

---

# Economia agro-alimentare / Food Economy

*An International Journal on Agricultural and Food Systems*

Vol. 22, Iss. 2, Art. 3, pp. 1-27 - ISSN 1126-1668 - ISSNe 1972-4802

DOI: 10.3280/ecag2-2020oa10409

---



## Politiche di gestione della risorsa idrica sotterranea a fini irrigui. Analisi delle preferenze degli agricoltori

Giacomo Giannoccaro<sup>a</sup>, Ruggiero Sardaro<sup>a</sup>, Rossella de Vito<sup>\*,a</sup>,  
Luigi Roselli<sup>a</sup>, Bernardo C. de Gennaro<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", Italy

---

### Abstract

---

#### **Policy instruments for irrigation groundwater management. An assessment of farmers' stated preferences**

The overexploitation of groundwater for irrigation purposes is a general problem affecting the management of common resources. The objective of this study was to analyze some of the policy options when facing this issue. A choice experiment was performed in order to elicit farmers' stated preferences for four policy instruments, namely i) implementation of a compulsory measurement system of groundwater extraction; ii) improved monitoring of rural areas in order to limit illegal access to groundwater; iii) reforming the groundwater tax system; iv) increasing the supply of reclaimed wastewater for irrigation. A survey was conducted in the Puglia region on a representative sample of 187 farmers, selected in the main hot-spot irrigated areas. A Random Parameter Logit Model was estimated using two covariates (i.e. size of irrigable farmland and farmers' awareness of groundwater shortage). Findings highlighted the farmers' preference for increasing the supply of water for irrigation (i.e. wastewater supply). Among the measures aiming to handle groundwater demand for irrigation, the respondents positively valued the enhancement of rural area monitoring to prevent illegal

### Article info

---

#### **Type:**

Article

#### **Submitted:**

15/11/2019

#### **Accepted:**

06/05/2020

---

#### **JEL codes:**

Q10, Q21, Q25

---

#### **Key words:**

Groundwater  
Irrigation  
Common pool  
Sustainability  
Choice experiment

\* *Corresponding author:* Rossella de Vito - Ph.D - Dipartimento di Scienze Agro Ambientali e Territoriali (DISAAT) Università degli studi di Bari "A. Moro" (Italia) Campus Universitario Ernesto Quagliariello, 70126 - Bari - e-mail: rossella.devito@uniba.it.

access, but they rejected a compulsory groundwater metering system. Finally, the methodological approach proved to be an effective tool to improve policy design, making the decision-making process more participatory.

---

## **1. Introduzione**

L'irrigazione nell'agricoltura del XXI secolo è diventata un fattore di produzione che caratterizza in misura crescente numerosi sistemi colturali. Infatti, nell'ultimo censimento generale dell'agricoltura (ISTAT, 2010), per la prima volta è stato rilevato un insieme di variabili strutturali in relazione alla pratica irrigua. In Italia, l'importanza dell'irrigazione è da ricondurre anche all'andamento delle precipitazioni piovose concentrato nel periodo autunno-invernale con una media annuale di piovosità di 942 mm, fra le più alte dei paesi del bacino del Mediterraneo.

In generale, la disponibilità di risorsa idrica nel Paese è abbondante, sebbene sussistano grandi differenze territoriali. La risorsa idrica disponibile deriva dall'ampio reticolo fluviale, dalle numerose sorgenti naturali e da una abbondante riserva sotterranea. Ciononostante, il territorio nazionale si caratterizza per la complessità della struttura idrologica, nella quale molte aree sono classificate a rischio. Negli ultimi anni, inoltre, l'aumento dei periodi di siccità ha messo in evidenza la vulnerabilità dell'agricoltura ai cambiamenti climatici, in particolare per i sistemi colturali irrigui. Per questi ultimi, gli impatti economici derivati dall'interruzione del servizio irriguo sono particolarmente rilevanti (Giannoccaro *et al.*, 2019; Dono & Mazzapicchio, 2010; Massarutto & Carli, 2009).

In Italia, grazie all'abbondante disponibilità idrica, il ricorso all'irrigazione è molto diffuso, anche se con una diversità territoriale che ricalca la disponibilità naturale della risorsa. Secondo i dati disponibili sulla rete rurale nazionale (RRN) la Valle d'Aosta è la regione italiana con la percentuale più alta di aziende che ricorrono all'irrigazione, mentre la Puglia e la Calabria sono le regioni con la percentuale più bassa. In termini di superficie irrigata, l'Italia è al secondo posto tra i Paesi dell'Unione Europea con una SAU irrigata pari a 2,4 milioni di ettari (ISTAT, 2010) seconda solo alla Spagna dove si contano circa 3 milioni di ettari.

L'approvvigionamento irriguo in Italia avviene da fonti superficiali (fiumi, laghi e sorgenti) ovvero da acquiferi sotterranei. I dati dell'ultimo censimento dell'agricoltura (ISTAT, 2010) riportano una netta prevalenza delle fonti superficiali, mentre circa il 35% dell'approvvigionamento idrico utilizzato a fini irrigui proviene da fonti sotterranee.

Tuttavia, rispetto al quadro nazionale, la regione Puglia si caratterizza per la netta prevalenza dell'approvvigionamento idrico sotterraneo, caso

probabilmente unico in Italia. Infine, mentre il dibattito sull'incremento della disponibilità di fonti non convenzionali (riuso irriguo delle acque reflue affinate oppure dissalazione) è cresciuto enormemente negli ultimi anni, l'effettivo utilizzo ai fini irrigui di tali fonti non convenzionali è ancora sporadico e limitato, in maniera omogenea su tutto il territorio nazionale.

A differenza di quanto è avvenuto per i grandi progetti di mobilitazione delle risorse idriche superficiali, dove l'erogazione del servizio idrico è sottoposta a un sistema di turnazione o controllo volumetrico (si pensi ai Consorzi di Bonifica e Irrigazione)<sup>1</sup>, lo sfruttamento delle risorse idriche sotterranee risulta di difficile gestione. Ciò è dovuto al fatto che il prelievo da fonte sotterranea avviene, pressoché ovunque, su iniziativa di un ampio numero di piccoli utilizzatori (sia pubblici che privati), attraverso un servizio in auto-provvigionamento direttamente all'interno dell'azienda o nelle sue prossimità, determinando una situazione che rende il monitoraggio e la regolamentazione particolarmente difficile. Inoltre, l'utilizzo delle risorse idriche sotterranee avviene grazie a tecnologie sempre più semplici e a basso costo, con costi d'investimento sostenuti dall'utilizzatore finale, piuttosto che dall'operatore pubblico. È opportuno ricordare che nello sfruttamento delle risorse a uso irriguo in auto-provvigionamento, tutti i costi per la ricerca, captazione, distribuzione della risorsa sono di natura privata, sostenuti interamente dagli agricoltori.

La scienza economica inserisce le risorse idriche sotterranee nella categoria dei "beni comuni" (Zucaro, 2014). Per tali beni una corretta definizione dei diritti di accesso e uso della risorsa in grado di garantire l'escludibilità è difficile e costosa. L'escludibilità è la possibilità fisica, tecnica, ma anche economica e giuridica, di impedire a qualcuno il godimento di un bene. Per le risorse idriche sotterranee l'escludibilità è limitata. Sebbene sia possibile definire dei diritti di accesso alla risorsa (per esempio un sistema di concessioni), è altamente costoso applicare un sistema di monitoraggio, controllo e sanzionatorio efficace. Nella fattispecie, l'accesso alla risorsa idrica sotterranea in Italia è regolamentato da un sistema di concessione d'uso. Tuttavia, la numerosità delle utenze agricole, sparse su un territorio vasto, rendono il controllo dell'accesso e dell'uso della risorsa molto costoso (Ursitti *et al.*, 2018). Ai problemi di costo, si aggiungono quelli derivanti dalla presenza di asimmetria informativa tra principale (controllore) e agente (controllato) (Viaggi *et al.*, 2010), ossia i problemi conseguenti a comportamenti opportunistici (*free-riding*) connessi alla gestione delle

1. In Italia, ricoprono un ruolo predominante i Consorzi di Bonifica e Irrigazione. L'ANBI (Associazione Nazionale Bonifica e Irrigazione) è l'associazione nazionale di afferenza dei Consorzi di Bonifica e Irrigazione, e rappresenta in termini di copertura territoriale, utenti serviti e volumi distribuiti il primo operatore nazionale di servizio irriguo (Zucaro INEA, 2011).

risorse comuni. È il tipico caso di coloro i quali pur non osservando un comportamento conforme alla normativa traggono beneficio dall'uso della risorsa (è il caso degli accessi abusivi alla falda).

Ma il problema più grave relativo a questa tipologia di beni è quello di un eccessivo sfruttamento delle risorse idriche sotterranee, noto come la “tragedia dei beni comuni” (Hardin, 1968). Questo fenomeno si determina quando gli utenti, perseguendo i propri interessi, ignorano gli effetti delle loro azioni sulla risorsa e su altri utenti. Infatti, nel caso specifico, quando una falda è sfruttata da un ampio numero di soggetti indipendenti, ciascun utilizzatore non è incentivato a conservare la risorsa, poiché non è certo che i risparmi individuali siano di personale ed esclusivo beneficio, potendo essere sfruttati anche da altri utilizzatori<sup>2</sup> (Giannoccaro *et al.*, 2017). Pertanto, si può anche affermare che ogni singolo utente qualora fosse consapevole delle conseguenze della sua azione sul sovra-sfruttamento della risorsa, non sarà disposto a ridurre il suo prelievo senza la certezza che il risparmio ottenuto sia a suo esclusivo vantaggio. La natura economica di un bene collettivo condiziona le modalità di gestione, le politiche e le misure atte a garantirne la sostenibilità nel lungo periodo.

Considerata la specificità delle risorse idriche a uso irriguo di origine sotterranea, questa ricerca si pone l'obiettivo di analizzare le politiche di gestione della risorsa idrica sotterranea a fini irrigui. L'analisi è condotta attraverso un esperimento di scelta su un campione di agricoltori della regione Puglia. Nello specifico l'analisi delle preferenze degli agricoltori rappresenta un elemento conoscitivo rilevante nella valutazione delle politiche di settore. Questo tipo di approccio è essenziale nel processo programmatico perché consente agli attori coinvolti di partecipare in modo trasparente alla formulazione delle politiche e rende maggiormente consapevoli i decisori pubblici delle scelte che devono operare.

Coerentemente con quanto previsto dagli aggiornamenti normativi nazionali (Decreto MIPAAF del 31 luglio 2015) e regionali (Regolamento n. 2 del 28 febbraio 2017 della Regione Puglia e Deliberazione della Giunta Regionale n. 976 del 20 giugno 2017) le politiche analizzate rispondono alla necessità di individuare misure di gestione della domanda irrigua. Per la gestione della domanda irrigua sono state analizzate: i) politica dei prezzi, veicolata attraverso l'incremento dei canoni di uso della risorsa idrica sotterranea; ii) politica del comando e controllo, implementata attraverso la misurazione volumetrica della risorsa sotterranea a uso irriguo e iii) politica del comando e controllo della conformità legale dell'accesso alla risorsa. Alle politiche di gestione della domanda si integra l'incremento dell'offerta di risorsa non convenzionale, al fine di evitare il sovra-sfruttamento della

2. In conseguenza della difficoltà e onerosità di una corretta definizione dei diritti di accesso e uso della risorsa in grado di garantire l'escludibilità.

falda e garantire la sostenibilità dei prelievi nel futuro: iv) incremento dell'offerta di risorsa non convenzionale valutando il potenziale utilizzo a fini irrigui dei reflui urbani affinati.

La scelta dell'agricoltura irrigua pugliese quale caso studio è motivata dalla sua specificità rispetto al contesto nazionale. Ciononostante, sia la metodologia adottata che le politiche analizzate possono trovare riscontro anche in altri contesti irrigui nei quali il servizio irriguo è in auto-provvigionamento da fonte sotterranea. D'altronde la necessità di quantificazione dei volumi irrigui indicata nel decreto MiPAAF (2015) è comune a tutte le Regioni e Province Autonome così come il principio del recupero dei costi della risorsa in ottemperanza a quanto stabilito dalla Direttiva Quadro sulle Acque (60/2000 UE).

## **2. La gestione delle risorse idriche sotterranee**

Per le acque sotterranee i diritti di proprietà sono usualmente dello Stato, il quale può rilasciare delle concessioni temporanee per il loro utilizzo a fini privati<sup>3</sup>. Lo Stato, attraverso le sue amministrazioni, può esercitare un ruolo diretto nella tutela quantitativa e qualitativa della risorsa, attraverso strumenti quali il controllo del numero di concessioni (accesso alla risorsa) e dell'entità degli emungimenti (uso della risorsa).

In Italia, il governo e la tutela dei corpi idrici sotterranei avvengono attraverso un modello di "controllo centralizzato" per il quale è definita un'autorità con poteri coercitivi a cui affidare le competenze di assegnazione, controllo, prescrizione e sanzione delle infrazioni (nella fattispecie le Regioni). Poca attenzione è stata posta finora sul costo della creazione e mantenimento di tale agenzia, oltre che sui costi e la mole d'informazioni necessarie per stabilire sanzioni adeguate, e sulle difficoltà nel controllo del livello di effettiva conformità alla legge da parte degli utenti. Un sistema di tipo concessorio, portato alle sue estreme conseguenze, può determinare situazioni distorte in merito alla possibilità di esercitare il diritto di accesso alla risorsa. Infatti, chi già possiede una concessione si trova in una posizione privilegiata rispetto a chi non ha ancora avuto modo di usufruire di tale diritto. Inoltre, forme troppo elaborate di controllo, in situazioni di elevata diffusione dei "punti da osservare" su un territorio vasto e con scarso personale a disposizione per una concreta procedura di verifica da parte della Pubblica Amministrazione, rischiano di essere poco efficaci, oppure vincolati a complicati e costosi sistemi di verifica (Ursitti *et al.*, 2018).

3. La proprietà formale è pubblica e pertanto il rapporto che viene a crearsi tra il privato e la P.A. è di tipo concessorio. Il diritto all'uso dell'acqua non è incluso nel diritto di proprietà del suolo che è sovrastante la falda acquifera.

L'articolo 9 della Direttiva Quadro Acque (60/2000) prevede l'individuazione di idonee politiche dei prezzi dell'acqua che incentivino un uso razionale della risorsa idrica, nonché un adeguato contributo al recupero dei costi dei servizi idrici a carico dei vari settori di impiego, tra cui l'agricoltura (Zucaro, 2014). Se è possibile affermare che nello sfruttamento delle risorse in auto-provvigionamento, tutti i costi sono di natura privata e sostenuti interamente dagli utilizzatori (es. la ricerca, captazione, distribuzione della risorsa), in condizioni di sovra-sfruttamento si avranno dei costi ambientali (impatti sugli eco-sistemi connessi) e un costo legato alla minore disponibilità di risorsa (nel caso degli acquiferi costieri comporta una minore disponibilità della risorsa di buona qualità).

Una delle opzioni di politica utilizzabile in questi casi è quella della applicazione di tariffe e/o tasse. In Europa, l'applicazione di tali strumenti di policy alle acque sotterranee è molto diversificato (Berbel *et al.*, 2019). In generale, mentre alcuni Stati Membri come Portogallo e Francia hanno recentemente introdotto sistemi di *pricing* per l'uso delle risorse sotterranee a fini irrigui, altri, come la Germania, hanno eliminato ogni tributo attribuendo scarsa efficacia agli strumenti economici nella gestione della domanda idrica a fini irrigui. Nel caso della Spagna, invece, non sono mai state implementate politiche di *pricing* per le acque sotterranee. Come già detto, l'accesso alla risorsa idrica in Italia è regolamentato da un sistema di concessione d'uso. Oltre ai costi d'istruttoria per la richiesta di autorizzazione alla ricerca e della successiva pratica di rilascio della concessione di derivazione e/o emungimento per l'utilizzazione (concessione d'uso), l'utenza è gravata di un canone d'uso della risorsa stabilito dal Regio Decreto (T.U. 1775/1933 Art.35.) e successivamente dalle leggi regionali emanate a partire dal 1994.

Infine, la sostenibilità degli acquiferi sotterranei dipende anche dall'incremento di offerta di risorsa idrica da fonti non convenzionali. In Italia, l'attenzione per il riuso in agricoltura delle acque reflue affinate è aumentata fortemente, sia in ambito scientifico che nel dibattito politico. Gli studi sul potenziale di risorsa disponibile per l'agricoltura in Europa (Pistocchi *et al.*, 2018) e anche in Puglia (Arborea *et al.*, 2017; Giannoccaro *et al.*, 2019) stimano che il volume potenziale della risorsa economicamente conveniente sia pari a circa il 10% della domanda irrigua attuale.

### 3. Materiali e Metodi

#### 3.1. L'area di studio: il servizio idrico irriguo in Puglia

La regione Puglia si estende per circa 20.000 km<sup>2</sup> ed è caratterizzata da una forte vocazione agricola. Con 63.909 aziende irrigue, pari al 23,5% del totale delle aziende censite e una superficie irrigata che ammonta a 238.545

ettari (ISTAT, 2010), l'irrigazione svolge un ruolo di primaria importanza per il settore agricolo pugliese. Un altro dato rilevante ai fini della comprensione delle potenzialità dell'agricoltura irrigua è l'insieme di aziende e superfici definite irrigabili<sup>4</sup>. In Puglia sono state censite al 2010 ben 87.463 aziende con superficie irrigabile e una superficie interessata di 374.534 ha. La discrepanza tra le superfici agricole effettivamente irrigate e quelle irrigabili (in media il 64% della superficie irrigabile è effettivamente irrigata) evidenzia la scarsità strutturale della disponibilità di risorsa idrica per l'irrigazione.

La specializzazione tecnico-economica dell'intera agricoltura regionale si riflette anche sul comparto irriguo. L'olivo, infatti, è la coltura irrigata più diffusa, seguita dalla vite, rispettivamente per un'estensione di 81.700 e 63.000 ettari. Queste due colture rappresentano il 61% della superficie irrigata pugliese. Al terzo posto troviamo gli ortaggi in pieno campo (pomodoro da industria, finocchio, broccolo, spinacio, sedano, carota, carciofo, asparago e vari tipi di insalata) che raggiungono circa 47 mila ettari. Queste tre tipologie colturali rappresentano complessivamente più dell'80% della superficie irrigata. La restante superficie è coltivata a fruttiferi (pesco, albicocco, ciliegio e agrumi).

Una peculiarità del comparto irriguo pugliese riguarda le colture ortive intercalari a ciclo breve (patata, lattuga, cavolo, cavolo broccolo, finocchio, ecc.), realizzate in successione sullo stesso appezzamento nel corso dell'anno. Queste coltivazioni sono rese possibili dalla disponibilità di risorsa irrigua e dal clima temperato. Alle colture intercalari si aggiungono le consociazioni di tipo arboreo-ortivo, in cui le colture ortive a ciclo breve sono praticate in consociazione con colture arboree.

Tuttavia, la disponibilità del servizio idrico ai fini irrigui è geograficamente differenziata e fortemente frammentata con notevoli differenze sia nella tipologia di approvvigionamento della risorsa, che nel costo per l'utenza. In particolare, due sono gli elementi che contraddistinguono il servizio idrico irriguo, come definite dal decreto MIPAAF del 31 luglio 2015: i) la distribuzione di tipo collettiva, caratterizzata da reti di distribuzione gestite da Enti irrigui, e ii) l'auto-approvvigionamento da fonti superficiali e/o sotterranee, caratterizzato da prelievi irrigui diretti, effettuati autonomamente dai singoli utenti mediante pozzi e/o prese dirette.

Rientrano nella distribuzione collettiva, le reti consortili gestite dai Consorzi di Bonifica e Irrigazione (Capitanata, Gargano, Stornara e Tara, Terre d'Apulia e Ugento Lì Foggia), le cui fonti di approvvigionamento sono sia superficiali (fiumi, laghi e dighe) che sotterranee. Alle reti consortili,

4. Superficie massima potenzialmente irrigabile nel corso dell'annata agraria di riferimento in base alla capacità degli impianti tecnici e alla quantità di acqua disponibile in condizioni di normalità.

si aggiungono le reti di distribuzione dell'ARIF (Agenzia Regionale per le attività Irrigue e Forestali) e le reti comunali di distribuzione delle acque approvvigionate dagli impianti di affinamento terziario per il riuso irriguo. In tabella 1 è riportato il dettaglio dell'organizzazione del servizio idrico pugliese in funzione della fonte di approvvigionamento.

Tab. 1 - Fonti idriche di approvvigionamento e organizzazione del servizio idrico; Fonte: nostre elaborazioni da AdBP (2015a)

Fonte idrica di approvvigionamento	Organizzazione del servizio idrico	
	Distribuzione collettiva	Auto-approvvigionamento
Superficiale (fiumi, laghi e sorgenti)	Consorzi di Bonifica di Capitanata, Stornara e Tara, Terre d'Apulia, Gargano, Ugento lì Foggi	Circa 1500 patiche censite nelle aree di amministrazione dei Consorzi di Capitanata, Gargano e Stornara e Tara. Quasi la totalità interessano la provincia di Foggia
Falda sotterranea	Consorzio di Bonifica di Ugento lì Foggi, Terre d'Apulia, Arneo, ARIF, rete comunale Fasano-Forcatelle	Utenze individuali con autorizzazione all'uso irriguo
Non convenzionale (in uso) (acque reflue affinate)	Consorzio di Bonifica Ugento lì Foggi, Fasano-Forcatelle e Ostuni	

Nel caso della distribuzione collettiva, sebbene più del 90% del territorio regionale ricada nelle aree amministrative degli enti irrigui, le aree attrezzate e in esercizio per l'irrigazione rappresentano meno del 13% del territorio, limitando drasticamente l'offerta del servizio irriguo collettivo.

Il servizio in auto-approvvigionamento da fonte sotterranea, invece, rappresenta la componente più importante dell'irrigazione pugliese (più del 60% del volume mediamente usato per l'irrigazione). Tuttavia, non mancano approvvigionamenti diretti da corsi d'acqua superficiale. Infine, è presente, anche se in misura molto limitata, l'approvvigionamento da fonti non convenzionali mediante l'uso di acque reflue affinate.

I pozzi per il prelievo in auto-approvvigionamento sono distribuiti su tutto il territorio regionale con una densità variabile in funzione di una serie di fattori incentivanti (assenza di reti collettive, inefficienza del servizio idrico collettivo, costo o facilità di trivellazione). Nelle aree in cui le acque

sotterranee sono la principale fonte di acqua dolce, le portate di prelievo superano le portate di ricarica naturale causando il continuo assorbimento della falda freatica, l'esaurimento dei pozzi, un aumento dei costi di emungimento e una grave intrusione di acqua marina negli acquiferi costieri (PTA Regione Puglia, 2015).

### *3.2. Disegno dell'indagine*

L'analisi delle preferenze degli agricoltori pugliesi relativamente alle politiche di gestione della risorsa idrica sotterranea destinata a scopi irrigui è stata condotta attraverso gli esperimenti di scelta (ES), uno dei metodi delle preferenze espresse. Agli operatori del settore primario è stato somministrato un questionario d'indagine che consta di tre sezioni. La prima ha consentito di raccogliere informazioni circa i caratteri strutturali e le pratiche agricole aziendali, con particolare riferimento agli aspetti quali-quantitativi della risorsa idrica utilizzata (qualità dell'acqua irrigua, volumi adoperati, periodi di somministrazione, tipo di emungimento, ecc.). La seconda sezione, invece, ha consentito di investigare le preferenze nei confronti di una serie di misure relative alla gestione delle acque sotterranee al fine di preservarne la qualità e la disponibilità, attuali e future. Infine, la terza sezione ha reso possibile la raccolta delle caratteristiche sociodemografiche degli intervistati.

Gli elementi teorici alla base degli ES risiedono nella *conjoint analysis* e nella teoria delle scelte discrete (Louviere & Woodworth, 1983; Train, 2009). Il metodo in prima battuta prevede l'individuazione di una serie di plausibili scenari ipotetici (alternative), ricavati da realistiche combinazioni di attributi e rispettivi livelli. Le alternative vengono quindi raggruppate in set di scelta, che vengono infine somministrati ai rispondenti in modo che questi ultimi, per ciascun set, possano scegliere l'alternativa più gradita, ossia quella in grado di generare la maggiore utilità relativa (Hensher, Rose & Greene, 2015).

Lo studio muove dalla constatazione che l'attuale livello di prelievo delle acque sotterranee non è sostenibile, essendo già evidenti i fenomeni di salinizzazione della falda negli acquiferi costieri, e che sono già manifeste le problematiche quantitative per gli acquiferi freatici (PTA Regione Puglia, 2015).

Pertanto, l'obiettivo dello studio consiste nella valutazione dei benefici associati ad alcune possibili politiche di intervento in materia di risorsa irrigua attraverso l'analisi delle preferenze degli agricoltori regionali, per una più oculata gestione della risorsa irrigua.

Attraverso due *focus group*, che hanno coinvolto sia agricoltori che tecnici ed esperti, sono state ricavate informazioni utili al fine di definire gli scenari ipotetici degli ES. Nello specifico, sono state considerate le seguenti misure di gestione (Tab. 2):

- misurazione dei volumi idrici prelevati da ciascuna utenza;
- aumento delle attività di sorveglianza e controllo sull'intero territorio regionale al fine di limitare l'accesso illegale alle acque sotterranee;
- riordino del canone di concessione d'uso in vigore;
- aumento della fornitura di acque reflue urbane affinate a fini irrigui.

Tab. 2 - Attributi e livelli utilizzati per la definizione degli scenari ipotetici

Attributi	Livelli
Misurazione volumetrica consumi irrigui	No, Sì
Aumento del controllo e della sorveglianza sul territorio	No, Sì
Canone d'uso della risorsa irrigua in auto-approvvigionamento (€/ettaro/anno)	11, 16, 21, 26, 31, 36
Aumento dell'offerta di acque reflue per uso irriguo	No, Sì

La scala del canone d'uso della risorsa irrigua è stata costruita partendo da un valore minimo pari a circa 11 €/ettaro/anno, corrispondente a quello medio attualmente sostenuto dagli agricoltori, fino ad un valore massimo più che triplicato (36 €/ettaro/anno).

Al fine di ridurre il numero di alternative generate da tutte le possibili combinazioni di attributi e livelli, è stato effettuato un disegno sperimentale *D-optimal*, opportunamente vincolato al fine di evitare combinazioni dominate. In particolare, 12 profili sono stati generati dalle 48 alternative possibili ( $2^3 \times 6^1$ ), oltre allo *status quo*. Quest'ultimo scenario non prevede l'implementazione di alcuna misura considerata, fatta eccezione per l'applicazione del valore massimo del canone, pari a 36 €/ettaro/anno. La scelta di associare il valore massimo del canone in assenza delle altre misure di gestione discende dalla necessità di ottemperare al principio di recupero del costo pieno per il servizio idrico. L'Italia e le Regioni, si sono impegnate a implementare misure adeguate di *pricing* capaci di recuperare tutti i costi, in linea con le prescrizioni delle norme in materia di condizionalità *ex-ante* del PSRN e PSR (Zucaro, 2014). Pertanto, in assenza delle altre misure ipotizzate, è verosimile attendersi un costo maggiore, soprattutto ambientale, e quindi un canone più elevato.

Quindi, sono stati costruiti quattro set di scelta, ognuno costituito da quattro alternative. In figura 1 è rappresentato un esempio di cartellino somministrato durante l'indagine agli agricoltori.

Fig. 1 - Esempio di set di scelta utilizzato nell'indagine

<b>Alternativa A</b>	<b>Alternativa B</b>	<b>Alternativa C</b>	<b>Alternativa D (Status quo – Aumento canone)</b>
Installazione misuratori <b>Sì</b>	Installazione misuratori <b>No</b>	Installazione misuratori <b>Sì</b>	Installazione misuratori <b>No</b>
Potenziamento offerta acque reflue <b>Sì</b>	Potenziamento offerta acque reflue <b>Sì</b>	Potenziamento offerta acque reflue <b>No</b>	Potenziamento offerta acque reflue <b>No</b>
Aumento controllo e sorveglianza <b>Sì</b>	Aumento controllo e sorveglianza <b>Sì</b>	Aumento controllo e sorveglianza <b>No</b>	Aumento controllo e sorveglianza <b>No</b>
Canone <b>11 €/ettaro/anno</b>	Canone <b>16 €/ettaro/anno</b>	Canone <b>26 €/ettaro/anno</b>	Canone <b>36 €/ettaro/anno</b>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Il questionario è stato pretestato su un campione casuale di 12 soggetti al fine di individuare, e quindi correggere, eventuali incoerenze interne e/o scarsa comprensibilità delle domande e degli scenari prospettati. In base a tale disegno dell'indagine sono state programmate 200 interviste *face-to-face* ad agricoltori regionali della durata di circa 45 minuti. La somministrazione è stata effettuata in 5 aree *hot-spot* (Tavoliere centro meridionale, Murgia e litorale barese, Arco ionico tarantino, litorale brindisino e Salento sud-occidentale) ad aziende opportunamente individuate mediante un piano di campionamento con l'intento di rappresentare le specificità dell'agricoltura irrigua pugliese. L'indagine campionaria si è svolta in un periodo di 4 mesi, tra novembre 2018 e febbraio 2019, ed è stata condotta da 5 intervistatori (uno per ciascuna delle aree hot-spot) preventivamente addestrati presso centri di assistenza agricola e studi professionali agronomici.

### 3.3. Il modello econometrico

Le basi teoriche degli ES risiedono nello schema concettuale di Lancaster (1966), secondo cui l'utilità che gli operatori agricoli traggono da una specifica politica è il risultato delle utilità derivati dalle singole caratteristiche della politica stessa. Pertanto, è possibile ipotizzare che i rispondenti scelgano uno specifico scenario in relazione alle singole caratteristiche che lo compongono. Inoltre, secondo la *Random Utility Theory* alla base dei modelli di utilità

stocastica (Thurstone, 1927), gli agricoltori esprimono le loro preferenze individuali al fine di massimizzare l'utilità sotto il vincolo del profitto d'impresa. Pertanto, le scelte sono connesse alla soluzione di un problema di massimizzazione dell'utilità ottenibile da un set di alternative disponibili. In tal caso, considerando un individuo  $n$  che sceglie l'alternativa in grado di garantire la maggiore utilità tra le  $J$  alternative possibili ad una determinata occasione di scelta  $t$ , la funzione di utilità è data dalla seguente espressione (Train, 2009):

$$U_{njt} = V_{njt} + e_{njt}, \quad n = 1, \dots, N; j = 1, \dots, J; t = 1, \dots, T \quad (1)$$

dove  $V_{njt}$  è la componente deterministica, mentre  $e_{njt}$  è quella casuale, indipendentemente ed identicamente Gumbel distribuita (IID). Dato un set finito di  $J$  alternative, il rispondente  $n$  effettua una serie di confronti a coppia tra le stesse, così da individuare l'alternativa che massimizza la sua utilità. In particolare, sarà preferita l'alternativa  $i$  alla  $j$  se  $U_{nit} > U_{njt}$ ,  $\forall j \neq i$ . Data la natura stocastica della funzione di utilità, il problema di massimizzazione può essere risolto in termini probabilistici. Pertanto, considerando un set di  $J$  alternative, la probabilità che un soggetto  $n$  scelga l'alternativa  $i$  è data da:

$$P_{nit} = Prob [(V_{nit} + \varepsilon_{nit}) > (V_{njt} + \varepsilon_{njt})] > 0, \forall j \neq i, \forall J \quad (2)$$

la cui stima può essere effettuata mediante un modello a scelta discreta implementato attraverso un esperimento di scelta (McFadden, 1986). Assumendo una funzione di utilità lineare nei parametri per la componente deterministica, l'espressione (1) può essere riformulata come:

$$U_{njt} = \beta_n x_{njt} + \varepsilon_{njt}, \quad n = 1, \dots, N; j = 1, \dots, J; t = 1, \dots, T \quad (3)$$

dove  $\beta_n$  è un vettore di  $K \times 1$  parametri da stimare e inerenti all'utilità, corrispondenti a  $K$  caratteristiche di scelta, mentre  $x_{njt}$  è il vettore  $K \times 1$  delle caratteristiche di scelta riguardanti l'alternativa  $j$  in corrispondenza dell'occasione di scelta  $t$  effettuata dall'individuo  $n$ . In genere, i rispondenti possono presentare atteggiamenti simili in presenza di diversi set di scelta, determinando fenomeni di correlazione e dunque la violazione dell'assunzione di indipendenza delle alternative irrilevanti (IIA). L'espressione (3), invece, prevede l'introduzione di un vettore di parametri  $\beta_n$  specifici per gli intervistati e che seguono una distribuzione  $g(\beta|\theta)$ , il cui vettore  $\theta$  indica media e varianza. Tale specificazione consente di rilassare la suddetta assunzione e di formulare il random parameter logit model (RPLM) così da catturare l'eterogeneità relativa a fattori non osservati, ma comuni a gruppi di rispondenti ed in grado di influenzare le scelte. La probabilità che un soggetto  $n$  scelga l'alternativa  $i$  all'occasione di scelta  $t$  è calcolata come (Train, 2009):

$$P_{nit} = \int \frac{\exp(V_{nit})}{\sum_j \exp(V_{njt})} f(\beta) d(\beta) \quad (4)$$

dove la distribuzione  $f(\cdot)$  dei parametri casuali  $\beta$  è specificata dal ricercatore. Poiché le estrazioni di Halton (1960) sono una efficiente alternativa a quelle casuali (Bhat, 2003), è stato adoperato il metodo di Halton a 1000 estrazioni. Inoltre, è stata utilizzata una distribuzione triangolare per la forma funzionale delle funzioni di densità dei parametri (Greene & Hensher, 2003). Avendo misurato uno degli attributi in termini monetari (prezzo), il tasso marginale di sostituzione derivante dal rapporto delle utilità tra ciascun attributo non monetario ed il prezzo rappresenta la stima della disponibilità a pagare (WTP), *ceteris paribus* (Louviere *et al.*, 2000; Carson & Louviere, 2010), pertanto:

$$WTP_k = - \frac{\beta_k}{\beta_p} \quad (5)$$

dove  $WTP_k$  è la disponibilità a pagare per l'attributo  $k$ ,  $b_k$  è il coefficiente stimato dell'attributo  $k$  e  $b_p$  è il coefficiente stimato per l'attributo relativo al prezzo. Gli intervalli di confidenza al 95% sono stati calcolati mediante il metodo proposto da Krinsky & Robb (1986), la WTP è stata stimata mediante il delta method ed i risultati del modello sono stati ottenuti mediante il software NLOGIT 5.

## 4. Risultati

### 4.1. Caratterizzazione del campione

L'indagine campionaria è stata condotta su tutta la regione Puglia e ha consentito la raccolta di 187 osservazioni valide. Nel campione ci sono aziende che hanno accesso alla risorsa idrica soltanto in auto-provvigionamento da falda sotterranea e aziende che possono contare sia sull'auto-provvigionamento che sul servizio irriguo collettivo.

Gli intervistati, responsabili della gestione aziendale, hanno un'età media di 51 anni e un livello d'istruzione medio (in prevalenza con diploma di scuola superiore). Circa il 79% delle aziende rilevate sono ditte individuali, di cui: più della metà sono condotte con salariati (53%); segue la conduzione diretta del coltivatore con l'ausilio di manodopera familiare (45%). Soltanto il 2% delle aziende intervistate sono condotte mediante il ricorso a conto terzi. Per il 72% degli agricoltori intervistati, l'agricoltura rappresenta l'unica fonte di reddito.

Il campione di aziende analizzato coltiva complessivamente una SAU irrigata pari a 4.028 ha (Tab. 3). L'indagine campionaria ha riguardato prevalentemente aziende di medio-grandi dimensioni poiché come risulta

evidente dal dato regionale (Tab. 3) sono quelle che gestiscono la maggior parte della superficie irrigata. Difatti, poco meno del 15% delle aziende in Puglia gestisce circa il 60% della superficie irrigata con una superficie media aziendale maggiore di 10 ha irrigui.

Tab. 3 - Superfici e aziende irrigue per classi di SAU irrigata

Classi di SAU irrigata	Campione*				Puglia**			
	Aziende		SAU irrigata		Aziende		SAU irrigata	
[ha]	N.	%	[ha]	[%]	N.	%	[ha]	[%]
0,00-4,99	43	22,99	89,49	2,22	46.965	73,49	56.891,66	23,85
5,00-9,99	39	20,86	280,44	6,96	7.831	12,25	36.427,80	15,27
10,00-19,99	38	20,32	546,27	13,56	4.827	7,55	42.370,90	17,76
20,00-49,99	47	25,13	1.365,55	33,90	3.158	4,94	51.293,35	21,50
>49,99	20	10,70	1.746,29	43,35	1.128	1,77	51.562,00	21,62
<b>Totale</b>	<b>187</b>	<b>100</b>	<b>4.028,00</b>	<b>100</b>	<b>63.909</b>	<b>100</b>	<b>238.545,71</b>	<b>100</b>

\* Fonte: Indagine diretta

\*\* Fonte: ISTAT (2010)

Il riparto irriguo è costituito in prevalenza dalle colture permanenti (principalmente vite e olivo) che rappresentano rispettivamente il 27% e il 26% della superficie irrigata (Tab. 4); seguono le orticole in pieno campo che occupano una superficie pari a circa il 21% di quella irrigata, gli agrumi e i fruttiferi che complessivamente occupano circa il 14% della superficie irrigata. Il confronto con il dato censuario (ISTAT, 2010) mette in evidenza che la ripartizione delle superfici irrigate per coltura rispecchia la distribuzione regionale. Tuttavia, un discostamento significativo si riscontra per l'olivo che è sotto rappresentato a vantaggio delle superfici coltivate ad agrumi.

Tab. 4 - Rappresentatività del campione

<b>Variabili strutturali:</b>	<b>Campione*</b>		<b>Puglia**</b>	
Superficie irrigata [ha]	4.028,00		238.545,71	
Aziende irrigue [N.]	187		63.909	
• Aziende con autoapprovvigionamento	153		n.d.	
• Aziende con autoapprovvigionamento e servizio collettivo	34		n.d.	
Volume irriguo medio unitario [m <sup>3</sup> /ha] <sup>1</sup>	1.842,00		2.600,00	
SAU irrigata aziende agricole (media) [ha]	21,54		3,73	
	<b>Campione*</b>		<b>Puglia**</b>	
<b>SAU delle colture irrigate:</b>	<b>[ha]</b>	<b>%</b>	<b>[ha]</b>	<b>%</b>
Oliveto	1.057,34	26,25	81.737,33	34,26
Vigneto	1.104,01	27,41	63.088,32	26,45
Ortive in pieno campo	862,05	21,40	46.925,35	19,67
Fruttiferi	244,52	6,07	12.230,90	5,13
Agrumi	310,17	7,70	7.948,54	3,33
Altre colture	449,91	11,17	26.615,28	11,16
<b>Totale</b>	<b>4.028,00</b>	<b>100</b>	<b>238.545,72</b>	<b>100,00</b>

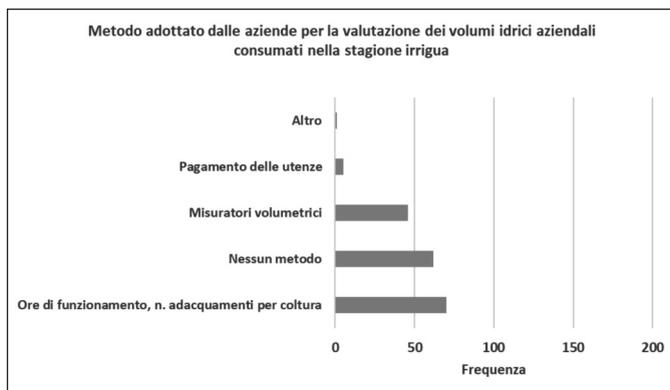
\* Fonte: Indagine diretta

\*\* Fonte: Censimento ISTAT (2010)

<sup>1</sup> Il dato è riferito alle sole 122 aziende che hanno restituito il volume irriguo del 2017

Il 65% del campione ha fornito l'indicazione dei volumi irrigui stagionali per la stagione irrigua 2017, riportando complessivamente un volume totale di circa 4,2 Mm<sup>3</sup>. Il volume unitario risulta essere di 1.842,0 m<sup>3</sup>/ha/anno, lievemente inferiore alla media regionale riportata per la stagione irrigua 2009/10 nel censimento generale (ISTAT, 2010). La misurazione volumetrica è presente solo in una percentuale minoritaria del campione (25% delle osservazioni), mentre la modalità più frequente di contabilità irrigua in azienda è di tipo indiretto (40% delle osservazioni); essa avviene attraverso il conteggio delle ore di funzionamento dell'impianto irriguo ovvero attraverso il conteggio degli adacquamenti medi stagionali (Fig. 2).

Fig. 2 - Metodo utilizzato per la valutazione dei volumi irrigui aziendali



Più generalizzata invece è la contabilità economica per l'irrigazione. I costi operativi del servizio in auto-approvvisionamento così come dichiarati dagli agricoltori, riportano una media di circa 371 €/ha, corrispondenti a 0,26 €/m<sup>3</sup>. La profondità media di presa dal pozzo è pari a circa 128 m mentre la potenza media delle pompe installate di circa 18 CV.

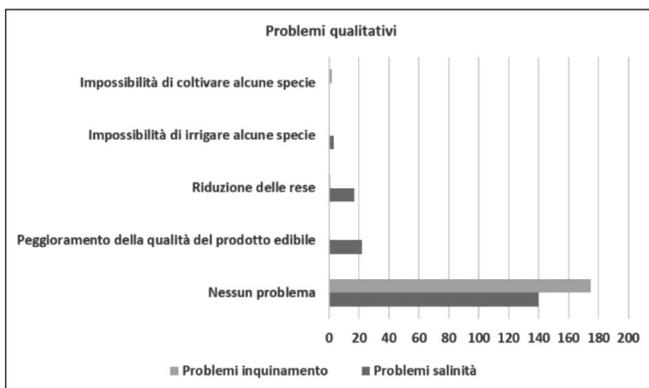
Tab. 5 - Costo di emungimento, Potenza delle pompe installate e Profondità del pozzo dichiarati dagli agricoltori

Variabile	Media	Dev. Standard
Costo emungimento [€/m <sup>3</sup> ]	0,26	0,18
Costo emungimento [€/ha]	371,59	288,21
Potenza pompa installata [CV]	18,60	19,11
Profondità del pozzo [m]	128,44	105,54

Fonte: Indagine diretta

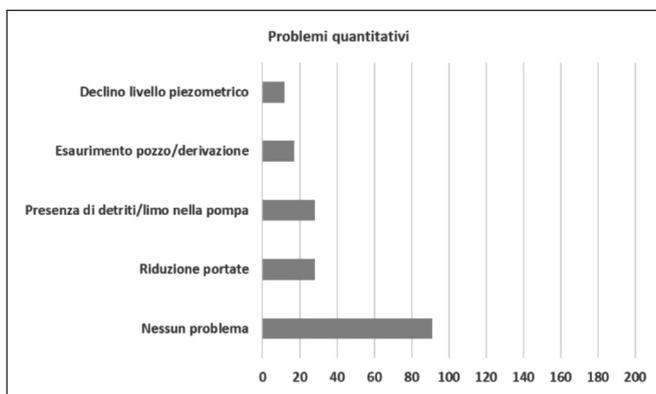
Con riferimento ai problemi qualitativi legati alla salinità (Fig. 3 - in grigio scuro) il 75% delle aziende intervistate ha dichiarato di non aver mai sperimentato problemi legati ad essa. Coloro che hanno già sperimentato le conseguenze dell'incremento di salinità, indicano in maniera quasi paritaria i problemi legati alla riduzione delle rese ovvero i problemi del peggioramento della qualità del prodotto edibile. Invece, per quel che riguarda i problemi qualitativi legati all'inquinamento (Fig. 3 - in grigio chiaro) delle acque destinate a scopi irrigui, il 94% delle aziende censite non ha mai sperimentato problemi.

Fig. 3 - Incidenza dei problemi qualitativi nell'utilizzo della risorsa idrica ai fini irrigui sperimentati dalle aziende campionate



Le criticità maggiori si riscontrano, invece, per i problemi quantitativi sperimentati dalle aziende (Fig. 4). Infatti, circa la metà del campione ha già sperimentato problemi quantitativi legati all'utilizzo di acque irrigue. In particolare, circa il 30% delle aziende ha sperimentato problemi legati alla riduzione delle portate e alla presenza di detriti nelle pompe. Il 10% ha sperimentato problemi dovuti all'esaurimento del pozzo e solo il 6% delle aziende ha avvertito problemi legati al declino del livello piezometrico.

Fig. 4 - Risultati dell'analisi dei dati relativi al tipo di problemi quantitativi legati all'utilizzo della risorsa idrica ai fini irrigui sperimentati dalle aziende campionate



## 4.2. Risultati del modello

I dati raccolti con l'indagine campionaria hanno consentito la valutazione delle preferenze degli agricoltori nei confronti delle quattro politiche di gestione delle acque sotterranee proposte nell'ES. In particolare, sulla base delle variabili definite in tabella 6, è stato stimato il modello Random Parameter Logit (RPLM) (Tab. 7).

Il modello stimato è statisticamente significativo (Chi<sup>2</sup> pari a 945,70, p-value inferiore 0,01) e mostra un buon adattamento ai dati (McFadden Pseudo-R<sup>2</sup> pari 0,45). Il coefficiente stimato della variabile monetaria CANONE\_ACQUA è negativo e statisticamente significativo. Il segno negativo del coefficiente conferma che, a parità di altre condizioni, ad un aumento del canone d'uso dell'acqua è associata una diminuzione dell'utilità dei rispondenti, e implica una minore probabilità di scelta. Anche il coefficiente della variabile Alternative Specific Costant (ASC) è negativo e statisticamente significativo, confermando la bontà dell'esperimento di scelta proposto ovvero un buon livello di accettazione da parte degli intervistati delle alternative proposte diverse dall'alternativa 4 presente in ciascun cartellino (canone massimo).

I coefficienti medi stimati per le altre variabili del modello consentono una valutazione delle preferenze degli agricoltori per le politiche di gestione della risorsa irrigua. In particolare, il coefficiente della variabile ACQUE\_REFLUE, concernente l'aumento dell'offerta di acque reflue per uso irriguo, è statisticamente significativo ed ha un valore positivo e più alto rispetto a tutte le altre politiche di gestione considerate. Questo risultato indica l'interesse degli agricoltori per questa fonte di approvvigionamento, che, pertanto, può essere considerata una risorsa utile ad incrementare la disponibilità di acqua per finalità irrigue. I risultati ottenuti in questa ricerca differiscono da quelli di alcune ricerche condotte in precedenza nell'area di studio (Saliba et al., 2018) nelle quali sebbene l'accettabilità degli agricoltori per l'utilizzo delle acque reflue affinate sia alta, in effetti la loro disponibilità a pagare è sempre inferiore al valore della tariffa per il servizio idrico convenzionale. La maggiore disponibilità a pagare rilevata in questo studio potrebbe essere ricondotta al disegno sperimentale il quale contempla l'interazione dell'incremento dell'offerta di acque reflue affinate con altre misure di gestione della domanda.

Anche per la variabile CONTROLLO\_TERRITORIO, riguardante l'aumento del controllo degli accessi alla risorsa e della sorveglianza nelle aree rurali, il coefficiente stimato è positivo e statisticamente significativo. Questi risultati sono in linea con quanto riscontrato in un'area di produzione di uva da tavola nella provincia di Bari da Sardaro et al. (2018).

Per quanto riguarda la variabile MISURAZIONE, invece, il coefficiente stimato è negativo e statisticamente significativo. Ciò implica che gli agricoltori

Tab. 6 - Variabili utilizzate nel modello

Variabile	Descrizione
<i>Politiche di gestione</i>	
MISURAZIONE	1 sistema obbligatorio di misurazione dei prelievi idrici, 0 altrimenti
ACQUE_REFLUE	1 aumento dell'offerta di acque reflue, 0 altrimenti
CONTROLLO_TERRITORIO	1 aumento del controllo e della sorveglianza nelle aree rurali, 0 altrimenti
CANONE_ACQUA	canone pagato dagli agricoltori per l'uso dell'acqua prelevata dal sottosuolo (€/ettaro/anno)
<i>Covariate</i>	
SAU_IRRIGABILE	Superficie Agricola Utilizzata irrigabile (ettari)
PROBLEMI_QUANTITÀ	1 se gli agricoltori hanno sperimentato in passato problemi di disponibilità di acqua per finalità irrigue, 0 altrimenti

Tab. 7 - Risultati della stima del modello RPL con le covariate; Nota: \*\*\*, \*\*, \* ⇒ Significatività del 1%, 5%, 10%

	Coefficiente (errore standard)	Dev. standard (errore standard)
<i>Parametri casuali</i>		
MISURAZIONE	-0,42458*** (0,15164)	0,06849 (1,12613)
ACQUE_REFLUE	2,21683*** (0,57880)	31,5043*** (4,66053)
CONTROLLO_TERRITORIO	1,34807*** (0,41762)	7,30880*** (1,70053)
CANONE_ACQUA	-,09435*** (0,01860)	1,85101*** (0,22929)
<i>Parametri non casuali</i>		
ASC	-1,21628** (0,47549)	-

N. di osservazioni: 748 (187 rispondenti)

Funzione di verosimiglianza logaritmica: -569,65

Chi<sup>2</sup>: 945,70

Significatività: < 0,0001

McFadden Pseudo-R<sup>2</sup>: 0,45

intervistati hanno una sostanziale avversione alla predisposizione di un sistema di misurazione puntuale dei prelievi idrici.

I valori medi dei coefficienti stimati, se interpretati unitamente ai valori di deviazione standard, indicano che le preferenze degli intervistati sono piuttosto omogenee nel caso della variabile MISURAZIONE, mentre vi è una elevata eterogeneità per quanto concerne le variabili CONTROLLO\_TERRITORIO e soprattutto per la variabile ACQUE\_REFLUE.

L'eterogeneità delle preferenze dei rispondenti per le diverse politiche di gestione è in parte spiegata dalle covariate utilizzate nel modello stimato. In Tabella 8 sono riportati gli effetti delle variabili SAU\_IRRIGABILE e PROBLEMI\_QUANTITÀ sui coefficienti medi stimati delle diverse politiche di gestione. Entrambe le covariate hanno effetti negativi sul coefficiente della variabile MISURAZIONE e sul coefficiente della variabile CONTROLLO\_TERRITORIO, mentre hanno effetti positivi sul coefficiente della variabile ACQUE\_REFLUE e sul coefficiente della variabile CANONE\_ACQUA. Gli effetti stimati indicano che all'aumentare della superficie irrigabile dell'azienda agricola si riduce l'apprezzamento del rispondente per un sistema obbligatorio di misurazione dei prelievi idrici e si riduce la preferenza per l'aumento del controllo e della sorveglianza nelle aree rurali. Viceversa, all'aumentare della superficie irrigabile aumenta l'utilità dei rispondenti associata ad un aumento dell'offerta di acque reflue e vi è una maggiore disponibilità a pagare un canone d'uso dell'acqua prelevata dal sottosuolo.

Per quanto riguarda la variabile PROBLEMI\_QUANTITÀ, gli effetti stimati mostrano che gli agricoltori che hanno sperimentato in passato problemi di disponibilità di acqua per finalità irrigue sono meno propensi ad accettare un sistema obbligatorio di misurazione dei prelievi idrici e mostrano un minore

Tab. 8 - Eterogeneità dei coefficienti (Politiche di gestione: Covariate); Nota: \*\*\*, \*\*, \* ⇒ Significatività del 1%, 5%, 10%. In parentesi sono riportati gli errori standard

Politiche di gestione	Covariate	
	SAU_IRRIGABILE	PROBLEMI_QUANTITÀ
MISURAZIONE	-0,00312** (0,00129)	-0,42470** (0,16589)
ACQUE_REFLUE	0,03422*** (0,01145)	7,19357*** (1,77814)
CONTROLLO_TERRITORIO	-0,00495** (0,00220)	-2,57651*** (0,66492)
CANONE_ACQUA	0,00320*** (0,00084)	0,48451*** (0,11937)

apprezzamento per un aumento del controllo e della sorveglianza nelle aree rurali. Questi agricoltori riconoscono, invece, una maggiore utilità all'aumento dell'offerta di acque reflue e mostrano una maggiore disponibilità a pagare un canone d'uso dell'acqua prelevata dal sottosuolo.

Ulteriori valutazioni emergono se si analizzano le relazioni tra le diverse politiche di gestione della risorsa irrigua considerate (Tabella 9). In particolare, vi è una correlazione significativa e sempre positiva tra ACQUE\_REFLUE e le politiche di gestione della domanda, nella fattispecie il controllo degli accessi, la misurazione puntuale dei prelievi e la politica di riordino dei canoni d'uso. Vi è invece una correlazione significativa e negativa tra le politiche di gestione della domanda.

Tab. 9 - Matrice di correlazione tra i coefficienti del modello RPL stimato; Nota: \*\*\*, \*\*, \* ⇒ Significatività del 1%, 5%, 10%

	MISURAZIONE	ACQUE_ REFLUE	CONTROLLO_ TERRITORIO	CANONE_ ACQUA
MISURAZIONE	–			
ACQUE_REFLUE	0,13**	–		
CONTROLLO_TERRITORIO	–0,19***	13,75***	–	
CANONE_ACQUA	–0,03***	14,93***	–12,68***	–

Una valutazione quantitativa dell'importanza di ciascuna delle politiche di gestione analizzate è fornita dalla stima della Willingness To Pay (WTP) per ciascun degli attributi considerati (Tabella 10). Il valore medio più alto della WTP è associato all'attributo ACQUE\_REFLUE, seguito dall'attributo CONTROLLO\_TERRITORIO, mentre l'attributo MISURAZIONE mostra una WTP negativa. I valori stimati per ciascuna politica rappresentano il valore del beneficio economico che gli intervistati traggono da ciascuna delle misure analizzate. Questi risultati confermano che vi è, in media, un buon apprezzamento degli agricoltori intervistati per il controllo degli accessi alla risorsa e l'aumento dell'offerta di acque reflue affinate. Allo stesso tempo, i risultati del modello segnalano una generale e significativa perdita economica in conseguenza della misurazione sistematica dei prelievi idrici in auto-provvigionamento da falda.

Tab. 10 - Disponibilità a pagare per le politiche di gestione (€/ettaro/anno); Nota: \*\*\*, \*\*, \* ⇒ Significatività del 1%, 5%, 10%

	<b>WTP (errore standard)</b>
MISURAZIONE	-4,50005*** (1,18734)
ACQUE_REFLUE	23,49581*** (3,02781)
CONTROLLO_TERRITORIO	14,28797** (5,87982)

## 5. Conclusioni

In questa ricerca è stato condotto un esperimento di scelta su un campione di aziende irrigue della regione Puglia. L'indagine aveva l'obiettivo di elicitarle le preferenze degli agricoltori pugliesi per alcune politiche di intervento volte a migliorare lo stato degli acquiferi sotterranei e rendere l'emungimento irriguo sostenibile nel lungo termine. Le politiche analizzate fanno riferimento alle misure che l'amministrazione Regionale ha avviato negli ultimi anni finalizzate all'incremento della risorsa idrica non convenzionale insieme alle iniziative in fase di implementazione per la gestione della domanda.

Dall'analisi del campione emerge una situazione abbastanza diffusa di problematicità, soprattutto di carattere quantitativo, dello sfruttamento della falda sotterranea. Meno diffusa è la consapevolezza del peggioramento qualitativo della risorsa irrigua da fonte sotterranea, specificatamente in termini di incremento di salinità. Come hanno fatto notare Giannoccaro *et al.* (2017), sebbene in Puglia sia in atto un processo antropico di salinizzazione della falda, tale processo avviene ad una velocità e con una progressione molto gradualmente, da rendere impercettibili agli agricoltori le sue conseguenze.

Le preferenze degli agricoltori riguardo le politiche analizzate mostrano una chiara preferenza per le misure di incremento dell'offerta di risorsa a uso irriguo, nello specifico della risorsa proveniente dall'affinamento dei reflui urbani. Tra le misure di contenimento della domanda, l'unica misura alla quale gli intervistati associano un beneficio economico è il controllo degli accessi alla risorsa, insieme a una maggiore sorveglianza sul territorio. Tuttavia, l'analisi econometrica ha evidenziato un'ampia eterogeneità delle preferenze all'interno del campione intervistato, in particolare per queste ultime due politiche. In dettaglio, le aziende con una maggiore superficie irrigabile preferiscono molto di più l'incremento dell'offerta di risorsa non

convenzionale piuttosto che il controllo sul territorio degli accessi alla risorsa. Le stesse preferenze sono espresse da coloro che hanno già sperimentato le conseguenze in termini quantitativi del sovra-sfruttamento degli acquiferi. Al contrario, le preferenze degli agricoltori campionati sono omogenee riguardo al rifiuto della misurazione puntuale e sistematica degli emungimenti.

In generale, l'accettabilità dei reflui urbani affinati per l'irrigazione in Puglia è risultata molto buona anche in altri studi condotti in precedenza. Tuttavia, la disponibilità a pagare da parte degli agricoltori per le acque reflue è risultata essere minore rispetto a quella per le risorse irrigue convenzionali (Saliba *et al.*, 2018). In questa indagine, invece, emerge un beneficio associato dagli agricoltori all'incremento di risorsa non convenzionale insieme alla disponibilità a pagare un supplemento rispetto al canone d'uso attualmente in vigore. Questo risultato è riconducibile all'interazione tra le politiche esaminate. Infatti, l'analisi della matrice di correlazione delle politiche ha messo in evidenza la relazione diretta tra le politiche di gestione della domanda e l'incremento dell'offerta di acque reflue affinate. Da ciò si evince l'importanza dell'approccio multiplo nelle politiche di settore, dove finora gli interventi spot e le soluzioni dominanti hanno spesso contraddistinto l'intervento pubblico.

Inoltre, sebbene l'approccio metodologico basato sull'analisi delle preferenze espresse prenda in considerazione solo il punto di vista dell'agricoltore, esso si è dimostrato uno strumento valido in chiave programmatoria. Infatti, è in grado di facilitare l'ingegnerizzazione delle politiche di settore, garantendo una maggiore efficacia e accettabilità delle stesse, rendendo il processo decisionale più partecipato. Infine, proprio con l'intento di rendere il processo decisionale maggiormente partecipativo, le prospettive future di questo lavoro si pongono come obiettivo ultimo il coinvolgimento degli altri attori interessati al problema del sovra-sfruttamento della risorsa sotterranea.

## **Ringraziamenti**

Questa ricerca è stata svolta nell'ambito del progetto "Economia delle risorse irrigue in Puglia" CUPB37G17000030007, finanziato dalla Regione Puglia. I fondi non coprono i costi di pubblicazione ad accesso libero. Ringraziamo i due revisori anonimi per i loro preziosi commenti.

## **References**

Arborea, S., Giannoccaro, G., de Gennaro, B.C., Iacobellis, V. & Piccinni, A.F. (2017). Cost-benefit analysis of wastewater reuse in Puglia, Southern Italy. *Water* (Switzerland), 9(3), 1-17, doi: 10.3390/w9030175.

- Berbel, J., Borrego-Marin, M. M., Exposito, A., Giannoccaro, G., Montilla-Lopez, N.M. & Roseta-Palma, C. (2019). Analysis of irrigation water tariffs and taxes in Europe. *Water Policy*, 21(4), 806-825, doi: 10.2166/wp.2019.197.
- Bhat, C.R. (2003). Simulation estimation of mixed discrete choice models using randomized and scrambled Halton sequences. *Transportation Research Part B: Methodological*, 37(9), 837-855, doi: 10.1016/S0191-2615(02)00090-5.
- Carson, R., Louviere, J.J. (2010). Experimental design and the estimation of willingness to pay in choice experiments for health policy evaluation. *Applied Methods of Cost-Benefit Analysis in Health Care* 1, 185-210.
- Decreto Ministeriale MiPAAF del 31 luglio 2015, recante l'“Approvazione delle linee guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo”. MiPAAF.
- Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/EC. European Union. Water Framework Directive (2000/60/EC). Water Framework Directive, 2000.
- Dono, G. & Mazzapicchio, G. (2010). L'impatto economico dei cambiamenti climatici sulla disponibilità di acqua irrigua in un'area del Mediterraneo. *Economia delle fonti di energia e dell'ambiente*, doi: 10.3280/EFE2010-001010.
- Giannoccaro G., Casieri A., de Vito R., Z.D. & P.I. (2019). Impatti economici dell'interruzione del servizio irriguo consortile nell'area della Capitanata (Puglia). Stima empirica per il pomodoro da industria nel periodo 2001-2016. *Aestimum*, in press.
- Giannoccaro, G., Arborea, S., de Gennaro, B.C., Iacobellis, V. & Piccinni, A. F. (2019). Assessing Reclaimed Urban Wastewater for Reuse in Agriculture: Technical and Economic Concerns for Mediterranean Regions. *Water*, 11(7), 1511, doi: 10.3390/w11071511.
- Giannoccaro, G., Scardigno, A. & Prospero, M. (2017). Economic analysis of the long-term effects of groundwater salinity: bringing the farmer's perspectives into policy. *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 14(1), 59-72, doi: 10.1080/1943815X.2017.1351993.
- Greene, W.H. & Hensher, D.A. (2003). A latent class model for discrete choice analysis: contrasts with mixed logit. *Transportation Research Part B: Methodological*, 37(8), 681-698, doi: 10.1016/S0191-2615(02)00046-2.
- Halton, J.H. (1960). On the efficiency of certain quasi-random sequences of points in evaluating multi-dimensional integrals. *Numerische Mathematik*, 2(1), 84-90, doi: 10.1007/BF01386213.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. The population problem has no technical solution; it requires a fundamental extension in morality. *Science* (New York, N.Y.), 162(3859), 1243-1248, doi: 10.1126/SCIENCE.162.3859.1243.
- Hensher, D.A., Rose, J.M. & Greene, W.H. (2015). *Applied choice analysis: a primer*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ISTAT (2010). 6° Censimento Generale dell'Agricoltura utilizzo della risorsa idrica a fini irrigui in agricoltura. -- Retrieved from [www.istat.it/it/files/2014/11/Utilizzo\\_risorsa\\_idrica.pdf](http://www.istat.it/it/files/2014/11/Utilizzo_risorsa_idrica.pdf).
- Krinsky, I. & Robb, A.L. (1986). On Approximating the Statistical Properties of Elasticities. *The Review of Economics and Statistics*, 68(4), 715, doi: 10.2307/1924536.
- Lancaster, K.J. (1966). A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, 74(2), 132-157, doi: 10.1086/259131.

- Louviere, J.J. & Woodworth, G. (1983). Design and Analysis of Simulated Consumer Choice or Allocation Experiments: An Approach Based on Aggregate Data. *Journal of Marketing Research*, 20(4), 350-367, doi: 10.1177/002224378302000403.
- Louviere, J.J., Hensher, D.A., Swait, J. (2000). *Stated choice methods: Analysis and application*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Massarutto, A. & Carli, A. de. (2009). *I costi economici della siccità: il caso del Po. Economia delle fonti di energia e dell'ambiente*, doi: 10.3280/EFE2009-002008.
- McFadden, D. (1986). The Choice Theory Approach to Market Research. *Marketing Science*, 5(4), 275-297, doi: 10.1287/mksc.5.4.275.
- Pistocchi, A., Aloe, A., Dorati, C., Alcalde Sanz, L., Bouraoui, F., Gawlik, B., ... Vigiak, O. (2018). *The potential of water reuse for agricultural irrigation in the EU a hydro-economic analysis*, doi: 10.2760/263713.
- PTA Regione Puglia. (2015). Aggiornamento Piano di Tutela del Acque.
- Regolamento Regionale, 28 febbraio 2017 n. 2, intitolato "Disciplina delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo ai sensi del D.M. MiPAAF 31 luglio 2015". Regione Puglia.
- RRN. Rete rurale Nazionale. -- Retrieved from [www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/19543](http://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/19543).
- Saliba, R., Callieris, R., D'Agostino, D., Roma, R., Scardigno, A. (2018). *Stakeholders' attitude towards the reuse of treated wastewater for irrigation in Mediterranean agriculture*, doi: 10.1016/j.agwat.2018.03.036.
- Sardaro, R., Bozzo, F. & Fucilli, V. (2018). The choice experiment and the stochastic profit frontier: a methodological approach for groundwater preservation policies. *Aestimum*, 81-107.
- Thurstone, L.L. (1927). A law of comparative judgment. *Psychological Review*, 34(4), 273-286, doi: 10.1037/h0070288.
- Train, K. (2009). *Discrete choice methods with simulation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ursitti, A., Giannoccaro, G., Prospero, M., De Meo, E. & de Gennaro, B. (2018). The Magnitude and Cost of Groundwater Metering and Control in Agriculture. *Water*, 10(3), 344, doi: 10.3390/w10030344.
- Viaggi, D., Raggi, M., Bartolini, F. & Gallerani, V. (2010). Designing contracts for irrigation water under asymmetric information: Are simple pricing mechanisms enough? *Agricultural Water Management*, 97(9), 1326-1332, doi: 10.1016/J.AGWAT.2010.03.014.
- Zucaro, R., Pontrandolfi, A., Dodaro, G.M., Gallinoni, C., Pacicco, C.L. & Vollaro, M. (2011). *Atlante nazionale dell'irrigazione*. INEA.
- Zucaro, R. (2014). *Condizionalità Ex-Ante Per Le Risorse Idriche. Opportunità e Vincoli per il mondo agricolo*. INEA.

**Giacomo Giannoccaro**

Department of Agricultural and Environmental Sciences, University of Bari “Aldo Moro”, Italy

Via Giovanni Amendola, 165/A - 70126 Bari, Italy

E-mail: giacomo.giannoccaro@uniba.it

He is associate professor in agricultural economics at the Department of Agricultural and Environmental Science of the University of Bari “Aldo Moro”. He is graduated in Agricultural Sciences and Technologies and held a Ph.D. with dissertation on the impacts of water pricing policies in agriculture. Current scientific interests concern water management, analysis of environmental and agricultural policies, and circular economy. He exhibits long experience in water economics in Italy and in other EU countries, notably in Spain.

**Ruggiero Sardaro**

Department of Economics, University of Foggia, Italy

Largo Papa Giovanni Paolo II, 1 - 71121 Foggia (IT)

E-mail: ruggierosardaro@gmail.com

He is Research Fellow at the Department of Economics, University of Foggia. He graduated in Agricultural Engineering and obtained his PhD degree on a thesis concerning the monetary valuation of agricultural landscape. His main research fields include Environmental Economics and Policy, Regional Economics and Planning and Economic Efficiency of Firms. He is author of several international and national publications.

**Rossella de Vito**

Department of Agricultural and Environmental Sciences, University of Bari “Aldo Moro”, Italy

Via Giovanni Amendola, 165/A - 70126 Bari, Italy

E-mail: rossella.devito@uniba.it

Ph.D., she graduated in Civil Hydraulic Engineering and obtained a PhD in Risk Research, Environmental, Territorial and Building Development at the Polytechnic of Bari by discussing a thesis on the assessment of social, economic and environmental aspects related to the use of water resources in agriculture. The scientific interests concern water resources management and the sustainable use of water resources coupled with the evaluation of social, environmental and economic impacts.

**Luigi Roselli**

Department of Agricultural and Environmental Sciences, University of Bari “Aldo Moro”, Italy

Via Giovanni Amendola, 165/A - 70126 Bari, Italy

Tel.: +39 080 544 2883, E-mail: luigi.roselli@uniba.it

Holds a degree in Agricultural Sciences and Technologies (Bari, 2001) and got a Doctoral Degree in Agricultural Economics and Politics (Naples, 2006). Researcher at the University of Bari “Aldo Moro” since December 2013. Current research interests include economics and management of agri – food supply chains; marketing of food products, with specific topic regarding quality assurance schemes; sustainability of food supply chains and rural development.

**Bernardo C. de Gennaro**

Department of Agricultural and Environmental Sciences, University of Bari “Aldo Moro”, Italy

Via Giovanni Amendola, 165/A - 70126 Bari, Italy

Tel.: +39 080 544 2886, E-mail: [bernardocorrado.degennaro@uniba.it](mailto:bernardocorrado.degennaro@uniba.it)

He is full professor in agricultural economics at the University of Bari “Aldo Moro”. Holds a degree in Agricultural Sciences at the University of Bari and got a Ph.D. in Economics and Agricultural Policy at the University of Naples “Federico II”. Current scientific interests concern Food Supply Chain Economics marketing of food products; Sustainability of the Food Supply Chain and Rural Development.