è emerso alcun elemento che possa far considerare la variabile relativa all'assetto proprietario come un fattore di discriminazione delle performance, almeno nei territori del Centro Italia dove si collocano le aziende prossime a quella di nostro interesse. Come già osservato anche da Senn (2009) e poi da Nardi (2012), infatti, l'assetto proprietario, al centro dei dibattiti, riveste, invece, un ruolo statisticamente non significativo; dal momento che la dimensione proprietà pubblica/mista non sembra essere correlata significativamente all'efficienza. Anche sul piano delle scelte strategiche, i risultati dell'analisi con la Frontiera sono del tutto sovrapponibili con quelli già registrati in letteratura ed, in particolare, con quelli di Senn (2009) e Nardi (2012), che evidenziano una scarsa correlazione tra efficienza gestionale e peculiarità strategiche delle aziende (dimensione mono/multiutility). Ma l'aspetto più interessante che emerge da quest'ultimo esercizio è senza dubbio quello che concerne la variabile relativa alle perdite idriche; i risultati sembrano dimostrare, infatti, che l'inefficienza tecnica non possa spiegarsi come l'effetto negativo di politiche dirette al contenimento dei costi, ma che piuttosto rappresenti una situazione di "doppia" inefficienza per il gestore dal momento che rappresenta uno dei *driver* dell'inefficienza.

## 6 Note Conclusive

Lo scenario che emerge a livello nazionale è quello in cui, le aziende del settore idrico italiano, presentano tutte notevoli margini di miglioramento e il principale motivo, stante il livello degli indicatori legati al bilancio e alla redditività aziendale (Ebitda, Roe, Roi, Roa, Ros, Rot\_Ci), sembra essere una carenza di investimenti iniziali.

In effetti, la clusterizzazione con l'algoritmo genetico ci ha posto di fronte a cluster i cui elementi, nella media, si comportano in maniera simile rispetto a questi indicatori, eccezion fatta per il Roe.

Ora, le condizioni iniziali con cui si è proceduto all'istituzione degli ATO, hanno generato una situazione omogenea di scarsa redditività, che possiamo legare all'impianto generale della legge "Galli"<sup>72</sup>: quest'ultima proponeva un disegno strategico complesso ed ambizioso, delegando agli enti locali (ai Comuni) il ruolo di "traghettatori" nella transizione dal vecchio sistema idrico, estremamente frammentato, in quanto basato su aziende municipalizzate e di piccola consistenza economica, verso un sistema più integrato e gestito secondo logiche industriali.

Tuttavia, la legge de qua, come rileva anche Senn (2009) non ha predisposto un chiaro sistema di incentivi a supporto di questa politica, e gli investimenti dei privati hanno stentato a confluire in un settore nel quale almeno due attori pubblici, stato centrale ed enti locali, impongono stringenti regole e rischi troppo alti per gli investitori privati.

Pertanto, la carenza strutturale di redditività, generalizzata per tutte le aziende del campione (a meno degli immancabili outlier) può spiegarsi anche come una debolezza dell'impianto normativo di riferimento.

Notiamo a questo proposito, e in specifico riferimento al risultato della clusterizzazione, che colloca l'ATO della Basilicata nel cluster B e che lo vede "vicino" alle cinque società localizzate a Pescara, Latina, Avellino, Ascoli Piceno e Terni, che sono tutte aziende a ciclo integrato. Al pari dell'ATO della Basilicata svolgono, cioè, tutte le fasi di ampliamento, potenziamento, ristrutturazione e riqualificazione delle strutture esistenti. Questo implica che si tratta di società che dovrebbero avere una gestione dei rischi integrata.

La collocazione del nostro ATO, e di quelli ad esso simili, in base alla clusterizzazione da noi operata, in una fascia di bassa performance reddituale, indica, dunque, secondo la nostra interpretazione, anche che il management di queste strutture risulta carente nella gestione dei rischi finanziari che una tale impresa integrata comporta.

In altri termini, se le potenzialità per realizzare società solide dal punto di vista della redditività ci sono, manca, però, una gestione che tenga conto delle complessità della conduzione di un sistema integrato.

Questo stato di cose non è tuttavia interamente addebitabile al management della società, ma anche a una sorta di ambiguità contenuta nella legge "Galli"; a questo proposito, in effetti, la legge stabilisce chiaramente la separazione fra le funzioni di pianificazione e monitoraggio, e le funzioni di gestione effettiva del servizio per un gestore idrico.

---

<sup>72</sup> Legge 5 Gennaio 1994 n.36 "Disposizioni in materia di servizi idrici".

D'altra parte, la stessa legge ammette come modello gestionale possibile la società mista pubblico-privato, nella quale, tipicamente, socio di maggioranza è l'ente pubblico locale.

Una separazione "vera" tra i due ambiti avrebbe dovuto comportare la decisione di demandare al pubblico la parte di programmazione e controllo e al privato la parte relativa alla gestione del servizio. Va in ogni caso ricordato, che il d.l. 06/12/2011 n.201, poi convertito nella legge 22 dicembre 2011, n.214, all'articolo 21, comma 9, specifica come le funzioni attinenti alla regolazione e al controllo dei servizi siano trasferite all'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas.

Questa Autorità, in virtù del successivo D.P.C.M. 20 luglio 2012 (GU 3 ottobre 2012, n.231) art.3, viene investita di importanti responsabilità gestionali, come la definizione dei livelli minimi di servizio e degli obiettivi di qualità, la determinazione delle componenti di costo per la composizione della tariffa da applicare agli utenti, il controllo periodico del metodo tariffario, l'approvazione delle tariffe del servizio idrico integrato, la tutela dei diritti degli utenti, etc.

In altri termini, sembrerebbe che una gestione mista pubblico-privata sia comunque considerata con sospetto, nel senso che è necessario garantire, tramite il controllo e il monitoraggio, i livelli e l'efficienza del servizio affidandone la verifica e validazione a una entità pubblica.

Dunque, il trend è quello di continuare a consentire un controllo e la possibilità di intervento da parte delle istituzioni pubbliche nella gestione idrica, e questo vorrebbe dire che il Legislatore ha interpretato le difficoltà e le inefficienze dell'implementazione della legge "Galli" come una carenza strutturale della capacità dei privati di gestire i servizi idrici integrati.

I risultati che abbiamo qui ottenuto in merito alla scarsa redditività delle aziende oggetto del nostro interesse, possono essere visti come una conferma di questo timore: i gestori idrici integrati non sembrano essere stati, dall'attuazione della legge "Galli", in grado di fornire una risposta efficace ed efficiente, completamente privata, al problema della gestione del ciclo di vita dell'acqua nei vari territori di competenza.

In realtà, non emerge dalla nostra analisi empirica alcun elemento che possa avvalorare la tesi che una gestione demandata completamente ai privati, almeno nei territori del Centro Italia dove si collocano le aziende prossime a quella di nostro interesse, presenti quei vantaggi economici che conducono ad un abbassamento delle tariffe. Come già osservato da Senn (2009) e poi da Nardi (2012), infatti, l'assetto proprietario, al centro dei dibattiti, riveste, invece, un ruolo statisticamente non significativo; la dimensione proprietà pubblica/mista non sembra essere, infatti, un fattore di discriminazione per le performance. Tali evidenze sono state confermate anche dai risultati condotti con l'analisi della Frontiera Stocastica (SFA). Per quanto riguarda le conclusioni di Nardi (2012), circa le evidenze che segnalano un forte squilibrio territoriale, e una maggiore difficoltà delle imprese del Sud, anche nel nostro caso la clusterizzazione ottenuta, in due grandi gruppi (che abbiamo chiamato B e C), nei quali la ripartizione territoriale è molto simile, più un gruppo più ristretto (che abbiamo chiamato A) di aziende prevalentemente del Nord (e nessuna del centro) caratterizzato da una bassa produttività, sembra rendere conto del fatto che la clusterizzazione delle aziende non ha determinato una classificazione solo in base all'efficienza del servizio ed alla economicità: in questo caso avremmo ottenuto più cluster e sicuramente gli indicatori medi di redditività sarebbero stati ben più differenziati da un cluster all'altro (questo avviene solo con la produzione, che in qualche modo distingue A dai cluster B e C, questi ultimi due differenziandosi in modo netto, come mostrato dalla Tabella 8).

Il mercato non è stato in grado di creare una situazione di competitività (relativa agli indicatori di redditività) ma ha subito piuttosto, questa è la nostra interpretazione, l'influenza di fattori esterni, come quelli territoriali, quelli relativi alla numerosità delle aziende per area geografica e soprattutto quelli relativi al contesto industriale delle singole aziende, che rende quelle del Centro-Sud e del Sud particolarmente svantaggiate.

La struttura dei cluster che abbiamo determinato ci suggerisce, quindi, che l'attuazione della legge "Galli" non ha creato un divario netto solo in termini di economicità e finanza fra le aziende che operano nel settore, bensì di aver comunque risentito di fattori esterni, geografici, sociali e anche politici, estranei alle dinamiche pure del mercato, a conferma dei risultati di Senn (2009), circa l'impossibilità di identificare, in modo univoco, caratteristiche fondamentali premianti in termini di performance.

Se così è, la nostra analisi suggerisce un'ulteriore riflessione: una gestione completamente privata del settore in questo momento, oltre che poco realistica, non è nemmeno auspicabile (appare essere valida la tesi di Adam Smith secondo la quale una gestione completamente privata e senza alcun intervento statale, del servizio idrico di una nazione, o di ambiti territoriali più ristretti collegati ai vari bacini idrografici, non è, appunto, né realistica né auspicabile); perché si possa lasciare il mercato di imporre i propri equilibri, (che in fin dei conti vuol dire far tendere i prezzi a quelli che rendono più efficiente l'incontro della produzione con quello della domanda), è prima necessario eliminare, o almeno attenuare, i fattori che rendono disomogenea la gestione del servizio nelle aree geografiche e territoriali.

Peraltro, l'auspicabile riduzione di questi fattori non economici, dovrebbe favorire l'aggregazione di aziende che operano su territori limitrofi, generando fenomeni di fusione e acquisizione con la presenza di aziende di dimensioni maggiori, con economie di scala più alte, in grado di abbattere i costi fissi, a vantaggio delle tariffe degli utenti e della gestione del servizio in generale.

Naturalmente, questo non vuol dire rinunciare alla regolazione del mercato da parte di Autorità istituzionali, che possano imporre vincoli che vadano a beneficio degli utenti come i *price cap* (e in questo concordiamo con Nardi (2012), sulla necessità che l'operato degli enti locali e gestori sia supervisionato da un ente regolatore), piuttosto significa rendere ininfluenti fattori che dovrebbero essere scorrelati alla dinamica dei prezzi e dei costi e che invece, come il livello di coesione dei cluster della nostra analisi ha mostrato, risultano ancora fondamentali nel classificare i diversi gestori idrici.

Non siamo, qui, in grado di dire se la legislazione attuale vada rivista, tuttavia, nel caso dello specifico ATO della Basilicata e degli altri ad esso simili secondo la nostra classificazione, il miglioramento delle performance, e quindi il beneficio in termini di erogazione del servizio, va individuato non solo in un management più competente, in grado di ottenere miglioramenti in redditività, in capitalizzazione, etc., ma anche in un sistema economico territoriale e in Autorità locali che siano in grado di operare per abbattere l'influenza di fattori esogeni di natura territoriale e sociale ma, soprattutto, orientate ad una minore ingerenza politica nella composizione del management dando invece spazio a ruoli in cui le competenze specifiche siano rilevanti nella gestione del ciclo integrato del servizio.

## 7 Bibliografia

- Abrate G., Erbetta F., Fraquelli G. (2008), *Cost efficiency or just heterogeneity? An application of stochastic frontier models to the Italian water industry*, Working paper n.3 Hermes Ricerche.
- Aigner D. J., Chu S-F (1968), <<On Estimating the Industry Production Function>>, *American Economic Review*, 58, pp. 826-39.
- Alexander I., Irwin T. (1996), <<Price Caps, Rate-of-Return regulation, and the cost of Capital>>, *Public Policy for the Private Sector*, Note n. 87.
- Amato A., Bacigalupo A. (2006), <<La gestione dei servizi idrici in Spagna>>, *Ec. dir. terziario*, 1.
- Antonioli B., Filippini M. (1996), <<The use of a variable cost function in the regulation of the Italian water industry>>, *Utilities Policy*, 10 (3), pp 181-1887.
- Armstrong C.M., Cowan S., Vickers J. (1994), *Regulatory Reform-Economic Analysis and UK Experience*, Cambridge: MIT Press.
- Autorità per la Vigilanza sui Contratti Pubblici di Lavori, Servizi e Forniture, Deliberazione n.16 Adunanza del 07 Maggio 2008, *Avvio di procedimento volto ad accertare l'eventuale inosservanza della normativa per l'affidamento del servizio idrico integrato*.
- Averch H., Johnson L. (1962), <<Behavior of the Firm under Regulatory Constraint>>, *American Economic Review*, 52 (5), pp. 1052-1069.
- Azzalini A., Scarpa B. (1994), *Analisi dei dati e Data Mining*, Springer Italia, Milano.
- Ashton K., J. (2000 a, b), <<Cost efficiency in the UK water and sewerage industry>>, *Applied Economical Letters*, 7, pp. 455-458.
- Ballance T., Taylor A. (2005), *Competition and Economic Regulation in Water: The Future of the European Water Industry*, IWA Publishing, London UK.
- Barraqué B. (2003), <<Past and Future Sustainability of Water Policies in Europe>>, *Natural Resources Forum*, 27, pp. 200-211.
- Baumol W., Panzer J., Willig R. (1982), *Contestable markets and the Theory of industry structure*, New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Baumol W. J., Klevorik A. K. (1970), <<Input Choices and Rate-of-Return Regulation: Overview of the Discussion>>, *The Bell Journal of Economics and Management Science*, 1 (2), pp. 169-190.
- Battese, G.E., Coelli T.J. (1995), <<A model for technical efficiency effect in a stochastic frontier production functions for panel data>>, *Empirical Economics*, 20, pp. 325-332.
- Battese, G.E., Coelli T.J. (1992), <<Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with applications to paddy farmers in India>>, *Journal of productivity analysis*, 3, pp. 153-169.
- Battese, G.E., Coelli T.J. (1988), <<Prediction of firm level technical efficiencies with a generalised frontier production function and panel data>>, *Journal of econometrics*, 38, pp. 387-399.
- Bel G. (2006), *Economía y política de la privatización local*. Madrid, Spain: Marcial Pons.

- Bel G, Costas A. (2006), <<Do public sector reforms get rusty? Local privatization in Spain>>, *Journal of Policy Reform*; 9 (1): pp. 1–24.
- Benvenuti M., Gennari E. (2008), <<Il servizio idrico in Italia: stato di attuazione della legge Galli ed efficienza della gestioni>>, *Questioni di Economia e di Finanza*, 23, Banca d'Italia, Roma.
- Bercelli J. (2006), <<Servizi Idrici>>, in Cassese S. (a cura di), *Dizionario di Diritto Pubblico*, Milano, pp. 5513 ss.
- Bhattacharyya et Al. (1995), <<Allocative efficiency of rural Nevada Water Sistem: a hedonic shadow cost function approach>>, *Journal of regional Science*, 35 (3), pp. 485-501.
- Boitani A., Petretto A. (1997), <<Le politiche di regolamentazione>>, in Ninni A., Silva F. (a cura di), *La politica industriale. Teoria ed esperienze*, Roma-Bari, Laterza, pp. 55-101.
- Bonechi L. (2001), <<Il servizio pubblico locale in Gran Bretagna>>, *Diritto pubblico comparato ed europeo*, pp. 788 ss.
- Bouscasse H., Destandau F., Garcia S. (2008), <<Analyse économique des coûts des services d'eau potable et qualité des prestations offertes aux usagers, *Revue d'Économie Industrielle* , 122, pp. 7-26.
- Bovaird T., Löffler E. (2003), *Public Management and Governance*, London, Routledge.
- Boyne GA. (2002), <<Public and private management: what's the difference?>>, *Journal of Management Studies*; 39 (1): pp. 97–122.
- Bracchitta L., Stefanini E., Tarzia A. (2007), <<I servizi idrici in Europa>>, in *Dir. pubbl. comp. eur.*
- Braeutigam R. R. (1989), <<Optimal Policies For Natural Monopolies>>, in Schmalensee R., Willig R. D., *Handbook of industrial organization*, North Olland, Amsterdam.
- Broadbent J., Gill J., Laughlin R. (2004), <<Development Of Contracting In Infrastructure investment In The U.K>>, *The Private Finance Initiative In The National Health Service*, 13, pp. 55 – 83.
- Byrnes P, Grosskopf S, Hayes K (1986), <<Efficiency and ownership: further evidence>>, *Review of Economics and Statistic* ; 68 (2): pp. 337–41.
- Byrnes P. (1991), <<Estimation of cost frontiers in the presence of selectivity bias: Ownership and efficiency of water utilities>>, *Advances in Econometrics*, 9 (1), pp. 121-137.
- Bruggink TH. (1982), <<Public versus regulated private enterprise in the municipal water industry: A comparison of operating costs>>, *Quarterly Review of Economics and Business* ; 22 (1): pp.111–25.
- Bulow J., Klemperer P. (1996), <<Auctions versus Negotiations>>, *American Economic Review*, 86 (1), pp. 180-94.
- Cattaneo S. (1990), <<Servizi pubblici>>, *Enciclopedia del Diritto*, 42, Milano, pp. 355 ss.
- Calinski T., Harabasz J. (1974), <<A dendrite method for cluster analysis>>, *Communications in Statistics-Theory and metods*, 3 (1), pp. 1-27.
- Cameron A., Trivedi K. (2005), *Microeconometrics: Methods and Aplication*, Cambridge University Press, New York.
- Cangelosi E. (2013), *L'eau est un bien commun*, <http://comune-info.net/2013/05/acquaattacparigi>.



- Camp R. (1996), *Business process Benchmarking: trovare e migliorare le prassi vincenti*, Editoriale Itaca, Milano.
- Christensen L.R., Jorgenson D.W., Lau L.J. (1971), <<*Conjugate duality and the transcendental logarithmic production function*>>, *Econometrica*, 39 (4), pp. 255-256.
- Cimini S. (2009), <<Acqua>>, in S. Mangiameli (a cura di), *Servizi Pubblici Locali*, Torino, Giappichelli, pp.423 ss.
- Commissione delle Comunità Europee (2003), *Libro Verde sui servizi di interesse generale*, Bruxelles.
- Commissione delle Comunità Europee (2004), *Libro Verde relativo ai partenariati pubblico-privati ed al diritto comunitario degli appalti pubblici e delle concessioni*, Bruxelles.
- Commissione delle Comunità europee (2007), *verbale della riunione del 27 Giugno 2007 (SEC-2007-671)*.
- Cooper S. (1998), <<Control, Accounting and Value-for-Money Implications of Utility Regulation: a Literature Review>>, *Managerial Auditing Journal*, 13 (2), pp. 117-125.
- Corton ML (2003), *Benchmarking in the Latin American Water Sector: the case of Perù, Caracas* .
- Crain WM, Zardkoohi A. (1978), <<A test of the property-rights theory of the firm: water utilities in the United States. *Journal of Law and Economics* ; 21 (2): pp. 395–408.
- Dassler T., Parkerand D. e Saal D. S. (2006), <<Methods and trend of performance benchmarking in UK utility regulation>>, *Utility Policy*, 14.
- Decreto Legislativo n.152 del 3 aprile 2006, *Norme in Materia Ambientale*.
- Demsetz H. (1968), <<Why regulate utilities?>>, *Journal of Law and Economics*, 11 (1), pp. 55-66.
- Destefanis, S., Ofria F., (2009), *Forme proprietarie ed efficienza produttiva nei servizi socio-assistenziali. Un'analisi non-parametrica*, *Economia Pubblica*, FrancoAngeli Editore.
- Di Lorenzo Th.J. (1996), <<The Myth of Natural Monopoly>>, *The Review of Austrian*, 9 (2), pp. 43-58.
- Dosi C., Muraro G. (2003), *I servizi idrici e il ruolo dell'intervento pubblico*, in Muraro G., Valbonesi P. (a cura di), *I servizi idrici tra mercato e regole*, Roma: Carocci.
- Douence C., (1993), <<Le contracts de délégation de service publics>>, *Rev. fr. dr. adm.*
- Duda R.O., Hart P.E., Stork D.G. (2000), *Pattern Classification*, Wiley-Interscience, New York.
- Estache A. (2003), *Argentina 1990s' Utilities Privatization: A Cure or a Disease?*, World Bank, Working Paper Series, Washington.
- Ester M., Kriegel H.-P., Sander J., Xu X. (1996), *A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise*, in Simoudis E., Han J., Fayyad U.M., *Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96)*, AAAI Press, pp. 226-31.
- Estache A., Kouassi E. (2002), *Sector Organization, Governance of Publicly-Owned and Privately-Owned Electric Utilities*, World Bank, Working Paper 2890, Washington.
- Estache A, Rossi MA. (2002), *How different is the efficiency of public and private water companies in Asia?*, *World Bank Economic Review*; 16 (1): pp. 139–48.
- Fabrizi P., Fraquelli G. (2000), <<Cost and structure of technology in the Italian Water industry>>, *Empirica*, 27 (1), pp. 65-82.

- Farrell M. J. (1957), <<The Measurement of Productive Efficiency>>, *Journal of the Royal Statistical Society*, 80 (3), pp. 253-81.
- Feigenbaum S., Teeple R. (1983), <<Public versus private water delivery: A hedonic cost approach, *Review of Economics and Statistics* , 65 (4), pp. 672-78.
- Filippini M., Hrovatin N., Zoric J. (2008), <<Cost efficiency of Slovenian water Distribution utilities: An Application of Stochastic Frontier Methods>>, *Journal of Productivity Analysis*, 29 (2), pp. 169-182.
- Finger M., Tamiotti L., Allouche J., eds. (2006), *The Multi-Governance of Water. Four Case Studies*, New York, State University of New York Press.
- Fioritto A. (2003), <<*I servizi idrici*>>, in Cassese S.(a cura di), *Trattato di diritto amministrativo*, Diritto amministrativo speciale, tomo III, Milano.
- Fox W.F., Hofler R.A. (1986), <<Using homothetic composed error frontiers to measure water utility efficiency>>, *Southern Economic Journal* , 53 (2), pp. 461-77.
- Foster V. (2005): *Ten Years of Water Service Reform in Latin America: Toward an Anglo-French Model*, Water Supply and Sanitation Sector Board, The World Bank Group, Discussion Paper, Series N. 3.
- Fraquelli G., Giandrone R. (2003), <<Reforming the waste water treatment sector in Italy: implication of plant size, structure and scale economies>>, *Resources Research*, 39 (10), pp. 1293.
- Fraquelli G., Moiso V. (2005), *Cost efficiency and economies of scale in the italian water Industry*, XVII Conferenza SIEP, Pavia.
- Galiani S., Gertler P. J., Schargrodsky E. (2005), <<Water for Life: The Impact of the Privatization of Water Services on Child Mortality>>, *Journal of Political Economy*, 113 (1), pp. 83-120.
- Gallo L., Simonetto M. (2004), *Gli indicatori di bilancio per l'Ente locale*, Santarcangelo di Romagna (RN), Maggiolini Editore.
- Giolitti A. (2010), *Il servizio idrico in italia: un'analisi empirica sull'efficienza dei gestori*, Working paper Ceris-Cnr, n.2.
- González Gómez F.(2006), <<Está justificada la privatización de la gestión del agua en las ciudades? Teoría y evidencia a partir del criterio de eficiencia>>, *Ciudad y Territorio. Estudios territoriales*, 147.
- Gomez-Lobo A., Szymansky S. (1998), *A Law of Large Numbers: Bidding and competitive tendering for refuse collection contracts*, IFS Working papers W97/09.
- Grossi G. (a cura di) (2005), *La corporate governance delle società miste. L'esperienza in Italia e negli altri paesi europei*, Padova, Cedam.
- Grossi G., Mussari R. (2004), *Governance of Institutional and Economic Relationship. The Case of Italian Local Governments*, paper presented at the Eight International Research Symposium on Public Management, Budapest.
- Haarmeyer D., Mody A. (1998): <<Competition, Contracts, and Regulation in Water and Sanitation: Lessons from recent experience>>, World Bank Water and Sanitation Division.
- Hayashi F. (2000), *Econometrics*, Princeton University Press, Princeton.
- Hayes K. (1987), <<Cost structure of the water industry>>, *Applied Economics*, 19 (3), pp. 416-425.

- Hart OD, Shleifer A, Vishny RW. (1997), <<The proper scope of government: theory and an application to prisons>>, Quarterly Journal of Economics 1997;112 (4): pp.1127–61.
- Helm D. (1993), <<The Assessment: Reforming Environmental Regulation in the UK>>, Oxford Review of Economic Policy, 9 (4), pp. 1-13.
- Hunt LC, Lynk EL. (1995), <<Privatisation and efficiency in the UK water industry: an empirical Analysis>>. Oxford Bulletin of Economics and Statistics ; 57 (3): pp. 371–89.
- Jones DC, Mygind N (2000), <<The effects of privatization on productive efficiency: evidence from the Baltic republics>>, Annals of Public and Cooperative Economics; 71 (3): pp. 415–39.
- Johnson RA, McCormally J, Moore AT. (2002), <<Long-term contracting for water and waste water services, Los Angeles, CA, USA: Reason Public Policy Institute.
- INBET (2007), Benchmarking methodologies, [www.ib-net.org](http://www.ib-net.org).
- Kirkpatrick C., Parker D., Zhang Y. (2006), <<An Empirical Analysis of State and Private-Sector Provision of Water Services in Africa>>, The World Bank Economic Review, 20 (1), pp.143-163.
- Kraemer R.A. (1999), Public and Private Management of Water Services, paper presented at Semana Internacional de Estudos sobre Gestão de Recursos Hídricos, Foz do Iguaçu.
- Laffont J., Tirole J. (1993), A Theory of Incentives in Procurement and Regulation, The MIT Press, Cambridge (MA), Parts III-IV.
- Lambert DK, Dichev D, Raffie K. (1993), <<Ownership and sources of inefficiency in the provision of the water services>>, Water Resources Research ; 29 (6): pp. 1573–8.
- Legge n. 36 del 5 gennaio 1994, Disposizioni in Materia di Risorse Idriche.
- Legge Regionale N. 63 del 23-12-1996 Regione Basilicata, Istituzione Del Servizio Idrico Integrato. Delimitazione Dell' Unico Ambito Ottimale e Disciplina Delle Forme e Dei Modi Di Cooperazione Fra Gli Enti Locali.
- Lynk EL. (1993), Privatisation, joint production and the comparative efficiency of private and public ownership: the UK water industry case. Fiscal Studies ;14 (2): pp. 98–116.
- Lucchetti A. (2005), Analisi del quadro italiano alla luce delle recenti pronunce giurisprudenziali nazionali e comunitarie, relazione presentata al V Forum sui Servizi Idrici: Novità normative e problematiche gestionali del Servizio Idrico Integrato, Roma, 12 Luglio 2005.
- Mann P.C., Mikesell J.L. (1976), <<Ownership and Water System Operation>>, Water Resources Bulletin 12 (5), pp. 995-1004.
- Martimort D., Sand-Zantman W. (2006): <<Signaling and the Design of Delegated Management Contracts for Public Utilities>>, The Rand Journal of Economics, 37 (4), pp. 763-782.
- Marzi G., Prosperetti L. , Putzu E. (2001), La regolazione dei servizi infrastrutturali, Bologna, Il Mulino.
- Massarutto A. (1993), Economia del ciclo dell'acqua, Milano, pp. 122 ss.
- Massarutto A. (2007), *Liberalization and private sector involvement in the water industry: a review of the economic literature*, Working Paper, [www.iefc.unibocconi.it](http://www.iefc.unibocconi.it).
- Massarutto A. (2009), La regolazione economica dei servizi idrici, Research report.

- Maulik U., Bandyopadhyay S. (2000), Genetic algorithm-based clustering technique, *Pattern Recognition*, 33, pp. 1455-1465.
- Mendogni, M. (1995), I servizi pubblici locali nell'esperienza francese, in G. Sanviti (a cur. di), *I modelli di gestione dei servizi pubblici locali*, Bologna, il Mulino, pp. 126 ss.
- Meschierakoff A. S.(1997), *Droitdes services publics*, Paris, Presses universitaires de France.
- Milgrom P.R. (1987), <<Auction Theory>>, in Bewlwey F. (ed.), *Advances in Economic Theory*, Fifth word Congress, Cambridge University Press.
- Mitchell T. (1997), *Machine Learning*, McGraw Hill, New York.
- Monsees J.(2004), <<The German Water and Soil Associations – self-governance for small and medium scale water and land resources management>>, in *Journal of applied irrigation science*.
- Morgan D.W. (1977), <<Investor owned vs. publicly owned water agencies: An evaluation of the property rights theory of the firm>>, *Water Resources Bulletin* 13 (4), pp. 775-81.
- Muraro G. , Valbonesi P. (a cura di) (2003), *I servizi idrici tra mercato e regole*, Roma, Carocci.
- Murthy C.A., Nirmalya C. (1996), In search of optimal clusters using genetic algorithms, *Pattern Recognition Letters*, 17, pp. 825-832.
- Nardi P. (2012) <<Il servizio idrico integrato nel territorio italiano: benchmarking della qualità>>, *Eyes Reg, Giornale di Scienze Regionali*, 2 (5).
- Osborne D, Gaebler T. (1992), <<Reinventing government: how the entrepreneurial spirit is transforming government>>. Reading, MA, USA: Addison-Wesley.
- Osborne D, Plastrick P (1997), <<Banishing bureaucracy>>, Reading, MA, USA: Addison-Wesley.
- OECD (2003), *Social Issues in the Provision and Pricing of Water Services*, Paris: OECD Publications.
- OFWAT (1996), *Indicators, second editions*, Water and Wastwater utility, Washington.
- OFWAT e DEFRA, *The development of Water Industry in England and Wales*, reperibile su [www.water.org.uk](http://www.water.org.uk).
- Passerini et al. (2008), *Lo studio di benchmarking sui costi operativi condotto dall'ANEA*, Working Paper 2008/01.
- Patti S. (2006), *Efficienza nel settore Italiano dei servizi idrici: Un'Analisi empirica sugli Ambiti Territoriali Ottimali*, XVIII Conferenza della Società Italiana di Economia Pubblica, Università di Pavia.
- Peltzman S. (1976), <<Toward a More General Theory of Regulation>>, *Journal of Law and Economics*, 19 (2), pp. 211-240.
- Perulli P. (2000), Livelli di governo versus governance multi-livello, in Ciciotti E., Spaziante A. (a cura di), *Economia, Territorio e Istituzioni. I nuovi fattori delle politiche di sviluppo locale*, Milano, FrancoAngeli, pp. 269-282.
- Petretto A. (2002), <<Processi di riorganizzazione industriale e liberalizzazione dei servizi pubblici locali: problemi e prospettive>>, *Il Diritto della Regione*.
- Piperata G. (2003), *Il servizio idrico integrato tra monopolio e concorrenza*, in Luganesi N., Mastragostino F.(a cura di), *La disciplina giuridica delle risorse idriche*, Rimini, Maggioli, pp. 289 ss.

- Quaranta A. (2006), <<"Il riordino disarticolato" della disciplina a tutela delle acque>>, Ambiente e sviluppo.
- R Core Team, (2013), R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Radaelli C., Silva F. (1998), <<Le parole chiave della regolazione>>, Competitività e Regolazione. Nono rapporto CER-IRS sull'industria e la politica industriale italiana, Bologna: Il Mulino, pp. 137-173.
- Raffie K, Narayanan R, Harris TR, Lambert D, Collins JM. (1993), <<Cost analysis of water utilities: a goodness-of-fit approach>> Atlantic Economic Journal ; 21 (3): pp. 18–29.
- Raghavan V., Birchand K. (1979), A clustering strategy based on a formalism of the reproductive process in a natural system, Proceedings of the Second international Conference on Information Storage and Retrieval, pp. 10-22.
- Real Decreto Legislativo 781/1986, de 18 de abril, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Disposiciones Legales vigentes en materia de Régimen Local (DLRL).
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Regione Lazio (2006), La regolazione dei servizi idrici nel Lazio: l'attività di benchmarking e di yardstick competition, [www.regionelazio.it](http://www.regionelazio.it).
- Reglamento de servicios de corporaciones locales n. 196/1955, art. 124.
- Renzetti S., Dupont D. (2004): <<The Performance of Municipal Water Utilities: Evidence on the Role of Ownership>>, Journal of Toxicology and Environmental Health Part A, 67, pp. 1861-1878.
- Riccaboni A. (2003), Interessi pubblici e privati nel settore idrico. Le attività di pianificazione e controllo., in Riccaboni A. (a cura di), Acqua. Fra incidenza sociale ed efficienza gestionale, Firenze, Il Ponte Editore, pp. 323-353.
- Riordan M.H., Sappington D. E. M. (1987), <<Awarding Monopoly Franchises>>, American Economic Review, 77 (3), pp. 375-87.
- Saal D.S., Parker D. (2000), <<The impact of privatisation and regulation on the water and sewerage industry in England and Wales: a translog cost function approach>>, Managerial and Decision Economics, 21 (6), pp. 253-268.
- Id. (2001), <<Productivity and Price Performance in the Privatized Water and Sewerage Companies of England and Wales, Journal of Regulatory Economics, 20 (1), pp. 61-90.
- Id (2004), <<The comparative impact of privatisation and regulation on productivity growth in the English and Welsh water and sewerage industry>>, International Journal of Regulation and Governance, 4 (2), pp. 139-170.
- Id (2005), *Assessing Performance of Water Operations in the English and Welsh Water industry: A Panel Input Distance Function Approach*, Aston Business School Working Paper RP0502.
- Saal D.S., Parker D., Weyman-Jones T. (2007), <<Determining the Contribution of Technical Change, Efficiency Change and Scale Change to Productivity Growth in the Privatized English and Welsh Water and Sewerage Industry: 1985-2000>>, Journal of Productivity Analysis, 28, pp. 127-139.

- Salvadori N., Signorino R. (2012), *Adam Smith on Monopoly Theory. Making good a lacuna*, Preprint, MPRA paper.
- Sanviti G.(1995), (a cur. di), I modelli di gestione dei servizi pubblici locali, Bologna, il Mulino, pp. 126 ss.
- Sargiacomo M. (a cura di) (2005), Il Benchmarking e la cultura del confronto nelle amministrazioni pubbliche. Atti del convegno, Roma, Aracne Editrice srl.
- Sappington D.E.M. (2002), <<Price regulation and incentives, in Cave M., Majumdar S., Vogelsang (eds), Handbook of Telecommunications Economics, North-Holland, Amsterdam, pp. 225-93.
- Sargiacomo M. (2000), Il Benchmarking nell'azienda comune, Torino, Giappichelli.
- Senn L. (a cura di) (2009), *Le imprese del settore idrico in Italia: una analisi di benchmarking*, Milano, Franco Angeli.
- Shih J-S, Harrington W., Pizer W. e Gillingham K. (2006), Economies of Scale in Community Water Systems, *Journal of American Water Works Association*, 98 (9): pp. 100-108.
- Schleifer A. (1985), <<A Theory of Yardstick Competition>>, *The RAND Journal of Economics*, 16 (3), pp. 319-327.
- Symchowicz N. (1998), <<La notion de délégation de service public>>, in *Act. Juridiquedr. adm.*, pp. 195 ss.
- Stern J., Holder S. (1999), <<Regulatory Governance: Criteria for Assessing the Performance of Regulatory Systems. An Application to Infrastructure Industries in the Developing Countries of Asia>>, *Utilities Policy*, 8. (1), pp. 33-50.
- Stern J.(2011), A Framework for valuing water in England and Wales from 2015 onwards, CCRP Working Paper Series, n.9, City University, London.
- Strang G. (2008), *Algebra lineare*, Apogeo, Milano.
- Tam P.N., Steinbach M., Kumar V. (2006), *Introduction to Data Mining*, Addison-Wesley, New York.
- Teeple R., Glyer D. (1987), <<Cost of water delivery systems: Specifications and ownership effects>>, *Review of Economics and Statistics* 69 (3), pp. 399-408.
- Torres L., Pina V. (2002), <<Changes in Public Service Delivery in the EU Countries>>, *Public Money & Management*, 22 (4) pp. 41-48.
- Traina D. M.(2001), Servizi pubblici locali in Francia, *Rivista Giuridica dell'Edilizia*, 10, pp. 962-966.
- Troyanskaya, O.G., Cantor, M., Sherlock,G., Brown, P., Hastie,T., Tibshirani, R., Botstein, D., Altman, R.B. (2001), <<Missing value estimation methods for DNA microarrays>>, *Bioinformatics*, 17 (6).
- Valbonesi P., Muraro G.(2003), I Servizi idrici tra mercato e regole, Roma, Carocci.
- Varian H.L. (1992), *Microeconomic Analysis*, Norton &Co., New York.
- Wackerbauer J. (2011), Il settore idrico Tedesco, Institute for Economic Research at the University of Munich.
- Wallsten S., Kosec K. (2005), *Public or Private Drinking Water? The Effects of Ownership and Benchmark Competition on U.S. Water System Regulatory Compliance and Household Water Expenditures*, AEI-Brookings Joint Center Working Paper No. 05-05.
- Walsh K. (1995), *Public Services and Market Mechanisms. Competition, Contracting and the New Public Management*, London: Macmillan Press LTD.

- Water Time Research project, Water Time national context report. Netherlands 2004, reperibile su [www.psir.org](http://www.psir.org).
- Warner ME. (2006), <<Market-based governance and the challenge for rural governments: U.S. Trends>>, *Social Policy and Administration: An International Journal of Policy and Research* ;40 (6): pp. 612–31.
- Warner ME, Hefetz A. (2002), <<Applying market solutions to public services: an assessment of efficiency, equity and voice>>, *Urban Affairs Review*; 38 (1):pp. 70–89.
- Warner ME, Hefetz A. (2003), <<Rural–urban differences in privatization: limits to the competitive state. *Environment and Planning C: Government and Policy*>>, (5): pp. 703–18.
- Warner ME, Hefetz A.(2008), <<Managing markets for public service: the role of mixed public/private delivery of city services>>, *Public Administration Review*; 68 (1): pp. 150–61.
- Webb, M., Ehrhardt D. (1998), <<Improving Water Service through Competition>>, *Public Policy for the Private Sector*.
- Williamson O.E. (1985): *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*, The Free Press, New York.
- Wolf G, Hallstein E. (2007), <<*Beyond privatization: restructuring water systems to improve performance*>>, Oakland, CA: Pacific Institute, USA. Accessed May.
- Zappa G. (1946), *La nazionalizzazione delle imprese*, Milano: Giuffrè Editore.
- Zupan M.A. (1989), <<Cable franchise Renewals: Do Incumbent Firms Behave Opportunistically?>>, *Rand Journal of Economics*.

## **Appendice- Procedure informatiche per l'Elaborazione e Tabelle.**

I calcoli statistici sono stati svolti utilizzando il sistema `gretl` che consente di caricare dati da fogli Excel e di svolgere analisi statistiche come il calcolo delle componenti principali e le distanze di Mahalanobis. Usando questi dati e utilizzando la nostra analisi degli algoritmi di clustering riportata in questo lavoro, abbiamo, con l'assistenza di un programmatore, scritto i seguenti programmi nel linguaggio di programmazione Python, che è disponibile gratuitamente al sito <http://www.python.it/>.

In particolare abbiamo implementato i quattro algoritmi di clusterizzazione in quattro programmi Python distinti, `hcluster.py`, `dbscan.py`, `kmeans.py` e `ga.py`.

Per eseguire questi programmi, è necessario scaricare l'interprete Python e seguire le istruzioni di installazione. Una volta terminato il processo di installazione, nella cartella `C:\python27` (o un'altra eventualmente selezionata durante l'installazione) sarà presente il programma `python.exe` cioè l'interprete.

A questo punto si possono lanciare i programmi di clusterizzazione da riga di comando (per esempio tramite il programma `cmd`, che consente sui sistemi Windows di inserire comandi ed eseguirli) con i comandi seguenti, nei quali lo spazio fra il nome del programma compreso della sua ubicazione nella cartella e il nome del programma va assolutamente inserito:

```
C:\python27\python.exe hcluster.py
C:\python27\python.exe dbscan.py
C:\python27\python.exe kmeans.py
C:\python27\python.exe ga.py
```

Il primo programma esegue l'algoritmo di clusterizzazione gerarchica partendo da un numero di cluster pari al numero di punti e terminando con 1: a ogni passo vengono stampati, in formato adatto all'importazione su Excel, il numero di cluster, l'indicatore di Calinski–Harabasz e l'indicatore di silhouette. Per un valore di  $K < 10$  (ma ovviamente modificabile) vengono anche stampati i cluster e la loro numerosità: ovviamente, a ogni passo, il programma calcola i cluster e quindi è possibile modificarlo per chiedere la stampa dettagliata.

Il secondo programma esegue l'algoritmo DBSCAN per diverse scelte di  $\varepsilon$  e  $\delta$ : per ogni scelta vengono calcolati gli indicatori di Calinski–Harabasz e silhouette e stampati, sempre in formato compatibile con Excel. Infine, vengono stampati i cluster che corrispondono alle scelte ottimali dei parametri dell'algoritmo, intendendo l'ottimalità, rispetto ai due diversi indicatori.

Il terzo programma stampa per prima cosa i risultati degli indici di Calinski–Harabasz e Silhouette per  $K \geq 2$ , poi esplicita la scelta del  $K$  ottimale in base a questi risultati e specifica i cluster corrispondenti, indicando prima il centroide, ponendo fra parentesi quadre i valori delle sue coordinate, e quindi elenca gli elementi del cluster separati da ',' in modo da poter essere incollati su un file Excel come csv (*comma separated values*).

L'ultimo programma esegue l'algoritmo genetico per una scelta dei parametri (configurabili modificando il file) e valutando l'ottimalità in base a uno dei due indicatori selezionati, pure configurabile. Per ogni iterazione l'algoritmo stampa la fitness media, rispetto all'indicatore, della popolazione corrente e la fitness massima raggiunta da un individuo della popolazione corrente. Tutti i programmi stampano i risultati della loro elaborazione che si possono copiare e incollare su un file di testo o su Excel per ulteriori elaborazioni. È anche possibile dirottare



i risultati delle elaborazioni su un file di testo: per esempio, con il comando `C:\python27\python.exe kmeans.py > koutput.txt`, non verrà stampato nulla ma il risultato dell'elaborazione sarà stato inserito nei file di testo `koutput.txt` da utilizzare per successive elaborazioni.

Qui di seguito includiamo il testo dei programmi stessi: tutti programmi si avvalgono di un modulo comune, `dati.py`, che contiene sia i dati del problema (un array con l'elenco degli elementi del campione rappresentati come coordinate nello spazio  $\mathbb{R}^{14}$ ) sia la matrice  $14 \times 14$  inversa della matrice di covarianza da utilizzare per calcolare le distanze di Mahalanobis, sia le funzioni che calcolano le distanze  $L^2$ ,  $L^1$  e di Mahalanobis, sia le funzioni che calcolano gli indicatori di Calinski-Harabasz e silhouette.

**Listato 1: dati.py**

```
# Dati del problema

# [Integrazione, Area, Vpr, Liq, Lev, Copertura, Indip, Patr, ROCI, EBITDA, ROA, ROI,
ROS, ROE]

dati = [
[5, 30, 1258.13, 0.97, 1.55, 1.02, 1.97, 4.03, 0.94, 27.63, 2.27, 3.23, 14.19, 2.67],
[5, 30, 4170.91, 1.89, 2.66, 0.64, 1.63, 1.37, 1.03, 7.19, 0.73, 1.55, 2.67, 0.07],
[5, 30, 1322.27, 6.73, 3.13, 1.86, 0.49, 1.34, 0.47, 18.06, 1.35, 1.48, 5.65, 0.35],
[5, 30, 10126.85, 0.55, 4, 0.47, 0.39, 0.73, 1.08, 15.61, 3.03, 12.09, 8.79, 27.08],
[5, 30, 977.52, 5.67, 1.55, 1.66, 1.84, 7.4, 0.2, 8.77, -1.91, -2.08, -21.91, -2.17],
[5, 10, 3846.36, 1.42, 5.43, 1.04, 0.24, 0.61, 1.24, 18.63, 1.43, 4.58, 4.75, 0.97],
[5, 10, 4130.36, 2.29, 1.96, 1.48, 1.23, 0.87, 1.35, 25.81, 8.66, 16.95, 14.67, 7.49],

[5, 30, 2545.55, 1.12, 3.86, 0.95, 0.39, 0.97, 0.61, 41.58, 7.89, 16.23, 29.53, 13.09]
,
[5, 30, 140.38, 5.57, 1.17, 3.62, 6.23, 2.96, 0.38, 31.59, 6.41, 7.5, 22.18, 7.09],
[5, 30, 4401.6, 1.96, 1.28, 1.1, 4.74, 3.48, 1.73, 12.48, -2.21, -2.47, -9.87, -
2.02],
[5, 30, 235.07, 2.58, 1.35, 2.34, 2.99, 1.28, 0.9, 11.36, 0.84, 1.14, 1.46, 0.71],
[5, 20, 5059.44, 3.73, 2.85, 0.95, 0.98, 0.97, 1.03, 17.19, 2.7, 4.27, 7.5, 0.68],
[5, 30, 92.2, 0.35, 1.47, 0.77, 2.13, 2.79, 2.02, 46.16, 4.17, 6.13, 17.08, 2.84],
[5, 30, 168.75, 0.09, 2.46, 0.43, 0.69, 5.98, 1.28, 60.27, 0.26, 0.64, 3.84, 2.79],
[5, 30, 185.9, 3.73, 1.1, 1.39, 9.79, 4.55, 0.58, 28.01, -0.7, -0.77, -3.51, -0.52],
[5, 30, 238.42, 5.8, 1.1, 1.92, 10.09, 2, 0.87, 8.5, -1.14, -1.25, -2.51, 0.05],
[5, 30, 8424.8, 2.66, 1.57, 1.08, 2.82, 2.09, 0.99, 24.28, 3.48, 4.62, 11.46, 1.07],
[5, 30, 1333.99, 3.84, 4.76, 0.5, 0.89, 1.23, 0.8, 34.71, 1.1, 2.69, 6.4, 1.58],
[5, 30, 2220.64, 0.7, 2, 0.87, 1.25, 2.9, 3.52, 41.37, 1.21, 2.42, 7.02, 0.07],
[5, 30, 2344.61, 1.09, 2.67, 1.04, 0.65, 0.61, 1.19, 12.6, 2.72, 4.38, 4.42, 5.44],
[5, 20, 926.83, 1.8, 4.26, 3.76, 0.4, 2.47, 0.12, -5.17, -0.49, -2.1, -5.17, 0.12],
[5, 20, 518.57, 5.56, 1.35, 1.31, 3.07, 44.6, 0.06, 38.26, -0.06, -0.09, -3.89, 0.1],
[5, 10, 4472.39, 1.1, 3.4, 0.75, 0.58, 0.64, 1.24, 31.76, 11.17, 17.12, 24.29, 18.19],

[5, 30, 2902.84, 1.06, 1.47, 0.97, 2.43, 1.55, 1.49, 12.84, 0.63, 0.91, 1.43, 0.54],
[5, 30, 3988.79, 1.24, 1.48, 1.07, 2.36, 2.2, 0.84, 9.9, 0.22, 0.33, 0.72, 0.07],
[5, 30, 1518.91, 0.42, 8.93, 0.17, 0.14, 0.23, 1.41, 2.87, -2.45, -21.89, -5.03, -
36.22],
[5, 30, 1670.72, 0.52, 5.8, 0.56, 0.25, 0.13, 2.86, 5.36, 2.07, 12, 1.51, 0.56],
[5, 30, 7236.92, 1.22, 6.75, 0.85, 0.23, 0.23, 1.38, 15.43, 5.48, 10.93, 8.6, 12.26],
[5, 30, 781.88, 1.29, 3.41, 1.33, 0.43, 0.67, 0.77, -9.97, -7.7, -16.51, -17.5, -
31.6],
[5, 30, 923.76, 1.64, 3.07, 8.33, 0.57, 0.24, 1.41, 7.56, 8.53, 26.23, 6.35, 12.92],
[5, 10, 27466.77, 1.47, 2.4, 0.84, 1.15, 1.62, 0.75, 14.34, -1.38, -2.9, -5.37, -
5.41],
[5, 10, 12441.71, 0.93, 20.07, 0.41, 0.06, 0.1, 0.66, 7.22, -0.74, -2.45, -
1.45, 2.34],
[5, 10, 766.15, 1.58, 2.38, 2.48, 0.73, 0.49, 1.07, 11.09, 5.03, 10.46, 5.85, 9.23],
[5, 10, 80793.75, 1.5, 7.67, 1.45, 0.2, 0.31, 0.5, 22.33, 6.92, 21.41, 16.67, 16.59],
[5, 10, 56928.35, 1.76, 3.38, 2.55, 0.49, 0.62, 0.57, 24.85, 8.16, 17.37, 17.21, 16.26
],
[5, 20, 1091.89, 1.53, 2, 1.13, 1.42, 0.42, 2.35, 8.95, 8.05, 16.07, 6.8, 6.29],
[5, 10, 5582.68, 2.99, 1.2, 0.97, 13.89, 11.27, 0.65, 11.96, -0.73, -0.87, -
```

9.82, 0.01],  
[5, 10, 8206.32, 0.97, 33.71, 0.98, 0.03, 0.2, 0.48, 5.81, 0.66, 0.98, 4.59, 0.71],  
[5, 30, 2106.36, 0.49, 3.42, 0.37, 0.65, 1.93, 0.69, 20.82, 0.77, 1.17, 5.11, -4.12],  
[5, 20, 2321.64, 0.95, 4.09, 0.99, 0.39, 0.25, 1.58, 6.05, -0.18, -0.28, -0.19, -  
24.16],  
[5, 30, 2075.94, 1.7, 1.08, 1.04, 14.62, 7.65, 1.12, 24.27, 0.1, 0.11, 0.84, 0.03],  
[10, 30, 8330.34, 0.93, 2.73, 0.47, 2.33, 2.22, 1.78, 12.82, -1.68, -3.87, -10.19, -  
3.9],  
[10, 30, 3493.13, 1.83, 23.25, 4.44, 0.05, 0.06, 0.81, 1.21, -1.74, -3.87, -2.39, -  
41.72],  
[10, 30, 10072.18, 1.01, 3.16, 0.97, 0.48, 0.56, 0.92, 4.55, 0.25, 0.71, 0.45, 2.34],  
[20, 20, 31666.22, 1.08, 11.44, 0.84, 0.11, 0.18, 0.83, 7.79, -1.26, -3.56, -2.54, -  
37.23],  
[20, 30, 44519.9, 0.82, 1.47, 0.8, 5.32, 4.72, 2.37, 19.78, 0.49, 0.65, 3.39, 0.07],  
[20, 10, 37422.82, 1.62, 3.17, 1.6, 0.56, 0.93, 0.47, 1.53, -1.09, -2.57, -  
3.19, 0.08],  
[20, 20, 8392.22, 1.95, 1.17, 0.98, 12.28, 11.71, 0.66, 19.25, -1.44, -1.65, -19.77, -  
1.63],  
[20, 30, 1101.92, 1.55, 3.98, 1.38, 0.55, 0.15, 2.39, 22.71, 9.28, 21.53, 5.47, 0.01],  
  
[20, 20, 35280.01, 0.99, 1.66, 0.84, 2.38, 2.59, 1.68, 15.11, 0.35, 0.47, 1.48, 0.05],  
  
[20, 20, 2426.28, 1.1, 1.77, 1.05, 1.38, 1.23, 1.03, 12.47, 2.49, 3.26, 5.4, 1.93],  
[20, 30, 603.06, 2.23, 1.24, 0.98, 5.86, 49.13, 0.25, 73.8, 0.34, 0.36, 20.51, 0.77],  
[20, 10, 14245.41, 1.87, 1.11, 1.06, 10.16, 9.36, 0.82, 2.88, -0.16, -0.17, -1.62, -  
0.15],  
[20, 20, 11316.69, 2.69, 1.38, 1.05, 4.39, 2.29, 1.41, 17.29, 1.21, 1.49, 3.83, 0.75],  
  
[20, 30, 24690.09, 1.04, 1.89, 0.93, 1.32, 1.66, 1.5, 25.66, 3.01, 3.83, 9.47, 6.23],  
[20, 10, 8492.84, 2.96, 1.57, 4.73, 2.23, 1.38, 0.54, -14.37, -11.23, -17.57, -  
24.29, -18.3],  
[20, 30, 9072.46, 1.06, 2.21, 0.63, 2.22, 2.15, 1.92, 22.31, 1.7, 3.07, 8.07, 1.16],  
[20, 30, 4704.63, 1.42, 1.94, 0.91, 1.58, 2.22, 1.08, 22.31, 2.66, 3.76, 11.47, 1.58],  
  
[20, 30, 7763.29, 2.26, 1.21, 1.15, 6.79, 5.86, 0.8, 24.44, 0.44, 0.5, 3.09, 0.39],  
[20, 30, 121939.39, 0.72, 1.95, 0.87, 1.1, 2.19, 1.08, 29.17, 3.02, 4.43, 12.86, 2.56]  
,  
[20, 30, 7788.76, 1.08, 1.93, 0.64, 3.61, 2.98, 1.87, 27.69, 0.56, 0.99, 3.21, 0.07],  
[20, 20, 55796.62, 1.05, 6.6, 0.85, 0.2, 0.31, 0.86, 14.87, 2.93, 4.74, 6.06, 7.42],  
[20, 30, 10945, 0.44, 10.06, 0.21, 0.32, 0.4, 2.51, 35.28, 0.99, 4.43, 4, 1.06],  
[20, 30, 8738.55, 1.91, 1.8, 1.04, 1.35, 2.23, 1.95, 9.55, -3.19, -3.49, -12.83, -  
9.55],  
[20, 30, 4495.96, 0.76, 3.2, 0.59, 0.54, 0.84, 0.8, 11.16, 1.16, 1.71, 3.13, 0.27],  
[20, 20, 1979.78, 1.26, 5.36, 1.07, 0.26, 0.34, 1.07, 10.85, 2.02, 3.3, 3.72, -9.97],  
[20, 30, 4642.77, 0.6, 9.59, 0.36, 0.25, 0.61, 1.34, 20.82, 1.08, 3.32, 6.31, 0.1],  
[20, 10, 6205.56, 1.2, 4.55, 1.2, 0.32, 0.27, 1.06, 12.28, 6.09, 21.76, 7.37, 10.24],  
[20, 10, 14284.37, 0.55, 33.03, 0.21, 0.03, 0.06, 1.09, 9.56, 0.47, 1.96, 0.88, -  
29.29],  
[20, 30, 5133.86, 0.62, 3.93, 0.71, 0.37, 0.35, 2.65, 18.81, 6.09, 9.5, 8.33, 6.34],  
[20, 30, 37013.93, 0.81, 79.58, 0.45, 0.02, 0.03, 1.28, 12.98, 3.29, 13.28, 6.72, 82.2  
],  
[20, 30, 12317.21, 1.28, 5.24, 1.19, 0.24, 0.37, 1.07, 24.63, 9.24, 17.75, 18.08, 24.9  
7],  
[20, 30, 1347.98, 0.84, 2.37, 0.64, 1.09, 0.53, 2.28, 9.92, 2.99, 6.72, 3.79, 4.37],  
[20, 30, 648.05, 1.63, 9.29, 2.35, 0.13, 0.23, 1.38, 17.8, 5.92, 8.25, 12.81, 22.93],  
[20, 30, 43439.7, 0.23, 5.63, 0.21, 0.27, 1.11, 1, 26.41, 2.26, 4.62, 14.16, 0.25],  
[20, 30, 3052.38, 2.6, 5.85, 2.42, 0.28, 0.44, 0.66, 4.16, -0.92, -4.37, -  
2.35, 0.56],

[20, 20, 28609.85, 0.72, 4.2, 0.71, 0.32, 0.7, 0.66, 13.78, 2.12, 4.95, 6.25, 2.79],  
[20, 20, 12822.75, 1.5, 1.7, 1.14, 1.58, 2.21, 0.8, -3.34, -2.41, -3.15, -9.08, 0.1],  
[20, 30, 6050.47, 2.2, 1.67, 1.23, 1.53, 2.2, 0.89, 11.18, 0.29, 0.33, 1.05, -1.31],  
[20, 30, 21376.68, 1.47, 4.91, 1.31, 0.31, 0.2, 1.56, 3.13, 1.55, 5.3, 1.54, 0.45],  
[20, 30, 9163.72, 0.42, 6.25, 0.67, 0.22, 0.65, 1.15, 17.97, 1.1, 1.51, 4.44, -7.93],  
[20, 30, 1436.63, 0.84, 1.32, 0.96, 3.21, 2.81, 1.73, 7.77, 1.23, 1.62, 4.56, 0.75],  
[20, 20, 20788.53, 1.34, 13.21, 1.49, 0.11, 0.17, 0.47, 6.6, -2.27, -13.63, -  
5.15, 0.16],  
[20, 20, 11468.94, 0.76, 6.9, 0.4, 0.23, 0.19, 1.72, 13.7, 4.75, 20.7, 6.28, 14.26],  
[20, 10, 54991.67, 0.98, 10.43, 1.31, 0.11, 0.22, 0.5, 5.84, -0.59, -1.5, -  
1.37, 0.44],  
[20, 20, 36586.43, 1.45, 2.98, 1.14, 0.64, 0.94, 1.39, 20.86, 3.71, 5.29, 10.41, 3.3],  
  
[20, 30, 236088.08, 1.02, 48.41, 1, 0.02, 0.15, 0.14, 5.84, 0.34, 6.02, 2.5, 2.24],  
[20, 20, 2504.93, 1.08, 3.81, 2.63, 0.39, 1.07, 0.28, 10.19, 1.47, 4.35, 6, 0.41],  
[20, 30, 2802.07, 1.15, 19.99, 1.12, 0.05, 0.15, 0.62, 10.27, 1.28, 2.22, 3.81, 0.2],  
[20, 20, 56839.34, 0.7, 49.24, 0.34, 0.02, 0.04, 1.01, 12.85, 3.6, 7.72, 6.45, 10.02],  
  
[20, 30, 94600.76, 1.53, 6.11, 0.99, 0.24, 0.38, 1.08, 25.21, 5.77, 10.4, 13.41, 18.97  
],  
[20, 20, 62456.46, 0.59, 7.24, 0.28, 0.16, 0.37, 0.75, 21.08, 3.55, 10.3, 9.42, 1.52],  
  
[20, 30, 18293.44, 0.95, 6.25, 0.66, 0.21, 0.13, 1.72, 6.08, 5.75, 29.44, 4.56, 17.77]  
,  
[20, 30, 10390.87, 1.79, 1.67, 1.35, 1.8, 1.39, 0.84, 8.8, 0.43, 0.71, 1, 0.11],  
[20, 30, 2437.14, 1.16, 6.67, 3.66, 0.18, 0.19, 0.85, 5.84, 3.71, 17.98, 4.62, 15.67],  
  
[20, 20, 39423.44, 0.94, 6.41, 0.64, 0.2, 0.36, 0.58, 7.94, 3.06, 12.48, 6.96, 55.59],  
  
[20, 10, 2247.87, 0.79, 2.61, 0.73, 0.71, 0.32, 2.63, 10.55, 5.66, 12.43, 4.66, 4.8],  
[20, 30, 8515.09, 1.2, 1.59, 1.05, 2, 1.95, 0.81, 5.99, -0.49, -0.69, -1.51, 0.01],  
[20, 30, 533.79, 1.25, 1.35, 1.01, 3.54, 5.01, 0.55, 50.06, 0.53, 0.72, 3.62, -8.14],  
[20, 30, 4356.62, 1.02, 7.09, 1.44, 0.17, 0.13, 1.22, 3.8, 3.13, 22.18, 2.96, 8.38],  
[20, 10, 4072.31, 1, 21.65, 0.91, 0.05, 0.09, 0.67, 6.58, 2.45, 10.76, 4.59, 33.02],  
[20, 10, 188021.39, 1.44, 3.56, 1.48, 0.41, 0.69, 0.62, 5.03, -2.33, -4.8, -5.68, -  
8.48],  
[20, 30, 23089.38, 1.26, 1.89, 1.17, 1.22, 0.95, 1.02, 32.25, 12.98, 24.56, 23.31, 13.  
36],  
[20, 30, 6360.12, 1.24, 4.97, 4.71, 0.26, 0.18, 1.14, -0.09, -0.96, -4.75, -  
0.88, 0.22],  
[20, 30, 24065.45, 0.92, 51.02, 0.89, 0.02, 0.04, 1.47, 14.74, 3.44, 6.03, 6.68, 10.76  
],  
[20, 30, 11860.81, 1.05, 1.67, 1.04, 1.74, 3.3, 1.62, 34.14, 1.72, 2.01, 9.47, 0.05],  
[20, 10, 338.96, 1, 2.69, 0.93, 0.63, 0.29, 2.7, 8.56, 7.08, 13.37, 5.57, 4.41],  
[20, 30, 3513.08, 1.17, 5.46, 1.38, 0.25, 0.29, 0.75, 17.77, 5.36, 25.82, 8.47, 14.03]  
,  
[20, 30, 199.1, 3.8, 1.25, 2.8, 4.26, 1.66, 0.68, 49.15, 11.24, 14.03, 23.22, 0.24],  
[20, 10, 172.96, 1.08, 2.79, 0.98, 1.09, 1.29, 0.78, 27.67, 1.65, 4.6, 5.93, 0.83],  
[20, 20, 5941.85, 0.66, 3.42, 1.18, 0.42, 0.84, 0.57, 1.86, -0.19, -0.65, -  
0.55, 36.26],  
[20, 20, 155866.42, 1.14, 3.18, 0.85, 0.58, 0.98, 0.72, 21.02, 2.73, 5.04, 8.54, 0.03]  
,  
[20, 20, 7217.3, 1.85, 2.73, 3.27, 0.8, 0.47, 0.89, 3.72, 1.81, 4.92, 2.3, 0.31],  
[20, 10, 88187.73, 1.31, 11.2, 1.03, 0.12, 0.21, 0.64, 13.86, 2.24, 6.23, 5.35, 1.44],  
  
[20, 10, 107984.07, 1.5, 3.82, 0.69, 0.63, 1.98, 0.3, 26.83, 1.1, 4.2, 8.31, 1.22],  
[20, 30, 228872.91, 1.1, 1.86, 0.95, 1.39, 1.55, 1.19, 16.68, 1.11, 1.66, 3.21, 0.27],

```

[20, 20, 5340.66, 0.83, 4.25, 0.76, 0.35, 0.54, 1.08, 26.73, 6.09, 9.22, 14.08, 5.79],

[20, 30, 1619.84, 2.86, 1.56, 1.34, 1.97, 2.05, 0.84, 16.23, 0.67, 0.78, 2.13, 0.55],
[20, 30, 29288.5, 1.06, 2.06, 0.84, 1.35, 1.28, 1.67, 18.03, 1.33, 1.93, 3.48, 0.18],
[20, 30, 19548.86, 0.68, 3.28, 0.7, 0.62, 0.53, 2.68, 12.37, 2.23, 3.72, 3.89, 0.63],
[20, 20, 35098.57, 1.8, 1.94, 1, 1.56, 2.64, 0.56, 9.45, 0.05, 0.07, 0.24, 0.28],
[20, 30, 3252.44, 6.98, 1.63, 1.34, 1.81, 4.26, 0.45, 31.32, 0.57, 0.63, 3.97, 0.18],
[20, 20, 3029.01, 2.61, 3.16, 0.56, 1.83, 2.01, 0.39, 11.05, -0.23, -0.7, -
1.49, 0.02],
[20, 10, 3022.42, 1.14, 5.88, 0.61, 0.27, 0.41, 0.58, 8.23, 1.75, 7.09, 4.2, 0.27],
[20, 30, 8253.29, 1.04, 5.47, 0.99, 0.23, 0.37, 1.46, 15.74, 3.39, 4.92, 6.9, 0.3],
[20, 30, 4607.32, 6.23, 1.62, 1.25, 3.31, 4.12, 0.37, 19.44, 0.36, 0.48, 2.38, 0.11],
[12, 20, 1226.24, 1.44, 14.41, 1.16, 0.08, 0.18, 0.77, 22.58, 3.93, 6.91, 10.12, 0.89]
,
[12, 30, 9636.97, 0.2, 3.38, 0.55, 0.45, 0.91, 3.48, -1.07, -3.7, -5.75, -11.39, -
17.33],
[12, 20, 1605.79, 2.4, 3.82, 1.1, 0.7, 0.23, 1.76, 9.9, 5.39, 13.93, 4.76, -4.44],
[12, 30, 1216.53, 1.07, 5.82, 2.02, 0.24, 0.11, 1.76, -2.21, -6.19, -14.93, -4.1, -
58.69],
[12, 30, 3448.97, 1.01, 16.6, 1.41, 0.07, 0.04, 1.44, 5.2, 4.19, 10.35, 3.08, 2.85],
[12, 30, 1705.2, 0.96, 14.79, 1.8, 0.08, 0.04, 1.86, 5.27, 5.03, 10.57, 3.2, 15.64],
[12, 30, 14331.1, 7.12, 2.13, 1.13, 3.17, 2.91, 0.31, 21.35, 0.27, 0.52, 1.69, 0.93],
[12, 30, 11134.38, 2.29, 2.4, 0.77, 1.56, 2.22, 0.77, 21.79, 1.73, 2.92, 9.21, 0.04],
[12, 30, 1321.43, 1.55, 1.19, 0.96, 12.78, 3.87, 2.04, 45.34, 0.78, 0.91, 3.59, 0.55],

[12, 20, 1242.12, 4.43, 1.27, 1.11, 4.58, 12.91, 0.36, 3.83, -6.92, -8.81, -113.73, -
10.85],
[15, 30, 677, 1.04, 14.16, 0.73, 0.09, 0.15, 0.78, 9.51, -0.08, -0.27, -0.17, -
26.97],
[15, 30, 16310.4, 2.38, 6.54, 2.27, 0.2, 0.25, 0.85, 2.44, 0.08, 0.14, 0.13, -3.54],
[15, 30, 3643, 4.24, 1.32, 1.02, 11.15, 5.53, 0.55, 28.76, 0.2, 0.26, 1.48, 0.84],
[15, 30, 8818.53, 2.65, 1.69, 25.18, 1.62, 1.24, 0.49, 3.94, 1.21, 2.04, 2.53, 1.06],
[15, 30, 475.89, 3.79, 1.04, 1.12, 26.1, 15.23, 0.45, 21.5, -1.95, -2.03, -30.86, -
2],
]

N_points = len(dati)
N_coords = len(dati[0])
# Distanze di Mahalanobis (da gretl)
maha = [
[0.025088, -0.0012644, -9.5826e-007, 0.022091, 2.7397e-005, 0.0015838, 0.0012268, -
0.00095459, 0.0096107, 0.00078636, 0.0061909, -0.0022074, -7.9903e-005, -0.0010483 ],
[ -0.0012644, 0.020794, 4.1431e-007, -0.023846, -0.0010473, -0.0098013, -
0.0010527, 0.0032813, -0.079574, -0.0038676, 0.014711, -0.00022148, -0.0015633, -
0.00043502 ],
[-9.5826e-007, 4.1431e-007, 8.2325e-010, 2.8159e-006, -4.1411e-007, 5.5376e-
007, 3.7218e-007, 6.3080e-007, 1.0247e-005, -3.0275e-007, 1.4197e-006, -2.8629e-007, -
1.2187e-007, 3.2131e-008 ],
[0.022091, -0.023846, 2.8159e-006, 0.87799, 0.014455, -0.036258, -0.062866, -
0.017546, 0.78999, -0.0017330, -0.081117, 0.015220, 0.020163, 7.5916e-005 ],
[2.7397e-005, -0.0010473, -4.1411e-
007, 0.014455, 0.011580, 0.0046822, 0.0050016, 0.00026661, 0.023280, 0.0014785, 0.0024
192, 0.00051142, -7.7625e-005, -0.0025385 ],
[ 0.0015838, -0.0098013, 5.5376e-007, -0.036258, 0.0046822, 0.22416, 0.0014126, -
0.0047693, 0.14087, 0.013303, -0.021851, -0.0011200, -0.0029936, 0.0016751 ],
[ 0.0012268, -0.0010527, 3.7218e-007, -0.062866, 0.0050016, 0.0014126, 0.12112, -
0.013563, -0.030019, -0.0071048, 0.0094917, 0.0036289, 0.0074162, -0.0033297 ],
[-0.00095459, 0.0032813, 6.3080e-007, -0.017546, 0.00026661, -0.0047693, -

```

```

0.013563 , 0.051519, 0.053205, -0.013636, 0.035135, -0.0062565, 0.0036573, -
0.00051478 ],
[ 0.0096107, -0.079574 , 1.0247e-005, 0.78999, 0.023280, 0.14087, -
0.030019, 0.053205, 3.6172, -9.5946e-005, -0.15882, -0.024889, 0.028721, 0.023728 ],
[ 0.00078636, -0.0038676, -3.0275e-007, -0.0017330, 0.0014785, 0.013303, -0.0071048, -
0.013636, -9.5946e-005, 0.013776, -0.027006, 0.0056456, -0.0041515, -0.00010168 ],
[ 0.0061909, 0.014711, 1.4197e-006, -0.081117, 0.0024192, -
0.021851, 0.0094917, 0.035135, -0.15882, -0.027006, 0.59880, -0.17327, -0.038005, -
0.0017204 ],
[ -0.0022074, -0.00022148, -2.8629e-007 , 0.015220, 0.00051142, -
0.0011200, 0.0036289, -0.0062565, -0.024889 ,0.0056456 , -
0.17327, 0.080450, 0.0059453, -0.0082598 ],
[-7.9903e-005, -0.0015633 ,-1.2187e-007 ,0.020163, -7.7625e-005, -
0.0029936, 0.0074162, 0.0036573 , 0.028721, -0.0041515, -
0.038005, 0.0059453 , 0.013661 , -0.00015082 ],
[ -0.0010483 , -0.00043502, 3.2131e-008 , 7.5916e-005, -0.0025385, 0.0016751, -
0.0033297, -0.00051478, 0.023728 ,-0.00010168, -0.0017204, -0.0082598 ,-
0.00015082, 0.0082337 ]
]

# Funzioni per il calcolo della distanza fra due punti

import math

def DL2(x, y) :
    """ Distanza euclidea """
    #assert len(x) == len(y)
    d = math.pow(x[0] - y[0], 2)
    for i in range(1, len(x)) :
        d += math.pow(x[i] - y[i], 2)
    return math.sqrt(d)

def DL1(x, y) :
    """ Distanza dei taxi """
    #assert len(x) == len(y)
    d = abs(x[0] - y[0])
    for i in range(1, len(x)) :
        d += abs(x[i] - y[i])
    return d

def DM(x, y) :
    """ Distanza di Mahalanobis """
    # Calcola la distanza usando la matrice maha
    #assert len(x) == len(y)
    n = len(x)
    z = [x[k] - y[k] for k in range(n)]
    d = 0.0
    # moltiplica la riga z per maha
    temp = [0.0 for h in range(n)]
    for i in range(n) :
        for j in range(n) :
            temp[j] += z[i] * maha[i][j]
    # moltiplica temp per z
    for i in range(n) :
        d += temp[i] * z[i]
    return math.sqrt(d)

# Funzioni utilizzate dai vari algoritmi

```

```

def Calinski_Harabasz(D, points, clusters) :
    """
    Calcola l'indice di Calinski-Harabasz per i clusters dei dati points:
    l'array clusters e' una lista di indici al vettore points.
    D e' la distanza da utilizzare.
    Se clusters consta di un solo elemento allora il valore della funzione
    e' zero.
    """
    N_points = len(points) # numero di punti nel dataset points
    N_coords = len(points[0]) # numero di coordinate per ciascun punto
    K = len(clusters) # numero di cluster
    if K <= 1 :
        return 0
    # Calcola la media dei punti
    mean = []
    for j in range(N_coords) :
        mean.append(math.fsum([points[i][j] for i in range(N_points)]) / N_points)
    BGSS = 0
    WGSS = 1
    for k in range(K) : # per tutti i cluster
        N_k = len(clusters[k])
        if N_k == 0 :
            BGSS = 0
            WGSS = 1
        else :
            # calcola la media del cluster
            mean_k = []
            for j in range(N_coords) :
                mean_k.append(math.fsum([points[i][j] for i in clusters[k]]) / N_k)
            WGSS += math.fsum([math.pow(D(points[clusters[k][i]], mean_k), 2) for i in range(N_k)])
            BGSS += N_k * math.pow(D(mean_k, mean), 2)
    return BGSS / (K - 1) * (N_points - K) / WGSS

def silhouette(D, points, clusters) :
    """
    Calcola l'indicatore di silhouette secondo la distanza D per i dati points
    aggregati in clusters.
    """
    N_points = len(points) # numero di punti nel dataset points
    N_coords = len(points[0]) # numero di coordinate per ciascun punto
    K = len(clusters) # numero di cluster
    s = 0
    for i in range(N_points) :
        a_i = 0
        b_i = 1e20
        for k in range(K) :
            N_k = len(clusters[k])
            if N_k > 1 :
                mean = math.fsum([D(points[i], points[clusters[k][j]]) for j in range(N_k)]) / N_k
                if i in clusters[k] :
                    a_i = mean
                elif mean < b_i :
                    b_i = mean
        if b_i < 1e20 :

```

```

    s += (a_i - b_i) / max(a_i,b_i)
return s / N_points

```

## Listato 2: hcluster.py

```

# Classificazione gerarchica

import math

from dati import dati, maha, N_points, DL2, DM, Calinski_Harabasz, silhouette

def cluster_distance(c1, c2) :
    """ Calcola la distanza fra due cluster utilizzando la distanza di
        Mahalanobis dai centroidi dei cluster come stima della prossimita' """
    # calcola i centroidi di c1 e c2
    n_dim = 14
    cc1 = [math.fsum(dati[clusters[c1][l]][j] for l in range(len(clusters[c1]))) / len(
clusters[c1]) for j in range(n_dim)]
    cc2 = [math.fsum(dati[clusters[c2][l]][j] for l in range(len(clusters[c2]))) / len(
clusters[c2]) for j in range(n_dim)]
    # torna la distanza fra i centroidi
    return DM(cc1, cc2)

# Inizializza l'insieme dei cluster con cluster composti da un solo elemento
clusters = [[i] for i in range(N_points)]
N_cluster = N_points

# Esegue l'algoritmo gerarchico stampando le numerosita' dei cluster

print "K;_CH;_Silhouette"
while N_cluster > 1 :
    # trova i due cluster piu' vicini fra loro
    c1 = 0
    c2 = 1
    min_dist = cluster_distance(0, 1)
    for i in range(N_cluster) :
        for j in range(i + 1, N_cluster) :
            d = cluster_distance(i, j)
            if d < min_dist :
                c1 = i
                c2 = j
                min_dist = d
    # li fonde in uno solo
    clusters[c1].extend(clusters[c2])
    del clusters[c2]
    N_cluster -= 1
    print N_cluster, ";", Calinski_Harabasz(DM, dati, clusters), ";", silhouette(DM, da
ti, clusters)
    if N_cluster < 10 :
        # stampa i cluster
        for k in range(N_cluster) :
            print k,
            for j in range(len(clusters[k])) :
                print ";", clusters[k][j],
            print

```



```
else :
    print
```

### Listato 3: dbscan.py

```
# Classificazione con DBSCAN

import math

from dati import dati, maha, N_coords, N_points, DL1, DL2, DM, Calinski_Harabasz, silhouette

def neighbour(D, x0, points, epsilon) :
    """
    Determina tutti i punti in points che distano da x0 per meno di epsilon
    (secondo la distanza D) e ne torna gli indici in points in una lista.
    """
    P = []
    for i in range(len(points)) :
        if D(x0, points[i]) < epsilon :
            P.append(i)
    return P

def dbscan(D, points, epsilon, delta) :
    """
    Calcola e torna dei cluster a partire dai punti [x1,...,xn] in R^N

    D = una funzione distanza fra i punti
    points = punti da clusterizzare
    epsilon = distanza al di sotto della quale due punti sono sicuramente
    nello stesso cluster
    delta = numero di punti minimo vicini (per meno di epsilon) a un
    punto dato in modo da non renderlo un noise point

    Torna una lista [c1, ..., ck] di liste di elementi che rappresentano
    i singoli cluster trovati (per mezzo dei loro indici nell'array points):
    ci e cj sono disgiunti ma non necessariamente l'unione dei ci esaurisce
    tutto il dataset points.
    """
    # Lista che conterra' i cluster
    clusters = []
    # visited[i] e' settato se points[i] e' stato visitato nel loop seguente
    visited = [False for i in range(len(points))]
    for i in range(len(points)) :
        if not visited[i] :
            visited[i] = True
            P = neighbour(D, points[i], points, epsilon)
            if len(P) >= delta :
                # Per ciascuno dei punti di P, se si tratta di un core point,
                # aggiunge a C tutti i punti del suo intorno; in ogni caso marca
                # ogni punto in P come visitato
                for j in P :
                    P1 = neighbour(D, points[j], points, epsilon)
                    if len(P1) >= delta :
                        # aggiunge tutti i punti in P1 a P
```

```

        for k in P1 :
            if k not in P :
                P.append(k)
                visited[k] = True
            # P = unione insiemistica di P e P1
            visited[j] = True
            # Crea un nuovo cluster che contiene tutti i punti nell'intorno
            # di points[i]
            assert len(P) > 1
            clusters.append(P)
    return clusters

# Calcola un po' di statistiche sulle distanze dei punti.

D = DM

dmin = 1e20
dmax = 0
dmean = 0

n = 0
for i in range(len(dati)) :
    for j in range(i, len(dati)) :
        n += 1
        d = D(dati[i], dati[j])
        dmean += d
        if d > dmax :
            dmax = d
        if d < dmin :
            dmin = d
dmean /= n

print "dmin_=", dmin
print "dmax_=", dmax
print "mean_=", dmean

ato_basilicata = dati.index([20, 10, 54991.67, 0.98, 10.43, 1.31, 0.11, 0.22, 0.5, 5.8
4, -0.59, -1.5, -1.37, 0.44])

# Esegue DBSCAN per diversi valori di epsilon e delta, calcolando a ogni passo
# gli indici di CH per cercare gli epsilon e delta ottimali

epsilon_opt = 0
delta_opt = 0
CH_opt = 0

epsilon_SIL_opt = 0
delta_SIL_opt = 0
SIL_opt = -1e20

dmin = 1
dmax = 3
step = .1

# Cerca la coppia epsilon-delta ottimale rispetto all'indice di Calinski-Harabasz
print "epsilon;_delta;_CH;_Silhouette"

```

```

epsilon = dmin
while epsilon <= dmax :
    for delta in range(2, 5) :
        print epsilon, ";", delta,
        clusters = dbscan(D, dati, epsilon, delta)
        CH = Calinski_Harabasz(D, dati, clusters)
        K = len(clusters)
        if K > 2 :
            print ";", CH,
            if CH_opt < CH :
                epsilon_opt = epsilon
                delta_opt = delta
                CH_opt = CH
        SIL = silhouette(DM, dati, clusters)
        print ";", SIL
        if K > 2 :
            if SIL > SIL_opt :
                SIL_opt = SIL
                epsilon_SIL_opt = epsilon
                delta_SIL_opt = delta
    epsilon += step

print "Utilizzando_CH_i_valori_ottimali_sono:_epsilon_=", epsilon_opt, ",_delta_=", delta_opt

clusters = dbscan(D, dati, epsilon_opt, delta_opt)

# Stampa il risultato

print
print "Risultano", len(clusters), "clusters:"

n = 0
for i in range(len(clusters)) :
    print "Cluster_{0}_{1}_elementi".format(i, len(clusters[i])),
    if ato_basilicata in clusters[i] :
        print "QUELLO_CHE_CONTIENE_L'ATO_DELLA_BASILICATA"
    else :
        print
    n += len(clusters[i])

print "{0}_noise_points".format(len(dati) - n)

print "Utilizzando_Silhouette_i_valori_ottimali_sono:_epsilon_=", epsilon_SIL_opt, ",_delta_=", delta_SIL_opt

clusters = dbscan(D, dati, epsilon_SIL_opt, delta_SIL_opt)
# Stampa il risultato

print
print "Risultano", len(clusters), "clusters:"

n = 0
for i in range(len(clusters)) :

```

```

print "Cluster_{0}_{1}_elementi".format(i, len(clusters[i])),
if ato_basilicata in clusters[i] :
    print "QUELLO_CHE_CONTIENE_L'ATO_DELLA_BASILICATA"
else :
    print
    n += len(clusters[i])

print "{0}_noise_points".format(len(dati) - n)

```

#### Listato 4: kmeans.py

```

# Classificazione con K-means

import math, random

from dati import dati, maha, N_coords, N_points, DL1, DL2, DM, Calinski_Harabasz, silhouette

def kmeans(N, D, k, points) :
    """
        Calcola e torna k cluster a partire dai punti [x1,...,xn] in R^N

        N = dimensione dello spazio ambiente
        D = una funzione distanza fra i punti
        k = numero di cluster richiesti
        points = punti da clusterizzare

        Torna una coppia [clusters, centroids] dove clusters e' una lista
        i cui elementi sono k liste ciascuna con gli indici degli elementi
        di un cluster, e centroids e' la lista dei centroidi
    """
    assert N > 0
    assert k > 0
    # Sceglie per iniziare k punti a caso da usare come centroidi.
    n_points = len(points)
    centroids = []
    clusters = [[] for i in range(k)] # k liste vuote
    for i in range(k) :
        # Sceglie un punto fra quelli non ancora usati
        while True :
            j = random.randint(0, n_points-1)
            if dati[j] not in centroids :
                break
        centroids.append(list(dati[j])) # copia i dati
    # Ora in centroids abbiamo gli indici dei punti iniziali
    again = True
    while again :
        # resetta i cluster
        clusters = [[] for i in range(k)] # k liste vuote
        # determina k cluster assegnando ogni punto al suo centroide piu' vicino
        for i in range(n_points) :
            # cerca il centroide piu' vicino
            nearest = 0
            dist = D(points[i], centroids[nearest])

```

```

        for j in range(1, k) :
            dist1 = D(points[i], centroids[j])
            if dist1 < dist :
                nearest = j
                dist = dist1
            # e colloca il punto nel cluster di quel centroide
            clusters[nearest].append(i)
        # ricalcola i centroidi
        again = False
        for i in range(k) :
            # calcola la media delle coordinate dei punti nel cluster i-esimo
            for j in range(N) :
                N_i = len(clusters[i])
                if N_i == 0 :
                    c = 0
                else :
                    c = math.fsum(points[clusters[i][l]][j] for l in range(N_i)) / N_i
                if c != centroids[i][j] :
                    # questa coordinata e' cambiata: itera il loop!!!
                    centroids[i][j] = c
                    again = True
            # il ciclo si ripete se almeno una coordinata e' stata cambiata
        return [clusters, centroids]

# Inizializza i dati

cluster_optimal = []
cluster_optimal_SIL = []
centroids_optimal = []
centroids_optimal_SIL = []

random.seed(0)

MEAN = [math.fsum([dati[i][j] for i in range(N_points)]) / N_points for j in range(N_c
ords)]

CH_opt = 0
K_opt = 3

SIL_opt = -1
K_SIL_opt = K_opt

# Esegue k-means per K=3, ..., 9 e calcola gli indici di CH per cercare il K
# ottimale K_opt

print "K;_CH;_Silhouette"
for K in range(K_opt, 100) :
    result = kmeans(N_coords, DM, K, dati)
    c = result[0]
    centroids = result[1]
    CH = Calinski_Harabasz(DM, dati, c)
    print K, ";", CH,
    if CH_opt < CH :
        K_opt = K
        CH_opt = CH
        cluster_optimal = c
        centroids_optimal = centroids

```

```

    SIL = silhouette(DM, dati, c)
    print ";", SIL
    if SIL > SIL_opt :
        SIL_opt = SIL
        K_SIL_opt = K
        cluster_optimal_SIL = c
        centroids_optimal_SIL = centroids

# Stampa il cluster

print
print "La_scelta_con_CH_e':_K_=", K_opt
print

K = K_opt

# Stampa su una riga il centroide e gli indici degli elementi del cluster.
for i in range(K) :
    print "Centroide:", centroids_optimal[i], "\n",
    for j in cluster_optimal[i] :
        print j, ";",
    print

print
print "La_scelta_con_Silhouette_e':_K_=", K_SIL_opt
print

K = K_SIL_opt

# Stampa su una riga il centroide e gli indici degli elementi del cluster.
for i in range(K) :
    print "Centroide:", centroids_optimal_SIL[i], "\n",
    for j in cluster_optimal_SIL[i] :
        print j, ";",
    print

```

### Listato 5: ga-py

```

# Algoritmo genetico per la clusterizzazione

import math
from random import randint, random, seed
from operator import itemgetter

from dati import dati, N_coords, N_points, DL1, DL2, DM, Calinski_Harabasz, silhouette

D = DM #DL2
F = silhouette #Calinski_Harabasz

seed(0)

N_iter = 1000      # max numero di iterazioni
N_sample = 50     # numero di individui in una popolazione

```

```

N_cluster = 3

P_cross = .7      # probabilita' che avvenga un crossover
P_mut = .1       # probabilita' che avvenga una mutazione

max_fitting = 1e20 * N_sample # fitting soddisfacente per far terminare l'algoritmo

# sample[i][j] e' l'indice del cluster (0,...,N_cluster-1) cui appartiene
# il j-esimo punto dell'i-esimo individuo della popolazione
sample = [[randint(0, N_cluster-
1) for i in range(N_points)] for j in range(N_sample)]

# sample_new e' usato per contenere temporaneamente una nuova popolazione
sample_new = list(sample)

# sample_best e' il migliore fra i sample trovati dall'algoritmo
sample_best = list(sample)
fitness_best = -1e20

# fitness[i][0] contiene il ranking dell'individuo fitness[i][1]-esimo della
# popolazione corrente
fitness = [[0,0] for i in range(N_sample)]
fitness_acc = [0 for i in range(N_sample)]

def choose(distr, used) :
    """
        Torna un elemento a caso secondo la distribuzione empirica distr
        used e' un array di flag, della stessa lunghezza di distr, che impedisce
        che un elemento per cui il flag e' vero sia selezionato
    """
    r = random()
    j = 0
    while distr[j] < r or used[j]:
        j += 1
        if j >= len(distr) :
            return 0
    used[j] = True      # cosi' non sara' selezionato al prossimo passo
    return j

print "Algoritmo_genetico:popolazione=", N_sample,
print ";_%crossover_=", P_cross,
print ";_%mutazioni_=", P_mut,
print ";_#iterazioni_=", N_iter,
print ";_#cluster_=", N_cluster
print "iter;fitness_avg;fitness_max"

try:
    for iter in range(N_iter) :
        print iter, ";",
        # Calcola le fitness della popolazione corrente
        fitness_sum = 0
        fitness_max = -1e20
        for i in range(N_sample) :
            # clusters[k] conterra' gli indici degli elementi del cluster k-esimo
            clusters = [[] for k in range(N_cluster)]
            for j in range(N_points) :

```

```

        clusters[sample[i][j]].append(j)
    fitness[i][0] = F(D, dati, clusters)
    fitness[i][1] = i
    fitness_sum += fitness[i][0]
    if fitness_max < fitness[i][0] :
        fitness_max = fitness[i][0]
print fitness_sum / N_sample, ";", fitness_max
if fitness_max >= max_fitting :
    break
# Normalizza le fitness
for i in range(N_sample) :
    fitness[i][0] /= fitness_sum
if fitness_max > fitness_best :
    sample_best = list(sample)
    fitness_best = fitness_max
# Ordina le fitness per valore in modo decrescente secondo fitness[][0]
fitness = sorted(fitness, key = itemgetter(0), reverse = True)
# Calcola le fitness cumulate e pone a False i flag used[] che saranno usati
# nel loop seguente per calcolare la fitness cumulata
fitness_acc[0] = fitness[0][0]
for i in range(1, N_sample) :
    fitness_acc[i] = fitness_acc[i-1] + fitness[i][0]
# Ora seleziona una percentuale di (1-P_cross) elementi dal sample iniziale
used = [False for i in range(N_sample)]
for i in range(int(N_sample * (1 - P_cross))) :
    sample_new[i] = list(sample[fitness[choose(fitness_acc, used)][1]])
# Ora seleziona una percentuale di P_cross coppie di elementi dal sample
# iniziale e le incrocia
used = [False for i in range(N_sample)]
i = int(N_sample * (1 - P_cross))
while i < N_sample - 1 :
    j1 = choose(fitness_acc, used)
    used[j1] = False
    j2 = choose(fitness_acc, used)
    used[j2] = False
    # sceglie il punto di cesura per il crossover
    cut = randint(0, N_points - 1)
    sample_new[i] = [sample[fitness[j1][1]][j] for j in range(cut)] + [sample[fitness[j2][1]][j] for j in range(cut, N_points)]
    sample_new[i+1] = [sample[fitness[j2][1]][j] for j in range(cut)] + [sample[fitness[j1][1]][j] for j in range(cut, N_points)]
    i += 2
# Provvede alle mutazioni
for j in range(int(N_sample * P_mut)) :
    # sceglie a caso un individuo e un suo gene da mutare
    i = randint(0, N_sample-1)
    g = randint(0, N_points-1)
    sample_new[i][g] = randint(0, N_cluster-1)
sample = sample_new
# Ora sceglie l'elemento migliore della popolazione come clusterizzazione
for i in range(N_sample) :
    # clusters[k] contiene gli indici degli elementi del cluster k-esimo
    clusters = [[] for k in range(N_cluster)]
    for j in range(N_points) :
        clusters[sample_best[i][j]].append(j)
    fitness[i][0] = F(D, dati, clusters)
    fitness[i][1] = i
except KeyboardInterrupt :

```



```

    print "Algoritmo_interrotto_dopo", iter, "iterazioni"

print fitness

# pone il miglior sample in cima alla lista
fitness = sorted(fitness, key = itemgetter(0), reverse = True)

print "Il_sample_migliore_possiede_fitness", fitness[0][0], "e_ha_i_seguenti", N_cluster,
"cluster:"
clusters = [[] for k in range(N_cluster)]
for j in range(N_points) :
    clusters[sample_best[fitness[0][1]][j]].append(j)
print clusters

```

**Tabella 20: Ripartizione delle aziende del campione con l'Algoritmo genetico: Cluster A**

A. E G. S.P.A.
A.S.M. CASTELLEONE SERVIZI S.P.A.
ABBANOVA S.P.A.
ACAM ACQUE S.P.A.
ACEA ATO 5 S.P.A.
ACQUE DEL CHIAMPO S.P.A.
ACQUE NORD SRL
ACQUE S.P.A.
ACQUE S.P.A.
ACQUE SUD S.R.L.
ACQUE TOSCANE S.P.A.
ACQUEDOTTI S.C.P.A.
ACQUEDOTTO DEL FIORA SOCIETA' PER AZIONI O IN FORMA ABBREVIATA ACQUEDO
ACQUEDOTTO SAN LAZZARO S.P.A. IN FORMA ABBREV
ACQUEDOTTO SOCIETA' COOPERATIVA NEPTUNIA SIUSI % TRINKWASSER-GENOSSENS
ADDA ACQUE S.P.A.
ALPI ACQUE SPA
ALTO VICENTINO SERVIZI S.P.A.
APES SERVIZI S.R.L.
AQUALIS S.P.A.
AUSINO - S.P.A. SERVIZI IDRICI INTEGRATI
AZGA NORD S.P.A.
AZIENDA CONSORTILE SERVIZI VAL D'ARDA
AZIENDA PER LA CAPTAZIONE E LA QUALIFICAZIONE ALL'USO DELL'ACQUA VALOR
AZIENDA PIOVESE GESTIONE ACQUE S.R.L. IN SIGLA APGA S.R.L.
AZIENDA SERVIZI INTEGRATI "COLLINE COMASCHE" S.P.A.
AZIENDA SERVIZI PUBBLICI SILE PIAVE IN FORMA ABBREVIATA " SILE PIAVE S"
BAS - SERVIZI IDRICI INTEGRATI S.P.A. IN FORMA ABBREV
C.A.D.F. - S.P.A.
CAFC S.P.A.
CAIBT SPA
CANTURINA SERVIZI TERRITORIALI - S.P.A.

CARNIACQUE S.P.A.
CENTRO VENETO SERVIZI S.P.A. CON SIGLA ( C.V.S. S.P.A.)
CIAB S.P.A.
CO.R.D.A.R. VALSESIA S.P.A.
COMUNITA' DEL BACINO DEL LAGO DI BOLSENA - CO.BA.L.B. - S.P.A.
CONSORZIO ACQUEDOTTISTICO MARSICANO S.P.A.
CONSORZIO ECOLOGICO PRENESTINO C.E.P.
CONSORZIO PER L'ACQUEDOTTO DEL MIGNONE
CONSORZIO PER L'ACQUEDOTTO DEL SIMBRIVIO
COOPERATIVA ACQUA POTABILE SAN MICHELE - APPIANO % TRINKWASSER-GENOSSE
ESERCIZIO E GESTIONE UNIFICATA DELLE ACQUE S.R.L.
G.A.I.A. S.P.A.
G.O.R.I. S.P.A. - GESTIONE OTTIMALE RISORSE IDRICHE
GE.SE.SA. - GESTIONE SERVIZI SANNIO S.P.A.
GESTIONE ESERCIZIO ACQUEDOTTI LUCCHESI S.P.A. OPPURE: "G.E.A."
MEDITERRANEA DELLE ACQUE SOCIETA' PER AZIONI
METROPOLITANA MILANESE S.P.A.URE
MONTAGNA 2000 S.P.A.
NUOVE ACQUE S.P.A.
POLESINE SERVIZI - S.P.A.
PRAGMA S.P.A.
PUBLIACQUA S.P.A.
S.I.A.V. S.R.L.
SALERNO SISTEMI S.P.A.
SIDRA S.P.A.
SOCIETA' ABRUZZESE PER SERVIZIO IDRICO INTEGRATO SPA - IN BREVE S.A.S.
SOCIETA' ACQUEDOTTI TIRRENI S.P.A.
TUTELA AMBIENTALE DEL SEBINO S.P.A.
UNDIS S.P.A.

**Tabella 21: Ripartizione delle aziende del campione con l'Algoritmo genetico: Cluster B**

A.C.A. S.P.A. IN HOUSE PROVIDING
A.R.I.N. - AZIENDA RISORSE IDRICHE DI NAPOLI S.P.A.
ACAOP S.P.A.
ACOSSET S.P.A.
ACQUALATINA S.P.A.
ACQUEDOTTO COOPERATIVA CASTELROTTO % TRINKWASSER-GENOSSENSCHAFT KASTEL
ACQUEDOTTO COOPERATIVA DI FIE' ALLO SCILIAR % TRINKWASSER-GENOSSENSCHA
ACQUEDOTTO DELLA PIANA S.P.A. SIGLABILE: A. P
ACQUEDOTTO DI BORGOMANERO, GOZZANO E UNITI S.P.A.
ACQUEDOTTO DRAGONE SERVIZI S.R.L.
ACQUEDOTTO LUCANO - S.P.A.
ACQUEDOTTO POIANA S.P.A.
ACQUEDOTTO VALTIGLIONE S.P.A. SIGLABILE A.V. S.P.A.
AIGA S.P.A.

ALTO CALORE SERVIZI S.P.A
AMAP S.P.A.
AMAT S.P.A.
AMIAQUE SRL
AQUA SEPRIO SERVIZI S.R.L.
AZIENDA CUNEESE DELL'ACQUA - SOCIETA' PER AZIONI SIGLABILE "A.C."
AZIENDA INTERCOMUNALE ACQUE OVEST TICINO S.R.L. SIGLABILE A.I.A. S.R.L
AZIENDA MULTISERVIZI AMERINO-NARNESE-A.M.A.N. S.C.P.A.
AZIENDA SERVIZI INTEGRATI LAMBRO S.P.A. IN FORMA ABBREVIATA "ASIL S.P."
CIIP CICLI INTEGRATI IMPIANTI PRIMARI S.P.A.
CISIAG S.P.A.
CONSORZIO DEI COMUNI PER L'ACQUEDOTTO DEL MONFERRATO
CONSORZIO PER L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DEI COMUNI DI SAN FERMO DELL
COOPERATIVA PER L'ACQUA POTABILE TERLANO % TRINKWASSER-GENOSSENSCHAFT
CORDAR S.P.A. BIELLA SERVIZI
GE.S.I. S.P.A.
GE.S.IDR.A. S.P.A. IN ACRONIMO GES
GRAN SASSO ACQUA S.P.A.
IDRA S.R.L.
IDRICA S.P.A.
IDRO-TIGULLIO S.P.A.
LUNIGIANA ACQUE S.P.A.
MEDIO CHIAMPO SPA
MONDO ACQUA SPA
R.I.A. RISANAMENTO IDRICO AMBIENTALE S.P.A.
RUZZO SERVIZI S.P.A.
S.I.I. - S.P.A. - SERVIZIO IDRICO INTEGRATO DEL BIELLESE E VERCELLESE
S.I.I. SOCIETA' CONSORTILE PER AZIONI
SARONNO SERVIZI S.P.A.
SERVIZI COMUNALI ASSOCIATI S.R.L.
SERVIZI INTEGRATI ACQUA S.P.A.
SERVIZI PUBBLICI VERBANESI - S.P.V. - S.R.L.
SICILIAQUE - S.P.A.
SIIT SERVIZI IDRICI INTEGRATI DELLA TUSCIA SPA
SISTEMA AMBIENTE S.R.L.
SO.GE.A.S. SPA SOCIETA' GESTIONE ACQUE SIRACUSA S.P.A.
SOCIETA' ACQUEDOTTO VALLE DEL LAMONE S.R.L. IN SIGLA SAVL
SOCIETA' METROPOLITANA ACQUE TORINO S.P.A. IN ALTERNATIVA
SOCIETA' MULTISERVIZI ALTA VALLE S.P.A.
SOCIETA' PER LA CONDOTTA DI ACQUA POTABILE IN ALPIGNANO SOCIETA' A RES
SOCIETA' PER L'ACQUEDOTTO DEL NERA S.P.A. - "S.A.N. S.P.A." -
TEA ACQUE S.R.L.
TENNACOLA S.P.A.
TUTELA AMBIENTALE SUD MILANESE - TASM S.P.A. IN FORMA ABBREVIATA TASM
VOLTANO S.P.A.

**Tabella 22: Ripartizione aziende del campione con l'Algoritmo Genetico: Cluster C**

A. E G. S.P.A.
A.S.M. CASTELLEONE SERVIZI S.P.A.
ABBANO S.P.A.
ACAM ACQUE S.P.A.
ACEA ATO 5 S.P.A.
ACQUE DEL CHIAMPO S.P.A.
ACQUE NORD SRL
ACQUE S.P.A.
ACQUE S.P.A.
ACQUE SUD S.R.L.
ACQUE TOSCANE S.P.A.
ACQUEDOTTI S.C.P.A.
ACQUEDOTTO DEL FIORA SOCIETA' PER AZIONI O IN FORMA ABBREVIATA ACQUEDO
ACQUEDOTTO SAN LAZZARO S.P.A. IN FORMA ABBREV
ACQUEDOTTO SOCIETA' COOPERATIVA NEPTUNIA SIUSI % TRINKWASSER-GENOSSENS
ADDA ACQUE S.P.A.
ALPI ACQUE SPA
ALTO VICENTINO SERVIZI S.P.A.
APES SERVIZI S.R.L.
AQUALIS S.P.A.
AUSINO - S.P.A. SERVIZI IDRICI INTEGRATI
AZGA NORD S.P.A.
AZIENDA CONSORTILE SERVIZI VAL D'ARDA
AZIENDA PER LA CAPTAZIONE E LA QUALIFICAZIONE ALL'USO DELL'ACQUA VALOR
AZIENDA PIOVESE GESTIONE ACQUE S.R.L. IN SIGLA APGA S.R.L.
AZIENDA SERVIZI INTEGRATI "COLLINE COMASCHE" S.P.A.
AZIENDA SERVIZI PUBBLICI SILE PIAVE IN FORMA ABBREVIATA " SILE PIAVE S"
BAS - SERVIZI IDRICI INTEGRATI S.P.A. IN FORMA ABBREV
C.A.D.F. - S.P.A.
CAFC S.P.A.
CAIBT SPA
CANTURINA SERVIZI TERRITORIALI - S.P.A.
CARNIACQUE S.P.A.
CENTRO VENETO SERVIZI S.P.A. CON SIGLA ( C.V.S. S.P.A.)
CIAB S.P.A.
CO.R.D.A.R. VALSESIA S.P.A.
COMUNITA' DEL BACINO DEL LAGO DI BOLSENA - CO.BA.L.B. - S.P.A.
CONSORZIO ACQUEDOTTISTICO MARSICANO S.P.A.
CONSORZIO ECOLOGICO PRENESTINO C.E.P.
CONSORZIO PER L'ACQUEDOTTO DEL MIGNONE
CONSORZIO PER L'ACQUEDOTTO DEL SIMBRIVIO
COOPERATIVA ACQUA POTABILE SAN MICHELE - APPIANO % TRINKWASSER-GENOSSE
ESERCIZIO E GESTIONE UNIFICATA DELLE ACQUE S.R.L.
G.A.I.A. S.P.A.
G.O.R.I. S.P.A. - GESTIONE OTTIMALE RISORSE IDRICHE

GE.SE.SA. - GESTIONE SERVIZI SANNIO S.P.A.
GESTIONE ESERCIZIO ACQUEDOTTI LUCCHESI S.P.A. OPPURE: "G.E.A."
MEDITERRANEA DELLE ACQUE SOCIETA' PER AZIONI
METROPOLITANA MILANESE S.P.A.URE
MONTAGNA 2000 S.P.A.
NUOVE ACQUE S.P.A.
POLESINE SERVIZI - S.P.A.
PRAGMA S.P.A.
PUBLIACQUA S.P.A.
S.I.A.V. S.R.L.
SALERNO SISTEMI S.P.A.
SIDRA S.P.A.
SOCIETA' ABRUZZESE PER SERVIZIO IDRICO INTEGRATO SPA - IN BREVE S.A.S.
SOCIETA' ACQUEDOTTI TIRRENI S.P.A.
TUTELA AMBIENTALE DEL SEBINO S.P.A.
UNDIS S.P.A.