



# LIFE Svolta Blu

Sistema volontario di crediti  
per promuovere il risparmio e  
la conservazione dell'acqua

101157983 – LIFE23-GIC-IT-LIFESVOLTABLU



**Cofinanziato  
dall'Unione europea**

**D1.5**

**Analisi del  
potenziale di  
mercato e stima  
della domanda di  
"crediti blu" nel  
territorio target**

## Informazioni sul documento

|                                  |                                                                        |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Deliverable</b>               | D1.5                                                                   |
| <b>WP</b>                        | 1 - Attività preparatorie                                              |
| <b>Tipo</b>                      | R - Document, Report                                                   |
| <b>Beneficiario Responsabile</b> | UNIPD-TESAF                                                            |
| <b>Autori</b>                    | Giovanna Piracci, Kareem Al-Twal, Cristiano Franceschinis, Mara Thiene |
| <b>Revisori</b>                  |                                                                        |
| <b>Versione</b>                  | V1                                                                     |
| <b>Scadenza</b>                  | 30 settembre 2025                                                      |
| <b>Data Consegna</b>             | 22 dicembre 2025                                                       |
| <b>Livello di Disseminazione</b> | PU-Public                                                              |



## Abstract in English

This deliverable summarises the work carried out by the Department of Land, Environment, Agriculture and Forestry (TESAF), University of Padova, within Task 1.5 of the LIFE Svolta Blu project. The objective is to provide a solid empirical and analytical foundation for designing a voluntary blue credit trading system tailored to the Italian context. The work combines a comparative analysis of the most advanced international water markets with an original empirical investigation of the Italian case. To the best of our knowledge, this is the first contribution in the existing literature to jointly analyse both the supply and demand sides of a potential blue credit market, within a unified experimental framework. The empirical contribution is based on the design and implementation of three distinct surveys targeting key stakeholder groups: farmers (supply side), industrial companies (demand side), and citizens (indirect beneficiaries of the system). Each survey included a discrete choice experiment, allowing us to estimate the economic value of blue credits and to identify preferences for market design features across groups. Results indicate strong interest among farmers in acting as credit providers. Industrial actors appear more cautious, mainly due to the perception of unclear economic returns and limited familiarity with the mechanism. The analysis also provides a first empirical indication of a reference price, which was estimated at €12.80 per credit. Relevant insights emerge from the citizen survey as well. Despite relatively low awareness of water scarcity risks, respondents show high personal commitment to water-saving behaviours and clear willingness to support environmentally responsible initiatives. These findings highlight the potential for integrating citizen-oriented measures into the system design, not only as indirect beneficiaries but also as active contributors to water-saving objectives. In addition, the comparative analysis of the economic efficiency of household devices, conducted from the public sector perspective, offers further guidance on how to prioritise and allocate incentive schemes. While the credit system may not fully offset public expenditure through credit valorisation alone, it can enable a partial financial return and support more cost-effective use of public funds. Overall, the study provides a structured body of empirical evidence and operational recommendations to support the design of the national blue credit scheme in WP2, and its subsequent validation in WP3, thereby informing implementation. The proposed framework aims to ensure economic sustainability and alignment between voluntary market dynamics and public investment strategies.





**Questo documento è una Deliverable del progetto LIFE Svolta Blu, finanziato dall'Unione Europea con il GA 101157983 – LIFE-GIC-IT-LIFESVOLTABLU.**

*Le opinioni e i punti di vista espressi sono esclusivamente quelli dell'autore(i) e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione Europea o di CINEA. Né l'Unione Europea né CINEA*



## Sommario

|                                                                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Informazioni sul documento .....</b>                                                                                          | <b>2</b>  |
| <b>Publishable Abstract in English.....</b>                                                                                      | <b>3</b>  |
| <b>1. Introduzione.....</b>                                                                                                      | <b>7</b>  |
| <b>2. Rassegna della letteratura sui mercati globali dei crediti idrici .....</b>                                                | <b>9</b>  |
| <b>2.1 Panoramica dei sistemi esistenti di crediti idrici .....</b>                                                              | <b>9</b>  |
| 2.1.1 Messico .....                                                                                                              | 10        |
| 2.1.2 Cile.....                                                                                                                  | 11        |
| 2.1.3 Cina.....                                                                                                                  | 12        |
| 2.1.4 Spagna .....                                                                                                               | 13        |
| 2.1.5 Australia .....                                                                                                            | 14        |
| 2.1.6 California .....                                                                                                           | 16        |
| 2.1.7 Riflessioni utili alla progettazione: i casi di Australia e California.....                                                | 17        |
| <b>3. Valutazione della domanda potenziale di mercato per i crediti idrici nel contesto italiano .....</b>                       | <b>20</b> |
| <b>3.1 Metodi .....</b>                                                                                                          | <b>20</b> |
| 3.1.1 Esperimento di scelta: inquadramento teorico .....                                                                         | 20        |
| 3.1.2 Disegno sperimentale: selezione degli attributi.....                                                                       | 21        |
| 3.1.3 Descrizione dei questionari .....                                                                                          | 31        |
| 3.1.4 Raccolta dati e analisi .....                                                                                              | 34        |
| <b>3.2 Risultati.....</b>                                                                                                        | <b>37</b> |
| 3.2.1 Agricoltori.....                                                                                                           | 37        |
| 3.2.2 Industrie.....                                                                                                             | 46        |
| 3.2.3 Equilibrio tra domanda (aziende) e offerta (agricoltori) .....                                                             | 56        |
| 3.2.4 Cittadini .....                                                                                                            | 60        |
| <b>4. Indicazioni conclusive e linee guida propedeutiche alla costruzione del sistema di scambio basato sui crediti blu.....</b> | <b>70</b> |
| <b>Appendici .....</b>                                                                                                           | <b>74</b> |
| <b>Appendice A: tabelle dettagliate sui mercati globali di crediti idrici .....</b>                                              | <b>74</b> |
| <b>Appendice B: Analisi della letteratura sui prezzi dei crediti idrici nei mercati internazionali .....</b>                     | <b>95</b> |



|                           |                                  |           |
|---------------------------|----------------------------------|-----------|
| B.1                       | Considerazioni preliminari ..... | 95        |
| B.2                       | Metodologia .....                | 95        |
| B.3                       | Sintesi dei risultati .....      | 96        |
| <b>Bibliografia .....</b> |                                  | <b>97</b> |



## 1. Introduzione

Il presente documento è stato redatto dal Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF) dell'Università di Padova e costituisce il Deliverable D1.5, intitolato *“Analisi del potenziale di mercato e stima della domanda di 'crediti blu' nel territorio target”*, nell'ambito del progetto LIFE Svolta Blu.

L'elaborato è stato sviluppato nel periodo febbraio – dicembre 2025 e riporta i risultati della Task 1.5 di progetto dedicata all'analisi della domanda di mercato, quale parte integrante delle attività previste all'interno del Work Package 1.

### **Obiettivo**

Il progetto LIFE Svolta Blu nasce dalla necessità di affrontare la crisi idrica, resa sempre più acuta dai cambiamenti climatici e dalla pressione antropica. Il progetto LIFE Svolta Blu propone un modello volontario di mercato locale dei “crediti blu”, finalizzato a incentivare soggetti pubblici e privati ad attuare azioni di risparmio o tutela della risorsa idrica, valorizzandole attraverso meccanismi di generazione e scambio di crediti. Questo approccio mira a promuovere una gestione partecipata e responsabile della risorsa, attivando sinergie tra i vari attori del territorio, quali aziende agricole, imprese, amministrazioni pubbliche e le famiglie (ovvero le utenze domestiche)<sup>1</sup>.

Il presente report illustra il lavoro condotto da TESAF nell'ambito del Task 1.5, che ha previsto:

- una rassegna comparativa dei mercati di crediti idrici esistenti a livello internazionale (Australia, California, Cina, Spagna, Cile, Messico), utile a trarre indicazioni operative per lo studio preliminare del mercato potenziale italiano;
- la costruzione di tre indagini campionarie distinte rivolte a agricoltori, industrie e cittadini comprendenti un esperimento di scelta (Choice Experiment) per la stima del prezzo e della domanda potenziale per i crediti blu;

---

<sup>1</sup> Nel presente documento, alcuni termini vengono utilizzati in modo intercambiabile al fine di garantire una lettura più scorrevole, senza comprometterne la precisione concettuale. In particolare, il termine “agricoltori” fa riferimento ai conduttori delle aziende agricole coinvolte nell'indagine, mentre “cittadini” indica le famiglie, o più in generale, i rappresentanti delle utenze domestiche che hanno partecipato alla survey. Analogamente, i termini “aziende” e “industrie” si riferiscono alle imprese del settore industriale incluse nello studio.



- l'elaborazione dei risultati e l'identificazione delle preferenze espresse dai diversi gruppi di stakeholder rispetto alle caratteristiche del sistema (durata dei crediti, modalità di verifica, organismo di controllo e governance del mercato) e alla propensione a partecipare al mercato.

L'obiettivo finale del lavoro è fornire una base empirica e teorica solida per orientare la progettazione e la futura implementazione di un mercato volontario di crediti idrici nel contesto vicentino, coerente con gli obiettivi del progetto e con le esigenze specifiche degli stakeholder.





## 2. Rassegna della letteratura sui mercati globali dei crediti idrici

### 2.1 *Panoramica dei sistemi esistenti di crediti idrici*

Il cambiamento climatico sta alterando in modo significativo il ciclo idrologico, aumentando la variabilità delle precipitazioni e l'intensità degli eventi estremi, e contribuendo così a compromettere la sicurezza dell'approvvigionamento idrico. A questi effetti si aggiungono vulnerabilità strutturali di natura socioeconomica e territoriale, che rendono molte aree del pianeta particolarmente esposte al rischio idrico (Caretta et al., 2022). Secondo le Nazioni Unite, nel 2022 circa il 50% della popolazione mondiale ha vissuto condizioni di grave scarsità d'acqua per almeno una parte dell'anno, mentre un quarto è stato soggetto a livelli di stress idrico estremamente elevati (Nazioni Unite, 2024). La scarsità idrica rappresenta una delle sfide ambientali più urgenti a livello globale. Essa è stata alimentata da un aumento costante dei prelievi di acqua dolce negli ultimi cento anni e si prevede che si aggraverà ulteriormente nei prossimi decenni, a causa delle trasformazioni climatiche e demografiche in atto (Greve et al., 2018). In questo scenario, il settore agricolo, responsabile di circa il 70% dei prelievi globali, appare particolarmente vulnerabile agli impatti del cambiamento climatico, anche in virtù della frequente inefficienza nell'uso della risorsa (UNESCO, 2024).

La crescente pressione sulla risorsa idrica ha reso necessario individuare strumenti in grado di migliorarne l'allocazione, superando i limiti dei meccanismi tradizionali. Tra le soluzioni adottate in diversi contesti, i mercati dei crediti idrici si sono affermati come un'opzione concreta per incentivare un uso più efficiente dell'acqua, attraverso lo scambio regolato dei diritti d'uso tra diversi soggetti. Questi mercati si sono sviluppati in risposta a tre esigenze principali: la scarsità crescente della risorsa, l'intensificarsi della competizione tra settori (in particolare tra agricoltura, industria e usi civili), e l'inefficienza di molti sistemi pubblici di gestione nell'assicurare una distribuzione flessibile ed efficiente dell'acqua.

La presente sezione propone un'analisi di sei sistemi di mercato di crediti idrici attualmente operativi a livello internazionale: Messico, Cile, Cina, Spagna, Australia (con focus sul bacino del Murray–Darling) e California. Ciascun Paese ha sviluppato un approccio specifico, modellato da contesti normativi, istituzionali e ambientali differenti. Sebbene questa rassegna non fosse originariamente prevista tra le attività del Task 1.5, è stata condotta come approfondimento necessario per supportare lo sviluppo delle indagini di mercato presentate

nelle sezioni successive. La progettazione dei questionari rivolti ad agricoltori, imprese e cittadini ha richiesto infatti un inquadramento solido delle principali esperienze internazionali, utile a definire le caratteristiche del mercato potenziale da testare con le indagini condotte.

I sistemi esaminati si distinguono nettamente dal modello proposto da Svolta Blu, che si basa sulla generazione di crediti da risparmi idrici verificabili, anziché sul trasferimento di diritti esistenti. Tuttavia, forniscono indicazioni rilevanti per individuare le configurazioni operative di un sistema volontario di crediti idrici e definire le possibili caratteristiche del mercato.

Questa sezione propone una sintesi dei sei casi analizzati e si conclude con un approfondimento su Australia e California, i due esempi ritenuti più solidi e affermati. Le analisi dettagliate per ciascun Paese sono riportate in Appendice A, sotto forma di schede informative strutturate.

### **2.1.1 Messico**

L'introduzione di un sistema di gestione idrica orientato al mercato in Messico risale alla Legge Nazionale delle Acque del 1992, che ha avviato un processo di decentralizzazione della gestione dell'irrigazione e di alcuni aspetti dell'allocazione delle risorse. Tale riforma ha istituito concessioni d'uso dell'acqua negoziabili e ha promosso la creazione delle Associazioni di Utenti dell'Acqua (Water User Associations, WUA), con un ruolo centrale nella gestione locale. Sono stati inoltre istituiti i Consigli di Bacino, con funzioni prevalentemente consultive, mentre l'autorità di supervisione è rimasta in capo alla Comisión Nacional del Agua (CNA) (Rosegrant & Gazmuri Schleyer, 1996; Kloezen, 1998). Per rafforzare trasparenza e certezza giuridica, è stato creato il Registro Pubblico delle Concessioni d'Acqua (Registro Público de Derechos de Agua, REPDA), incaricato di certificare le concessioni e monitorare i trasferimenti (Kloezen, 1998).

La legge perseguiva tre obiettivi principali: aumentare l'efficienza dell'uso dell'acqua in agricoltura attraverso una gestione più prossima al territorio e orientata al mercato; ridurre l'onere finanziario dello Stato federale trasferendo i costi operativi agli utenti; e promuovere il risparmio idrico tramite meccanismi economici in grado di premiare comportamenti virtuosi nella gestione della risorsa (Hearne & Trava, 1997). Tuttavia, l'implementazione del sistema ha incontrato diversi ostacoli. La CNA ha continuato a esercitare un forte controllo

amministrativo, i costi di transazione sono rimasti elevati, e molte WUA non disponevano delle competenze tecniche e organizzative necessarie per una governance realmente partecipativa (Hearne & Trava, 1997; Rosegrant & Gazmuri Schleyer, 1996).

Nonostante queste criticità, il caso messicano rappresenta un'esperienza di riferimento per i Paesi interessati a integrare strumenti di mercato all'interno di quadri istituzionali esistenti, dimostrando la possibilità di combinare meccanismi economici con una gestione pubblica delle risorse idriche (Rosegrant & Gazmuri Schleyer, 1996).

### **2.1.2 Cile**

Un esempio frequentemente citato di governance idrica è il Codice dell'Acqua cileno che risale al 1981. Tale normativa ha istituito un mercato dei diritti d'acqua separandoli giuridicamente dalla proprietà fondiaria e qualificandoli come beni privati, liberamente trasferibili con un coinvolgimento statale limitato (Bauer, 2015). I diritti possono essere trasferiti in due modalità: una permanente, regolata da atti formali e notarili, e una informale, basata su accordi verbali o scritti non registrati. Quest'ultima forma è diffusa tra i piccoli produttori, ma spesso sfugge al controllo pubblico, esponendo gli attori più vulnerabili a rischi di sfruttamento (Budds, 2020; Hearne & Easter, 1997). La registrazione e l'emissione dei diritti permanenti sono affidate alla Dirección General de Aguas (DGA), che tuttavia non ha competenza per dirimere conflitti tra usi concorrenti né per imporre limiti di prelievo sostenibile. Tali responsabilità sono affidate ai tribunali ordinari che spesso non dispongono di una competenza specifica in materia di gestione delle risorse idriche (Bauer, 2015; Galaz, 2004). Nonostante questi limiti, il sistema ha alimentato un'attività di scambio intensa, con benefici economici rilevanti in specifici contesti. Nella valle del Limarí, ad esempio, la riallocazione dell'acqua verso colture ad alto valore aggiunto, come l'uva da tavola, ha prodotto ricavi netti fino a 2,40 USD/m<sup>3</sup> all'anno (Hearne & Easter, 1997).

L'esperienza cilena mette in luce le tensioni strutturali di un sistema basato su logiche di mercato senza un'adeguata cornice di regolazione. Pur avendo generato benefici economici in termini di efficienza allocativa e attrazione di investimenti, il modello ha favorito l'accaparramento dei diritti d'acqua da parte degli attori più forti, limitando l'accesso alla risorsa per le comunità marginalizzate e i piccoli agricoltori. L'assenza di limiti legali ai prelievi ha inoltre contribuito al sovrasfruttamento delle risorse, aggravando il degrado ambientale in

bacini già stressati (Galaz, 2004). I conflitti per l'utilizzazione della risorsa vengono frequentemente gestiti da tribunali non specializzati, mentre il ruolo limitato della DGA compromette la capacità di coordinamento e vigilanza (Bauer, 2015).

In conclusione, il caso cileno dimostra come la piena trasferibilità dei diritti d'acqua possa generare efficienza e attrarre capitale privato, ma evidenzia anche i rischi sociali e ambientali connessi a un mercato privo di adeguati strumenti di regolazione e governance (Bauer, 2015; Galaz, 2004; Budds, 2020).

### **2.1.3 Cina**

A partire dai primi anni 2000, la Cina ha avviato una serie di riforme riguardanti il proprio regime dei diritti d'acqua, formalizzandoli come titoli d'uso e non come proprietà privata, all'interno di un sistema di governance statale e strettamente gerarchico (Zheng et al., 2021). In tale sistema, il Ministero delle Risorse Idriche (MWR) delega competenze operative a diversi organi, tra cui le commissioni dei bacini fluviali, gli uffici provinciali e le agenzie locali, configurando una struttura multilivello per l'allocazione, il monitoraggio e la negoziazione dei diritti idrici (Zheng et al., 2021). L'obiettivo del sistema dei diritti era quello di migliorare l'efficienza nell'uso dell'acqua e riallocare la risorsa verso settori a più elevato valore aggiunto, come ad esempio il trasferimento di acqua dal settore agricolo a quello industriale, controllando al contempo il consumo totale mediante l'imposizione di rigidi tetti volumetrici a livello provinciale (Zheng et al., 2021).

Nel quadro di queste riforme si sono sviluppate varie forme di scambio dei diritti d'uso dell'acqua, dando vita a un sistema di scambio che, pur fortemente regolato e in parte ancora sperimentale, configura un mercato idrico in senso ampio. Le tipologie di transazione osservate si distinguono per scala territoriale, settore coinvolto e grado di formalizzazione. Tra le principali, vi sono le seguenti:

- (i) Accordi interregionali tra amministrazioni locali, come quello stipulato nel 2000 tra le città di Dongyang e Yiwu, con cui quest'ultima ha acquisito il diritto a prelevare 50 milioni di metri cubi d'acqua all'anno dal serbatoio Hengjiang, situato nel territorio di Dongyang.
- (ii) Trasferimenti intersettoriali, come nel caso della Mongolia Interna, dove imprese industriali hanno acquisito diritti idrici originariamente destinati all'agricoltura



finanziando interventi di efficientamento nelle infrastrutture irrigue, come il rivestimento dei canali. Questi interventi consentono di ridurre significativamente le perdite per evaporazione e infiltrazione, generando un risparmio idrico certificabile. I trasferimenti, generalmente con durata pari a 25 anni, si basano su tali volumi risparmiati, che vengono riallocati all'uso industriale senza ridurre la quantità d'acqua effettivamente erogata agli agricoltori. In tal modo, si ottiene un duplice risultato: soddisfare la domanda industriale e, allo stesso tempo, mantenere invariata la disponibilità per la produzione agricola. Un'analisi empirica di Zhang et al. (2021) conferma che nei siti pilota cinesi il trading dei diritti d'acqua ha determinato una riduzione di circa l'8 % dei consumi idrici in agricoltura, attribuibile principalmente all'adozione di tecnologie per il risparmio idrico e al trasferimento di acqua verso il settore industriale.

- (iii) Scambi locali e stagionali in contesti agricoli rurali, come nell'area di Xiying (provincia del Gansu), dove gli agricoltori negoziano annualmente i volumi disponibili tramite le Associazioni preposte. Questi meccanismi comunitari, adattivi e informali, consentono una gestione flessibile dell'acqua in risposta alla variabilità climatica intra-annuale (Zheng et al., 2021).

Per concludere, l'approccio cinese, basato su un forte coordinamento centrale, su un'architettura normativa strutturata, su valutazioni politiche fondate su evidenze empiriche e sull'impiego di piattaforme digitali, viene considerato un riferimento per quei contesti in cui si voglia integrare controllo pubblico e strumenti di mercato per promuovere un uso sostenibile della risorsa idrica (Zheng et al., 2021; Zhang et al., 2021). Tuttavia, nonostante gli sforzi per migliorare la trasparenza, l'applicazione effettiva delle regole rimane debole, a causa della limitata capacità di monitoraggio, dell'assenza di meccanismi sanzionatori efficaci e della forte dipendenza dalla rendicontazione volontaria da parte degli utenti (Zheng et al., 2021; Dai et al., 2023).

#### **2.1.4 Spagna**

Il mercato formale dell'acqua in Spagna è stato istituito con la Legge 46/1999, che ha modificato il Water Act del 1985 introducendo una forma limitata di scambio idrico,



rigorosamente regolamentata sotto proprietà e supervisione pubblica (Palomo-Hierro et al., 2015). In questo quadro, l'acqua resta un bene demaniale, mentre i titolari di concessioni acquisiscono un diritto d'uso su un volume massimo di risorsa, subordinato alle condizioni idrologiche. Gli accordi di locazione intrabacino sono gestiti attraverso i Centri di Scambio delle Acque e le Autorità di Bacino, mentre i trasferimenti tra bacini richiedono l'approvazione esplicita del Ministero dell'Ambiente.

Il sistema si fonda su strumenti di assegnazione temporanea, attivati soprattutto durante periodi di siccità: contratti di locazione a breve termine, Banche dell'Acqua e Offerte Pubbliche di Acquisto di diritti d'uso. L'obiettivo è consentire la riallocazione della risorsa verso usi prioritari o a maggiore valore aggiunto, evitando la privatizzazione permanente dei diritti idrici. Tutti i trasferimenti sono vincolati sia ai limiti stabiliti nella concessione sia alla media storica dei prelievi. Le assegnazioni idriche annuali vengono aggiornate in base alla disponibilità idrologica e sono soggette a monitoraggio e enforcement da parte delle Autorità di Bacino, che in fase allocativa tendono a privilegiare l'approvvigionamento domestico e le colture perenni rispetto ai fabbisogni industriali.

Nonostante un impianto normativo chiaro e un forte presidio pubblico finalizzato a evitare la speculazione e a garantire l'interesse collettivo nell'allocazione, il funzionamento effettivo del mercato spagnolo rimane contenuto: anche nei periodi di siccità, le transazioni rappresentano meno del 5 % del consumo idrico nazionale. Tale scarso ricorso è attribuibile principalmente all'elevato livello di complessità amministrativa, ai costi di transazione e ai limiti fisici nei trasferimenti interbacino. L'approccio spagnolo rappresenta comunque un riferimento rilevante per i Paesi interessati a integrare meccanismi di mercato nella gestione della risorsa idrica, salvaguardando nel contempo un controllo pubblico forte e sistematico.

### **2.1.5 Australia**

Il Bacino Murray–Darling (MDB) ospita uno dei mercati dell'acqua più sviluppati a livello globale, concepito per redistribuire la risorsa tra usi agricoli, ambientali e urbani. Avviato negli anni Ottanta, questo sistema permette la compravendita di diritti permanenti (diritti d'acqua) e temporanei (allocazioni stagionali). Il mercato idrico del MDB consente una gestione flessibile e adattiva della risorsa, soprattutto nei periodi di scarsità o abbondanza, contribuendo all'allocazione dell'acqua verso gli impieghi a maggiore valore (Wheeler et al.,



2014). In particolare, il mercato ha svolto un ruolo centrale nella gestione delle siccità, favorendo la riallocazione verso l'agricoltura ad alta redditività e verso finalità ecologiche.

Il funzionamento del mercato si basa su due strumenti principali: i diritti d'acqua, che attribuiscono una quota permanente della risorsa, e le allocazioni, che definiscono quantità disponibili su base annuale o stagionale. Con l'acuirsi della scarsità idrica, i volumi scambiati sono aumentati significativamente, in particolare nella parte meridionale del bacino (Grafton & Horne, 2014). Le transazioni coinvolgono irrigatori, autorità urbane e agenzie pubbliche, tra cui il Commonwealth Environmental Water Holder, che acquista diritti a fini ecologici. Tuttavia, la piena efficacia del mercato è limitata da barriere normative e giurisdizionali, che ostacolano il commercio interstatale e complicano la gestione integrata delle acque sotterranee (Qureshi et al., 2009).

Sebbene il mercato abbia favorito un uso più efficiente della risorsa, sono emerse rilevanti criticità ambientali. La riallocazione dell'acqua, soprattutto verso l'agricoltura irrigua, ha contribuito a fenomeni di salinizzazione, riduzione dei flussi fluviali e sovrasfruttamento delle falde nelle aree a valle (Pittock, 2019). Wheeler et al. (2014) sottolineano che, nonostante l'acquisto di acqua a fini ambientali, in alcuni casi la priorità data agli usi economici ha aggravato lo stress degli ecosistemi. Inoltre, l'incremento delle estrazioni di acque sotterranee, in risposta al commercio di acqua superficiale, ha evidenziato la necessità di strategie di gestione più integrate. Anche gli impatti socio-economici sono stati significativi, soprattutto nelle aree rurali a forte dipendenza dall'irrigazione. La possibilità di vendere i diritti d'acqua ha offerto flessibilità a molti agricoltori, ma ha anche contribuito alla dismissione di attività agricole e al declino socio-economico in alcuni territori. Wheeler et al. (2014) evidenziano che le comunità irrigue più vulnerabili hanno sperimentato perdita di popolazione, chiusura di imprese locali e riduzione dei servizi pubblici. Questi effetti mostrano come i benefici del mercato non si siano distribuiti uniformemente e sottolineano l'esigenza di politiche mirate a mitigare gli impatti negativi.

La governance del sistema è affidata alla Murray–Darling Basin Authority, che attua il Basin Plan e stabilisce i Sustainable Diversion Limits, con l'obiettivo di garantire un equilibrio tra usi produttivi e tutela ambientale. L'Inspector-General of Water Compliance assicura la trasparenza e il rispetto della normativa. Tuttavia, la complessità del sistema federale australiano genera difficoltà di coordinamento tra i livelli statali e nazionali, creando inefficienze nella regolazione e nella gestione integrata (Grafton & Wheeler, 2018).



In conclusione, il mercato dell'acqua del MDB rappresenta uno strumento avanzato per la riallocazione della risorsa in contesti caratterizzati da elevata variabilità idrica. Esso ha facilitato l'efficienza economica e l'adattamento alla scarsità, ma ha anche prodotto impatti ambientali e sociali non trascurabili. Come rilevato da Pittock (2019) e Grafton & Horne (2014), sono necessarie ulteriori riforme per affrontare le barriere normative, aumentare la trasparenza e garantire equità tra gli attori coinvolti. Inoltre, una migliore integrazione tra gestione delle acque superficiali e sotterranee, unitamente all'inserimento di strategie di adattamento climatico, è essenziale per assicurare la sostenibilità di lungo periodo del sistema.

### **2.1.6 California**

Il mercato idrico della California opera all'interno di un sistema giuridico ibrido, che combina i diritti ripariali, legati alla proprietà fondiaria adiacente ai corsi d'acqua, con i diritti appropriativi, assegnati secondo la dottrina del "first in time, first in right" (State Water Resources Control Board, 1999; Emerick & Lueck, 2015). L'eccessiva concessione dei diritti d'uso delle acque superficiali, che in alcuni bacini ha raggiunto il 1000 % dei deflussi naturali disponibili, ha ulteriormente ridotto la disponibilità della risorsa e intensificato la competizione tra usi (Grantham & Viers, 2014). I meccanismi di trasferimento includono locazioni annuali, scambi differiti (con restituzione posticipata), trasferimenti a lungo termine (da cinque fino a oltre cento anni) e vendite permanenti. Inoltre, sistemi di "groundwater banking", come il Kern Water Bank, permettono l'immagazzinamento di acqua superficiale in falda per usi futuri, contribuendo alla gestione integrata delle risorse (Kiparsky et al., 2021; Pulido Velazquez et al., 2004; Ayres et al., 2021; Sencan & Hanak, 2021).

Le responsabilità di regolazione e governance sono suddivise tra più enti: lo State Water Resources Control Board regola i diritti sulle acque superficiali; il California Department of Water Resources gestisce le infrastrutture idriche e coordina le risposte alla siccità; le Groundwater Sustainability Agencies (GSA), istituite con il Sustainable Groundwater Management Act (SGMA), sono responsabili della pianificazione e gestione sostenibile delle acque sotterranee (State Water Resources Control Board, 1999; Ayres et al., 2021; Hamilton et al., 2022).



Il mercato idrico californiano è concepito per migliorare l'efficienza allocativa, aumentare la resilienza alla siccità, sostenere i deflussi ambientali e offrire agli utenti strumenti flessibili per la gestione del rischio, attraverso il trasferimento volontario e lo stoccaggio sotterraneo (Arellano González & Moore, 2020; Ayres et al., 2021; Schwabe et al., 2020). I trasferimenti avvengono tramite locazioni spot, contratti a lungo termine e operazioni di banking (Pulido Velazquez et al., 2004; Schwabe et al., 2020; Hanak & Stryjewski, 2012). Persistono tuttavia criticità rilevanti: i costi di transazione elevati, la frammentazione istituzionale, la complessità normativa e le resistenze locali ostacolano la piena funzionalità del mercato (Hagerty, 2017; Schwabe et al., 2020). Inoltre, le incertezze legali legate ai diritti minori e alle attività di banking complicano sia i trasferimenti che gli accordi di stoccaggio (Kiparsky et al., 2021). L'eccessiva allocazione storica dei diritti d'acqua resta un vincolo strutturale per lo sviluppo di un mercato più efficiente (Grantham & Viers, 2014; Hanak & Stryjewski, 2012).

Dall'inizio degli anni 2000 si è osservata una progressiva espansione dei trasferimenti a lungo termine, mentre le transazioni a breve termine risultano in calo (Hanak & Stryjewski, 2012). Gli agricoltori rappresentano tuttora i principali venditori, mentre tra gli acquirenti figurano comuni, altri operatori agricoli e programmi ambientali (Schwabe et al., 2020; Ayres et al., 2021). I prezzi di mercato variano ampiamente: in media, circa 277 USD per acre-foot per le locazioni temporanee e oltre 4,200 USD per le vendite permanenti, in funzione delle condizioni idrologiche, dell'affidabilità del diritto e della localizzazione geografica (Schwabe et al., 2020).

L'esperienza californiana rappresenta un caso di riferimento per i contesti soggetti a scarsità idrica, grazie alla combinazione tra strumenti di mercato regolamentati, strategie di gestione congiunta delle risorse e un sistema istituzionale in grado di bilanciare efficienza, flessibilità e sostenibilità (Ayres et al., 2021; Schwabe et al., 2020; Kiparsky et al., 2021).

#### ***2.1.7 Riflessioni utili alla progettazione: i casi di Australia e California***

All'interno della presente rassegna, particolare attenzione è dedicata ai mercati idrici del Bacino Murray–Darling (Australia) e della California, in quanto rappresentano i due sistemi di mercato di crediti idrici più evoluti e consolidati a livello globale. Entrambi operano su vasta scala, sono supportati da quadri giuridici solidi e dispongono di una pluralità di strumenti regolamentati per la negoziazione e la riallocazione dei diritti d'uso idrici. Il confronto (Tabella



1) evidenza alcune convergenze strutturali tra i due mercati, come la presenza di meccanismi multilivello per l’attribuzione e la regolazione dei diritti, la disponibilità di strumenti flessibili di scambio e la centralità di organismi pubblici nella supervisione del sistema. Entrambi i casi dimostrano che l’allocazione dell’acqua tramite strumenti di mercato può avvenire in modo compatibile con finalità ambientali e di interesse collettivo, purché siano garantiti trasparenza, accesso equo e adeguati controlli.

Tuttavia, emergono anche differenze significative: il sistema australiano appare più omogeneo e integrato, mentre quello californiano è segnato da una maggiore frammentazione istituzionale e da una storica sovra-allocazione dei diritti. Sul piano operativo, l’Australia si distingue per una regolazione centralizzata dei limiti di prelievo (Sustainable Diversion Limits) e per un’ampia disponibilità di dati pubblici; la California, invece, si basa su un sistema più decentralizzato e su dinamiche di mercato più libere, che comportano anche una maggiore volatilità dei prezzi e dei costi di transazione.

Le differenze e le convergenze osservate tra i due modelli hanno offerto indicazioni operative per l’analisi del caso italiano e, in particolare, per l’impostazione delle indagini sperimentali. In entrambi i contesti, infatti, **l’efficacia del mercato dipende da alcune variabili strutturali, tra cui la definizione e la durata dei titoli negoziabili, il ruolo attribuito agli enti regolatori, le modalità di controllo e verifica e il grado di trasparenza delle regole di scambio. Questi elementi sono stati considerati nella progettazione dei questionari**, al fine di testare l’effetto di configurazioni alternative del sistema di crediti idrici sulle preferenze e sulla propensione a partecipare al sistema degli stakeholder chiave.

Tabella 1. Analisi comparativa tra i mercati idrici di Australia e California.

| Australia                 |                                                                                                                    | California                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Diritti sull'acqua</b> | I diritti d'acqua sono gestiti attraverso un sistema di diritti e allocazioni (Grafton & Horne, 2014; MDBA, 2024). | Il sistema dei diritti idrici della California opera sotto un regime ibrido che combina i diritti ripariali, legati alla proprietà terriera adiacente ai corsi d’acqua, e i diritti di tipo appropriativo, che assegnano l’acqua secondo il principio “first in time, first in right”. Sebbene entrambi i sistemi coesistano, la maggior parte delle transazioni idriche avviene nell’ambito del regime appropriativo, che attribuisce priorità alle domande più antiche (State Water Resources Control Board, 1999; Emerick & Lueck, 2015). |

|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sistema di negoziazione/credito</b>     | <p>Il Bacino Murray-Darling dispone di un sistema di commercio dell'acqua altamente avanzato, con allocazioni d'acqua temporanee (stagionali o annuali) e diritti d'acqua permanenti (diritti a lungo termine) che consentono il trasferimento flessibile dell'acqua tra gli utenti in base alla disponibilità e alla domanda (Grafton &amp; Horne, 2014; MDBA, 2024).</p> | <p>Il sistema di scambio idrico della California include trasferimenti a breve termine (locazioni annuali), scambi differiti (acqua consegnata ora con restituzione dopo uno o più anni), trasferimenti a lungo termine (della durata da cinque fino a 110 anni) e trasferimenti permanenti (vendita o riattribuzione completa dei diritti). Questi meccanismi consentono un'allocazione flessibile e il banking idrico, con un controllo regolatorio variabile a seconda del tipo di transazione (Sencan &amp; Hanak, 2021).</p> |
| <b>Limite di prelievo dell'acqua (cap)</b> | <p>Dal 2019, l'uso dell'acqua nel Bacino è limitato dai Sustainable Diversion Limits e dai quadri di allocazione statali (MDBA, 2024). Ad esempio, per i fiumi al confine con il Queensland: il Baseline Diversion Limit è di 378 GL/anno.</p>                                                                                                                             | <p>In alcuni bacini della California, il volume totale dei diritti d'acqua assegnati supera i deflussi superficiali naturali fino al 1 000 %, imponendo un tetto pratico dettato dalla scarsità fisica (Grantham &amp; Viers, 2014).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Prezzi</b>                              | <p>Secondo l'Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and Sciences, i prezzi di allocazione dell'acqua nel Bacino meridionale (2022–23) erano A\$53/ML (umido), A\$80/ML (medio), A\$129/ML (secco) e A\$202/ML (estremamente secco) (ABARES, 2024).</p>                                                                                                   | <p>In California, i prezzi medi sono di circa 277 USD per acre-foot per le locazioni temporanee e 4.268 USD per acre-foot per i trasferimenti permanenti (Schwabe et al., 2020).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Organismo di regolazione</b>            | <p>La gestione delle risorse idriche nel Bacino Murray-Darling è regolata dalla Murray-Darling Basin Authority (MDBA), che sovrintende alla gestione delle risorse, e dall'Inspector-General of Water Compliance, responsabile di garantire il rispetto delle normative e l'applicazione delle leggi (MDBA, 2024).</p>                                                     | <p>Lo State Water Resources Control Board regola i diritti sulle acque superficiali e sovrintende ai trasferimenti, mentre il California Department of Water Resources gestisce le infrastrutture di adduzione e i programmi di risposta alla siccità (State Water Resources Control Board, 1999).</p>                                                                                                                                                                                                                            |

### 3. Valutazione della domanda potenziale di mercato per i crediti idrici nel contesto italiano

Questa sezione presenta i risultati dell'**indagine empirica condotta per esplorare l'interesse e la domanda potenziale verso un sistema volontario di crediti idrici in Italia**, prendendo in esame **i tre gruppi target** individuati dal progetto LIFE Svolta Blu: **agricoltori, industrie e cittadini**. L'obiettivo è valutare la propensione di questi attori a partecipare al sistema, contribuendo alla generazione o all'acquisto di crediti blu. Sono stati sviluppati tre **questionari strutturati**, uno per ciascun gruppo target, accompagnati da esperimenti di scelta (**choice experiment**), al fine di misurare **le preferenze individuali per le caratteristiche del sistema e il prezzo dei crediti blu**. I metodi adottati sono descritti nella prima parte del capitolo, con attenzione alla logica di costruzione dei questionari, alla selezione degli attributi rilevanti e alla struttura dei disegni sperimentali dei choice experiment. Segue l'illustrazione dei risultati principali emersi dalle tre survey, che consentono di delineare alcune evidenze in merito alla propensione a partecipare al sistema di scambio dei crediti e all'adozione di comportamenti virtuosi finalizzati al risparmio idrico.

#### 3.1 Metodi

##### 3.1.1 Esperimento di scelta: inquadramento teorico

L'esperimento di scelta (Choice Experiment, CE) è una tecnica di preferenza dichiarata ampiamente impiegata nell'economia ambientale per stimare **il valore economico di beni e servizi privi di un mercato esplicito, ossia quei beni per i quali non esistono prezzi osservabili e i cui benefici non sono direttamente misurabili attraverso i comportamenti di acquisto** (Mariel et al., 2021). L'approccio si fonda su due pilastri teorici: la teoria degli attributi di Lancaster (1966), secondo cui l'utilità di un bene deriva dalle sue caratteristiche intrinseche, e la teoria dell'utilità casuale (Random Utility Theory; Thurstone, 1927; Manski, 1977), che formalizza il processo decisionale individuale in condizioni di incertezza.

Nel contesto del progetto LIFE Svolta Blu, questa metodologia si è rivelata particolarmente adatta a valutare le potenzialità di un **mercato volontario dei crediti blu che, allo stato attuale, non è ancora esistente in Italia**. In assenza di dati osservabili relativi a



comportamenti reali di acquisto o vendita, il CE consente di simulare scenari plausibili di funzionamento del mercato e di raccogliere informazioni strutturate sulle preferenze degli attori coinvolti, **anticipando le condizioni che potrebbero favorire o ostacolare l'adozione del sistema**. La tecnica permette così di analizzare ex ante la domanda e l'offerta potenziali, fornendo una base empirica utile per la progettazione delle regole di mercato, la definizione degli incentivi e la calibrazione degli strumenti di policy.

Nel contesto di un CE, ai rispondenti viene sottoposta una serie di **scenari ipotetici** (choice tasks), ciascuno composto da un insieme di alternative tra loro comparabili, differenziate in base a combinazioni di attributi e livelli. Per ciascun scenario, gli individui sono invitati a scegliere l'opzione preferita. L'analisi delle scelte espresse viene condotta tramite modelli econometrici di scelta discreta (McFadden, 1974), che consentono di stimare l'utilità marginale associata a ciascun attributo. Quando l'esperimento include un attributo di tipo monetario, come un costo, un incentivo o un ricavo, è possibile stimare le **disponibilità marginali a pagare (Willingness to Pay, WTP)** o le **disponibilità ad accettare un compenso (Willingness to Accept, WTA)**, a seconda del contesto decisionale. In termini microeconomici, entrambe le misure rappresentano una stima del **surplus compensativo**: **nel caso della WTP, indicano l'ammontare massimo che un individuo sarebbe disposto a sacrificare per ottenere un miglioramento desiderato; nel caso della WTA, rappresentano l'importo minimo che l'individuo richiederebbe per accettare un cambiamento che comporta una perdita o un impegno aggiuntivo, mantenendo costante il proprio livello di utilità**.

Grazie alla sua flessibilità e alla capacità di rappresentare beni multidimensionali e di catturare l'eterogeneità nelle preferenze, il CE si è affermato come uno strumento privilegiato per valutare ex ante politiche ambientali e meccanismi di governance delle risorse naturali (Hanley et al., 1998; Hanley et al., 2001; Mariel et al., 2021).

### **3.1.2 Disegno sperimentale: selezione degli attributi**

Nel quadro del progetto, sono stati condotti tre esperimenti di scelta distinti, uno per ciascun gruppo target (agricoltori, industrie e cittadini), con l'obiettivo di stimare la domanda potenziale e la propensione a partecipare al sistema di crediti blu. Nella parte che segue, ciascun esperimento viene descritto nel dettaglio, mettendone in evidenza la struttura e le funzionalità specifiche.



## ***Agricoltori e Industrie***

Per i target agricoltori e industrie è stato sviluppato un **disegno sperimentale speculare**, concepito per rappresentare in modo semplificato **i due lati di un potenziale mercato: l'offerta e la domanda**. In particolare, si è ipotizzato che **gli agricoltori rivestano il ruolo di soggetti generatori e venditori di crediti** in quanto responsabili dell'adozione di pratiche di risparmio idrico, mentre **le industrie siano acquirenti potenziali**, interessate a compensare i propri consumi idrici attraverso l'acquisto di crediti (Figura 1).

Pur riconoscendo che, nella realtà, agricoltori e industrie potrebbero potenzialmente ricoprire ruoli sia dal lato dell'offerta che della domanda nel sistema di crediti blu, questa assunzione semplificata si è resa necessaria per definire un impianto teorico su cui costruire l'indagine di mercato. L'approccio adottato, di natura esplorativa, mira a definire le condizioni di partecipazione più favorevoli per i diversi attori e a fornire stime preliminari dei parametri economici necessari alla strutturazione di un sistema di crediti idrici credibile ed efficiente.

Figura 1. Framework teorico di riferimento per l'indagine svolta con agricoltori e industrie.



Nel caso degli agricoltori, l'esperimento di scelta aveva come obiettivo quello di stimare una **disponibilità ad accettare (Willingness to Accept, WTA)**, ovvero il prezzo minimo a cui sarebbero disposti a vendere i crediti blu generati mediante interventi di ottimizzazione idrica. Per le industrie, invece, l'esperimento ha stimato una **disponibilità a pagare (Willingness to Pay, WTP)**, intesa come il prezzo massimo che sarebbero disposte a sostenere per acquistare crediti, al fine di compensare i propri prelievi e migliorare il profilo di sostenibilità idrica dell'azienda.

Ciascun esperimento è strutturato come una serie di **scenari ipotetici di mercato**, in cui ai rispondenti vengono presentate **diverse alternative contrattuali di partecipazione al sistema** dei crediti blu. Le alternative sono descritte attraverso combinazioni di attributi rilevanti selezionati sulla base della letteratura scientifica e dei mercati esistenti (cfr. capitolo 2). L'obiettivo di questi scenari è simulare **condizioni plausibili di funzionamento del sistema**, rendendo tangibili per i rispondenti i **trade-off impliciti nella scelta di aderire o meno a uno schema volontario di crediti blu**. Gli attributi che descrivono le opzioni presentate nei diversi scenari sono riportati nella Tabella 3.

Il primo attributo riguarda la **validità temporale dei crediti idrici**, ovvero l'orizzonte entro cui essi possono essere utilizzati o scambiati prima della loro scadenza. I livelli considerati sono: **breve termine (1–3 anni), medio termine (4–5 anni) e lungo termine (oltre 5 anni)**. Questo attributo riflette l'importanza della sicurezza temporale nei meccanismi di mercato e introduce implicitamente la possibilità di **banking dei crediti**, ovvero la facoltà di conservarli nel tempo per utilizzarli o cederli in un momento successivo. Tale flessibilità rappresenta un elemento chiave nella gestione delle risorse idriche e richiama evidenze empiriche consolidate nei mercati dell'acqua di California e Australia, dove la durata del contratto incide significativamente sulla pianificazione, sulla gestione del rischio e sull'attrattività della partecipazione (Veetil et al., 2010; Vorlauffer et al., 2017; Schwabe et al., 2020).

Il secondo attributo descrive il **livello di formalizzazione richiesto per aderire al sistema**, ovvero l'intensità degli obblighi procedurali e gestionali. I livelli previsti sono: **adesione informale tramite dichiarazione di intenti, contratto formale con requisiti tecnici e gestionali, e contratto formale con obbligo di certificazione e standard di qualità**. Questo attributo è coerente con risultati empirici che mostrano come la **complessità amministrativa** possa influenzare in modo significativo la propensione a partecipare (Greiner, 2016; Hagerty, 2017; Chèze et al., 2020; Banerjee et al., 2021).



Il terzo attributo fa riferimento alla **frequenza e intensità delle verifiche di conformità al sistema**, ovvero ai meccanismi di monitoraggio associati alla partecipazione. Sono stati inclusi tre livelli: **controllo a campione annuale su una quota del 5% dei partecipanti**, **controllo a campione annuale sul 30%**, e **verifica obbligatoria annuale su tutti i soggetti coinvolti**. Tale dimensione incide direttamente **sull'equilibrio tra l'affidabilità del sistema e l'onere operativo richiesto ai partecipanti**. Da un lato, controlli più rigorosi rafforzano la credibilità e la trasparenza del mercato, contribuendo a generare fiducia tra gli attori coinvolti; dall'altro, un'elevata frequenza delle verifiche può rappresentare un fattore disincentivante, soprattutto in termini di costi, tempi e complessità procedurali. Diversi studi sottolineano come la struttura e l'intensità dei meccanismi di controllo costituiscano elementi centrali nella progettazione di strumenti di mercato per la gestione delle risorse naturali (Mariel & Meyerhoff, 2018; Kreye et al., 2017; Šumrada et al., 2022).

Tra le caratteristiche considerate nel disegno del mercato è stata inclusa anche la **natura dell'ente responsabile delle verifiche**, che può essere di tipo **pubblico** (ad esempio un'autorità locale o regionale), **privato** (come un ente certificatore indipendente) oppure **misto pubblico-privato**. Questa distinzione intende cogliere le diverse preferenze degli attori in merito a trasparenza, imparzialità e fiducia nelle istituzioni coinvolte. Le evidenze disponibili nei mercati delle risorse naturali mostrano come **la configurazione della governance incida in modo rilevante sull'efficacia del sistema** (Kreye et al., 2017).

Il quinto attributo rappresenta **la quantità di crediti blu** associata a ciascuna condizione contrattuale proposta negli scenari di scelta. Questo valore è stato **personalizzato per ciascun rispondente**, in base alle informazioni raccolte nella prima parte del questionario. Come verrà illustrato in dettaglio nella sezione 3.1.3, per gli agricoltori il numero base di crediti è stato determinato sulla base delle azioni selezionate come effettivamente realizzabili nella propria azienda, mentre alle aziende è stato chiesto di indicare il volume di crediti che avrebbero potenzialmente acquistato in uno scenario reale di mercato. I livelli dell'attributo presentati negli esperimenti corrispondono a variazioni percentuali in difetto rispetto al valore base, per tenere conto di due dinamiche potenzialmente rilevanti nel funzionamento reale del sistema: da un lato, la possibilità che il mercato non riesca ad assorbire l'intera quantità di crediti generata; dall'altro, il fatto che l'offerta disponibile possa risultare inferiore alla domanda espressa dalle aziende. **Nel modello teorico di riferimento adottato, un credito blu corrisponde a un risparmio pari a 100 metri cubi di acqua.**



Infine, il sesto attributo introduce la **dimensione monetaria dello scambio**, espressa come prodotto tra il numero di crediti e il prezzo unitario del credito blu. Per gli agricoltori, tale valore rappresenta il **ricavo totale potenziale** derivante dalla vendita dei crediti generati; per le aziende, invece, corrisponde al **costo complessivo di acquisto** dei crediti necessari per compensare i propri prelievi idrici.

Il prezzo unitario di ciascun credito può assumere quattro livelli discreti: 10 €, 16.5 €, 23.5 € e 30 €, tali valori corrispondono a un prezzo compreso tra 0,10 € e 0,30 € per metro cubo d'acqua risparmiato. La definizione di questo intervallo è coerente con i prezzi praticati nei principali mercati internazionali di crediti idrici, tale analisi è dettagliata in Appendice B.

Tabella 2. Attributi e livelli presentati negli scenari di scelta.

| Attributi                                                                                                                                                                | Livelli                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Durata del credito</p> <p>Periodo di validità dei crediti blu acquistati, ovvero per quanti anni possono essere utilizzati prima della loro scadenza.</p>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Breve termine (1–3 anni)</li> <li>Medio termine (4–5 anni)</li> <li>Lungo termine (oltre 5 anni)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>2. Impegno amministrativo</p> <p>Tipo di procedura amministrativa e gli eventuali obblighi previsti per partecipare al sistema dei crediti blu.</p>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Adesione informale tramite dichiarazione di intenti<br/>L'azienda aderisce al sistema attraverso una carta d'intenti non vincolante, che manifesta l'impegno a contribuire al risparmio idrico e a seguire i principi generali del sistema. Non sono previsti obblighi giuridici.</li> <li>Contratto formale con requisiti tecnici e gestionali<br/>La partecipazione avviene tramite la firma di un accordo contrattuale vincolante, che stabilisce modalità operative e obblighi da rispettare.</li> <li>Contratto formale e certificazione con standard e controlli<br/>L'adesione al sistema avviene attraverso la firma di un accordo contrattuale vincolante e l'adesione a uno schema di certificazione riconosciuto, che richiede il rispetto di standard tecnici definiti.</li> </ul> |
| <p>3. Monitoraggio delle industrie</p> <p>Frequenza e modalità con cui vengono effettuati controlli per verificare che le aziende rispettino gli impegni dichiarati.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Controllo a campione annuale (5%)<br/>Ogni anno viene effettuato un controllo a campione che coinvolge solo una piccola parte delle aziende partecipanti (5%), selezionate casualmente. Le restanti aziende non sono soggette a verifica.</li> <li>Controllo a campione annuale (30%)<br/>Ogni anno viene effettuato un controllo a campione su una quota più ampia delle aziende partecipanti (30%), selezionate in modo casuale. Le restanti aziende non sono soggette a verifica.</li> <li>Verifica annuale obbligatoria (100%)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                       | Ogni anno è prevista una verifica formale delle attività dichiarate per tutte le aziende partecipanti. Ogni partecipante è soggetto a verifica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>4. Organismo responsabile del controllo</p> <p>Tipo di ente incaricato di verificare il rispetto degli impegni da parte delle aziende partecipanti al sistema dei crediti blu.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Governance pubblica: il controllo è affidato a un ente pubblico (es. autorità locale, consorzio).</li> <li>• Governance privata: il controllo è svolto da un soggetto privato (es. fornitore di servizi idrici, ente certificatore indipendente).</li> <li>• Governance mista (pubblico-privata): il controllo è condiviso tra enti pubblici e enti certificatori privati.</li> </ul>                     |
| <p>5. Numero di crediti</p> <p>Quantità di crediti blu vendibili (per gli agricoltori) e acquistabili (per le industrie).</p>                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantità base -50%</li> <li>• Quantità base -40%</li> <li>• Quantità base -20%</li> <li>• Quantità base</li> </ul> <p>Per gli agricoltori, la quantità base è stata definita in base alle pratiche di risparmio idrico selezionate come realizzabili nella propria azienda. Per le aziende, la quantità base corrisponde al numero massimo di crediti che l'impresa ha dichiarato di voler acquistare</p> |
| <p>6. Ricavo/Prezzo totale (€)</p> <p>Importo totale derivante dalla vendita dei crediti (per gli agricoltori) o dal loro acquisto (per le aziende).</p>                              | <p>Importo calcolato come prodotto tra il numero di crediti e il prezzo unitario del credito. Il prezzo unitario può assumere i seguenti valori:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 €/credito</li> <li>• 16,50 €/credito</li> <li>• 23,50 €/credito</li> <li>• 30 €/credito</li> </ul>                                                                                                                                                |

I livelli degli attributi sono stati allocati tra le alternative contrattuali e gli scenari attraverso un disegno sperimentale Bayesiano D-efficient (Ferrini and Scarpa, 2007; Scarpa et al., 2007). Il disegno sperimentale finale comprende 48 choice task, suddivisi in otto blocchi. A ogni rispondente è stato assegnato uno dei blocchi in modo casuale, così da dover rispondere soltanto a sei scenari, riducendo l'affaticamento cognitivo e garantendo al tempo stesso l'efficienza statistica della stima finale. In ciascuno scenario, oltre alle due alternative contrattuali proposte, era sempre presente l'opzione "non scelgo nessuna delle due", che consentiva ai partecipanti di non dover esprimere una scelta forzata se nessuna delle soluzioni proposte risultava accettabile. Le Figure 2 e 3 riportano due esempi di scenario di scelta proposti ai rispondenti, rispettivamente, uno per gli agricoltori e uno per le aziende.

Figura 2. Esempio di scenario di scelta presentato agli agricoltori.

Immagina di dover prendere una decisione per la tua azienda agricola. Ti chiediamo di valutare attentamente le seguenti opzioni di vendita dei tuoi crediti blu. Indica se sceglieresti l'opzione A, l'opzione B oppure nessuna delle due.

|                                             | <b>Opzione A</b>                     | <b>Opzione B</b>                   | <b>Nessuna delle due</b> |
|---------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>Durata del credito</b>                   | Breve termine (1-3 anni)             | Lungo termine (oltre 5 anni)       | –                        |
| <b>Impegno amministrativo</b>               | Contratto formale + certificazione   | Dichiarazione informale di intenti | –                        |
| <b>Monitoraggio delle aziende agricole</b>  | Verifica annuale obbligatoria (100%) | Controllo annuale a campione (30%) | –                        |
| <b>Organismo responsabile del controllo</b> | Governance mista (pubblico-privata)  | Governance pubblica                | –                        |
| <b>Numero di crediti</b>                    | 450                                  | 225                                | –                        |
| <b>Ricavo totale dalla vendita</b>          | €4500                                | €3700                              | €0                       |
| <b>Sceglierei</b>                           | <input type="checkbox"/>             | <input type="checkbox"/>           | <input type="checkbox"/> |

Figura 3. Esempio di scenario di scelta presentato alle aziende.

Immagina di dover prendere una decisione per la tua azienda. Ti chiediamo di valutare attentamente le seguenti opzioni di vendita dei tuoi crediti blu. Indica se sceglieresti l'opzione A, l'opzione B oppure nessuna delle due.

|                                             | <b>Opzione A</b>                        | <b>Opzione B</b>                     | <b>Nessuna delle due</b> |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| <b>Durata del credito</b>                   | Medio termine (3-5 anni)                | Breve termine (1-3 anni)             | –                        |
| <b>Impegno amministrativo</b>               | Contratto formale con requisiti tecnici | Dichiarazione informale di intenti   | –                        |
| <b>Monitoraggio delle industrie</b>         | Controllo annuale a campione (5%)       | Verifica annuale obbligatoria (100%) | –                        |
| <b>Organismo responsabile del controllo</b> | Governance privata                      | Governance pubblica                  | –                        |
| <b>Numero di crediti</b>                    | 20                                      | 10                                   | –                        |
| <b>Prezzo totale</b>                        | €600                                    | €165                                 | €0                       |
| <b>Sceglierei</b>                           | <input type="checkbox"/>                | <input type="checkbox"/>             | <input type="checkbox"/> |

## ***Cittadini***<sup>2</sup>

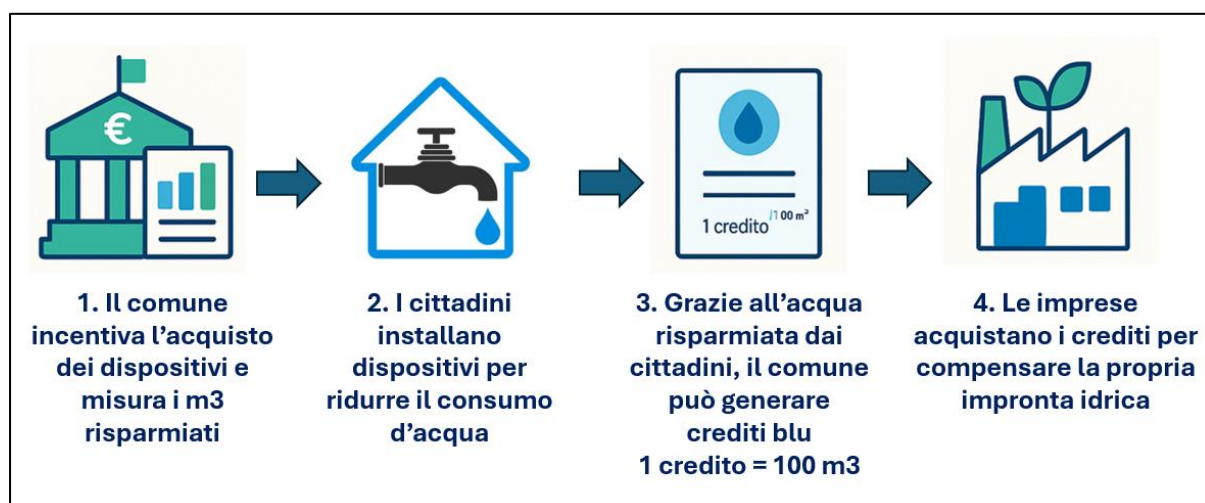
Per il target dei cittadini è stato sviluppato un esperimento di scelta volto a rappresentare un potenziale contesto in cui anche **le utenze domestiche possano partecipare attivamente al sistema volontario di crediti idrici**, contribuendo alla riduzione dei consumi attraverso **l'adozione di tecnologie o pratiche efficienti in ambito residenziale**. In questo scenario, si è ipotizzato che l'adesione delle famiglie potesse avvenire con il supporto economico dell'amministrazione comunale, che potrebbe promuovere l'iniziativa mettendo a disposizione un incentivo pari al 50% del costo di acquisto dei dispositivi di risparmio idrico. **I risparmi idrici generati** a livello individuale possono quindi essere **quantificati, verificati e aggregati su scala comunale**. Conseguentemente, **l'amministrazione locale, sulla base di tali risparmi, può generare crediti blu da immettere sul mercato**. Le risorse economiche ottenute dalla vendita di questi crediti possono essere reinvestite nel sistema, ad esempio per sostenere l'adozione diffusa di tecnologie per il risparmio idrico da parte delle famiglie (Figura 4).

Questo approccio, che estende il sistema di crediti blu al settore civile, assegna un **ruolo attivo** alle utenze domestiche nella generazione di benefici ambientali misurabili, e un **ruolo tecnico-istituzionale** agli enti pubblici locali, responsabili della gestione del potenziale ritorno economico ad essi associato. L'esperimento mira a identificare le condizioni operative che potrebbero incentivare l'adesione volontaria e attiva dei cittadini al sistema dei crediti blu e la loro percezione e attitudine al sistema.

---

<sup>2</sup> Per quanto riguarda la raccolta dati e il disegno sperimentale relativi al campione dei cittadini, si segnala il contributo del Dott. Raoul Mansetti, che ha collaborato alle attività di ricerca nell'ambito della propria tesi di laurea magistrale.

Figura 4. Framework teorico di riferimento per l'indagine svolta con i cittadini.



L'esperimento di scelta rivolto ai cittadini è stato strutturato come una serie di scenari di scelta in cui i partecipanti erano chiamati a scegliere tra **diversi pacchetti di dispositivi per il risparmio idrico da installare nella propria abitazione** (Tabella 3). Ogni pacchetto era definito da una combinazione di cinque attributi, corrispondenti alla presenza o assenza dei seguenti dispositivi: **WC a basso flusso, lavatrice ad alta efficienza, sensore per il rilevamento di perdite, sistema di feedback sul consumo e rubinetto con attivazione touchless**. I dispositivi selezionati sono stati individuati sulla base di una revisione della letteratura scientifica e tecnica sui principali interventi domestici di efficienza idrica, con particolare attenzione alla loro efficacia nel ridurre i consumi e alla diffusione di mercato nei contesti europei (Lee et al., 2011; Groothuis et al., 2015; Angelidis & Stavrotheodorou, 2020; Uelmen et al., 2020; Melville-Shreeve et al., 2021).

Ogni pacchetto proposto corrisponde a una combinazione distinta di dispositivi inclusi e a un prezzo totale. L'attributo del prezzo è stato calcolato applicando una variazione percentuale al costo totale del pacchetto, determinato come somma dei costi medi dei dispositivi inclusi. I costi medi di ciascun dispositivo sono derivati da indagini condotte su dati di mercato reali. Il valore mostrato nello scenario riflette già l'applicazione dell'incentivo comunale, pari al 50% del prezzo di mercato, e rappresenta l'esborso effettivo richiesto al cittadino per l'acquisto dei pacchetti di dispositivi.

Tabella 3. Attributi e livelli presentati negli scenari di scelta.

| Attributi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Livelli                                                            | Costo medio dei dispositivi |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Eco-Toilets e WC a basso flusso<br>WC che utilizzano meno acqua per ogni scarico grazie a un getto più potente e a un sistema di scarico ottimizzato, mantenendo la stessa efficacia dei modelli tradizionali.                                                                                                                                                                                                          | Presenza<br>Assenza                                                | 900 €                       |
| 2. Lavatrici a basso flusso ed elevata efficienza (Energy STAR)<br>Lavatrici che adattano il consumo d'acqua al peso del bucato grazie a sensori e tamburi ottimizzati, riducendo sensibilmente l'acqua usata per ogni lavaggio.                                                                                                                                                                                           | Presenza<br>Assenza                                                | 850 €                       |
| 3. Meccanismi/sensori smart per il rilevamento rapido delle perdite<br>Dispositivi digitali che monitorano in modo continuo la rete idrica domestica e rilevano automaticamente eventuali perdite o anomalie di flusso. In caso di problema, chiudono il passaggio dell'acqua o inviano un avviso immediato (ad esempio tramite app o allarme sonoro), permettendo di intervenire rapidamente per evitare sprechi e danni. | Presenza<br>Assenza                                                | 800 €                       |
| 4. Feedback sul consumo in tempo reale (smart- meters)<br>Sistemi digitali che mostrano all'utente in tempo reale i litri consumati e inviano notifiche se si supera una soglia prestabilita.                                                                                                                                                                                                                              | Presenza<br>Assenza                                                | 785 €                       |
| 5. Rubinetti touchless<br>Rubinetti dotati di sensori di movimento che attivano il flusso d'acqua solo quando rilevano la presenza delle mani o di un oggetto sotto il miscelatore. L'erogazione si interrompe automaticamente quando non sono più utilizzati, riducendo così gli sprechi.                                                                                                                                 | Presenza<br>Assenza                                                | 415 €                       |
| 6. Prezzo totale<br>Prezzo effettivo a carico del cittadino, calcolato come somma dei costi medi dei dispositivi inclusi, già scontato del 50% grazie al contributo comunale.                                                                                                                                                                                                                                              | +20%<br>+10%<br>-10%<br>-20%<br>Rispetto al prezzo di riferimento. |                             |

Il disegno sperimentale è stato sviluppato utilizzando un approccio Bayesiano D-efficient (Ferrini e Scarpa, 2007; Scarpa et al., 2007). Il disegno completo include 48 scenari di scelta, distribuiti in sei blocchi. Ogni partecipante è stato assegnato in modo casuale a uno dei blocchi e ha completato otto scenari di scelta. In ciascuno di essi venivano proposti due pacchetti alternativi di dispositivi per il risparmio idrico, differenziati per composizione e prezzo. Era

sempre presente anche un'opzione di non acquisto ("non scelgo nessuno dei due"), che consentiva ai rispondenti di esprimere la propria preferenza senza dover selezionare forzatamente una delle due soluzioni offerte. Un esempio di scenario somministrato nel questionario ai cittadini è riportato in Figura 5.

Figura 5. Esempio di scenario di scelta presentato ai cittadini.

Immagina di dover prendere una decisione per la tua abitazione. Ti chiediamo di valutare attentamente le seguenti combinazioni di dispositivi di risparmio idrico. Indica se sceglieresti di installare il pacchetto A, il pacchetto B oppure nessuno dei due.

|                                                                         | Pacchetto A              | Pacchetto B              | Nessuno dei due          |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Eco-Toilets e WC a basso flusso</b>                                  | Sì                       | No                       | -                        |
| <b>Lavatrici a basso flusso ed elevata efficienza (Energy STAR)</b>     | No                       | Sì                       | -                        |
| <b>Meccanismi/sensori smart per il rilevamento rapido delle perdite</b> | Sì                       | Sì                       | -                        |
| <b>Feedback sul consumo in tempo reale</b>                              | Sì                       | No                       | -                        |
| <b>Rubinetti touchless</b>                                              | No                       | Sì                       | -                        |
| <b>Prezzo finale del pacchetto già scontato del contributo comunale</b> | €1400                    | €850                     | €0                       |
| <b>Sceglierei</b>                                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### 3.1.3 Descrizione dei questionari

#### **Agricoltori**

Il questionario rivolto agli agricoltori è articolato in sette sezioni. La prima parte della survey raccoglie informazioni generali sull'azienda agricola, comprese la superficie aziendale, l'ordinamento produttivo, le colture praticate e le modalità irrigue adottate. Segue una sezione dedicata ai consumi idrici e alle pratiche di gestione della risorsa, con riferimento alle fonti di approvvigionamento, ai volumi utilizzati, ai costi sostenuti e alle tecnologie eventualmente adottate per migliorare l'efficienza. Una sezione è dedicata alla conoscenza e percezione dei meccanismi di credito ambientale, in cui viene introdotto e spiegato in modo dettagliato lo schema volontario di crediti blu e si rileva il livello di familiarità e l'efficacia percepita da parte del rispondente.

Successivamente, il questionario propone un esercizio in cui all'agricoltore viene chiesto di selezionare una o più azioni aziendali potenzialmente idonee a generare crediti blu. Le opzioni includono l'adozione di servizi di consiglio irriguo, l'efficientamento dei sistemi di irrigazione e la realizzazione di aree forestali di infiltrazione. Per ciascuna azione vengono fornite informazioni sintetiche su costi di attuazione, benefici idrici attesi e tempi di ritorno dell'investimento. Questa sezione consente di stimare il numero di crediti blu che l'azienda potrebbe realisticamente generare, tenendo conto sia delle pratiche già in atto sia delle intenzioni dichiarate, in un'ottica il più possibile aderente all'esperienza gestionale concreta. La selezione delle azioni mostrate e la quantificazione dei crediti potenzialmente generabili hanno richiesto un attento lavoro di ricerca e validazione tecnica, svolto con il supporto dei partner di progetto, e in particolare grazie al contributo di ANBI e VIACQUA, che hanno fornito competenze operative e dati utili alla definizione dei parametri tecnici di riferimento.

Dopo questa parte, vengono presentati i sei scenari di scelta del choice experiment descritti precedentemente (cfr sezione 3.1.2). Il choice experiment mira a stimare la disponibilità ad accettare per la vendita di crediti idrici e le preferenze per le diverse caratteristiche del mercato.

Le sezioni conclusive della survey raccolgono informazioni sulle motivazioni all'adesione o al disinteresse verso il sistema dei crediti e sulle percezioni della scarsità idrica e le eventuali intenzioni di investimento per la gestione sostenibile della risorsa. Infine, viene rilevato un set di variabili sociodemografiche del rispondente, comprese l'età, il titolo di studio, gli anni di esperienza, il ruolo ricoperto in azienda, performance economiche dell'azienda e certificazioni ambientali eventualmente in possesso.

### ***Industrie***

Il questionario rivolto alle aziende si compone di otto sezioni. La prima sezione raccoglie informazioni generali sull'azienda, tra cui settore di appartenenza, dimensione d'impresa e localizzazione geografica. La sezione successiva è dedicata all'analisi dei consumi idrici e delle pratiche di gestione della risorsa a livello aziendale, con domande sulle fonti di approvvigionamento, i volumi utilizzati, i costi sostenuti e le tecnologie adottate per il risparmio, il riciclo e il riuso dell'acqua. Viene inoltre rilevata la presenza di sistemi di monitoraggio interni e la frequenza dei controlli. Una sezione specifica è dedicata alla



conoscenza dei sistemi di scambio di crediti ambientali, in cui viene introdotto il concetto di mercato volontario di crediti idrici e in particolare il funzionamento del meccanismo dei crediti blu e le potenzialità applicative in ambito industriale.

Segue una sezione focalizzata sul calcolo dell'impronta idrica blu aziendale e sulla quantificazione dei crediti necessari alla sua compensazione. Il questionario prevede due modalità: il caricamento diretto di dati autocalcolati (nel caso di aziende dotate di strumenti avanzati di valutazione ambientale) oppure una stima automatica basata su dati secondari di riferimento e volumi dichiarati. A conclusione di questa fase, i rispondenti sono invitati a indicare se, in linea di principio, sarebbero interessati ad acquistare crediti blu, specificando la loro disponibilità a pagare massima e la quantità desiderata. Sulla base delle intenzioni dichiarate e, in particolare, del numero di crediti indicato dal rispondente, viene successivamente proposto il choice experiment, nel quale le imprese valutano scenari di acquisto costruiti attraverso la combinazione di diversi attributi contrattuali ed economici, come descritto nel dettaglio nella sezione 3.1.2. Il choice experiment ha come obiettivo quello di stimare la disponibilità a pagare per l'acquisto di crediti idrici e le preferenze per le diverse caratteristiche del mercato.

Le sezioni conclusive raccolgono informazioni sulle percezioni delle sfide future legate alla scarsità idrica, sulla rilevanza attribuita alle politiche di supporto alla gestione sostenibile della risorsa, e sulla propensione all'innovazione tecnologica. Il questionario si chiude con un set di domande sociodemografiche e aziendali, che includono età, titolo di studio, ruolo del rispondente, performance economiche dell'azienda e certificazioni ambientali eventualmente in possesso.

### ***Cittadini***

Il questionario rivolto ai cittadini si articola in sei sezioni principali, finalizzate a comprendere i comportamenti di consumo idrico, le attitudini verso la sostenibilità e la disponibilità ad aderire a un sistema volontario di crediti blu attraverso l'adozione di tecnologie domestiche per il risparmio dell'acqua. La prima sezione raccoglie dati sul consumo idrico familiare e sulle pratiche quotidiane di utilizzo dell'acqua in ambito domestico, incluse abitudini legate al bucato, alla doccia, al lavaggio delle stoviglie e all'irrigazione del giardino. Vengono inoltre

esplorate l'attitudine al risparmio idrico e il grado di consapevolezza percepito rispetto alla scarsità d'acqua sul territorio comunale.

Segue una sezione dedicata alla conoscenza e alla comprensione dei meccanismi di credito ambientale. Dopo una breve introduzione generale, viene illustrato il funzionamento del sistema di crediti blu, inclusa la possibilità che le famiglie partecipino attivamente grazie a un incentivo pubblico offerto dal proprio Comune per l'acquisto di dispositivi per il risparmio idrico a livello domestico. I cittadini vengono quindi invitati a esprimere la propria percezione su tale strumento di mercato finalizzato a una gestione più sostenibile della risorsa. La terza sezione include l'esperimento di scelta (così come dettagliato nella sezione 3.1.2) in cui ai partecipanti viene chiesto di valutare diversi pacchetti di dispositivi, caratterizzati da combinazioni differenti di tecnologie per il risparmio idrico. L'esperimento di scelta mira a stimare la disponibilità a pagare dei cittadini per le tecnologie di risparmio idrico e a coglierne le preferenze rispetto alle diverse soluzioni proposte.

Le sezioni successive approfondiscono dimensioni psicografiche legate alle credenze ambientali, alla propensione all'innovazione e alla fiducia nelle istituzioni. L'ultima sezione raccoglie le informazioni sociodemografiche ed economiche del rispondente e del proprio nucleo familiare.

### **3.1.4 Raccolta dati e analisi**

I questionari sono stati somministrati online a un totale di 1.409 rispondenti, così suddivisi: 202 agricoltori, 196 imprese e 1.011 cittadini. Il campione degli agricoltori è stato limitato alle aziende cerealicole, sulla base dell'evidenza che, in contesti regionali come il Veneto, colture come mais e soia risultano tra le più idroesigenti e particolarmente rilevanti per l'implementazione di strategie di riduzione dei consumi (INEA, 2009). Il campione delle imprese è stato filtrato includendo esclusivamente aziende appartenenti a settori industriali ad alta intensità idrica, quali l'industria alimentare e delle bevande, il comparto tessile e la metallurgia, identificati come i comparti a maggiore impatto secondo recenti analisi (Community Valore Acqua per l'Italia, 2024).

All'interno di ciascun sottocampione, è stato applicato un campionamento a quote per garantire la rappresentatività statistica dei rispondenti. Gli agricoltori e le imprese sono

rappresentativi in termini di dimensione economica, mentre il campione dei cittadini riflette la composizione della popolazione italiana per età, genere e distribuzione geografica.

La raccolta dati è stata affidata a un istituto specializzato nella somministrazione professionale di survey online, Demetra. Lo studio ha ottenuto l'approvazione del Comitato Etico del Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TESAF) dell'Università di Padova. La somministrazione del questionario si è svolta tra giugno e settembre 2025.

L'analisi econometrica dei dati ottenuti dagli esperimenti di scelta è stata condotta applicando i Random Utility Models (McFadden, 1974). Secondo questa impostazione teorica, l'utilità  $U_{int}$  che l'individuo  $n$  associa all'alternativa  $i$  nello scenario di scelta  $t$  è scomposta in due componenti: una deterministica  $V_{int}$ , funzione degli attributi osservabili, e una componente aleatoria  $\varepsilon_{int}$ , che cattura fattori non osservati:

$$U_{int} = V_{int} + \varepsilon_{int} \quad (1)$$

Nel nostro caso, il termine deterministico è stato specificato secondo un modello Logit Multinomiale (MNL), in cui l'utilità associata a ciascuna alternativa è espressa come combinazione lineare degli attributi inclusi nello scenario:

$$V_{int} = \beta' X_{int} \quad (2)$$

dove  $X_{int}$  è un vettore di attributi che descrivono le caratteristiche dell'alternativa  $i$  nel task  $t$  (incluso il prezzo), mentre  $\beta$  è il vettore dei coefficienti stimati, che rappresentano il peso relativo dell'utilità assegnata da ciascun individuo agli attributi considerati. La probabilità che l'individuo  $n$  selezioni l'alternativa  $i$  nel task  $t$  è definita dalla formula classica del MNL:

$$\pi_{int} = \frac{e^{V_{int}}}{\sum_j e^{V_{jnt}}} \quad (3)$$

dove  $j$  denota l'insieme di tutte le alternative disponibili nel task di scelta  $t$ .

La **disponibilità a pagare (WTP)** o la **disponibilità ad accettare** monetaria (**WTA**) per uno specifico attributo vengono derivate come rapporto tra il coefficiente dell'attributo non

monetario e quello dell'attributo monetario (es. prezzo o compenso). Questo rapporto rappresenta il **tasso marginale di sostituzione** tra l'attributo in esame e la dimensione monetaria dell'alternativa, ovvero l'importo che un individuo è disposto a pagare per ottenere un miglioramento (WTP) o a ricevere come compensazione per accettare un cambiamento indesiderato (WTA), a parità di utilità complessiva. Dal punto di vista microeconomico, tale misura può essere interpretata come un **surplus compensativo marginale**, e consente di tradurre le preferenze espresse nei choice task in termini monetari, fornendo un indicatore chiave del valore economico attribuito dai rispondenti agli attributi oggetto di valutazione.

Tutti i modelli sono stati stimati tramite massima verosimiglianza utilizzando il pacchetto Apollo per R (Hess e Palma, 2019).

L'analisi si compone anche di statistiche descrittive sulle risposte fornite alle domande del questionario, con l'obiettivo di caratterizzare i tre gruppi target in termini di comportamenti, percezioni e atteggiamenti verso la gestione sostenibile della risorsa idrica e il sistema di crediti blu spiegato ai rispondenti nelle tre survey.

## 3.2 Risultati

### 3.2.1 Agricoltori

#### *Descrizione del campione*

Il campione finale che è stato raggiunto è composto da **202 aziende agricole**, le caratteristiche descrittive sono sintetizzate nella Tabella 4. La distribuzione territoriale del campione è fortemente concentrata nel Nord Italia (73,8%). Tale configurazione riflette la localizzazione prevalente delle colture cerealicole irrigue, in particolare mais, soia e riso, che costituiscono la coltura prevalente per il 53% delle aziende intervistate. La dimensione economica risulta eterogenea: il 48,5% delle aziende presenta un fatturato superiore ai 50.000 €, mentre il 26,7% si colloca nella fascia compresa tra 15.001 e 50.000 €. Le imprese di dimensione più ridotta rappresentano una quota minoritaria: il 16,3% ha un fatturato compreso tra 8.000 e 15.000 €, e l'8,4% non supera gli 8.000 €.

La superficie agricola utilizzata mostra una notevole variabilità, con una mediana di 68,5 ha e una media di circa 153 ha, evidenziando la presenza simultanea di aziende di piccole, medie e grandi dimensioni all'interno del campione. Il numero di addetti impiegati in azienda risulta contenuto: mediamente il minimo è pari a 3, mentre il numero massimo è in media pari a 6 unità.

Tabella 4. Caratteristiche del campione di aziende agricole (N = 202).

|                                       | N     | %      |
|---------------------------------------|-------|--------|
| <i>Area geografica</i>                |       |        |
| Nord                                  | 149   | 73,76  |
| Centro                                | 13    | 6,44   |
| Sud e isole                           | 40    | 19,8   |
| <i>Fatturato</i>                      |       |        |
| Meno di 8,000€                        | 17    | 8,42   |
| Tra gli 8,000€ e i 15,000€            | 33    | 16,34  |
| Tra i 15,001€ e i 50,000€             | 54    | 26,73  |
| Oltre 50,000 €                        | 98    | 48,51  |
| SAU in ha (mediana, media)            | 68,53 | 153,14 |
| Numero medio di lavoratori (min, max) | 2,82  | 5,68   |

Note: SAU: Superficie Agricola Utilizzata.

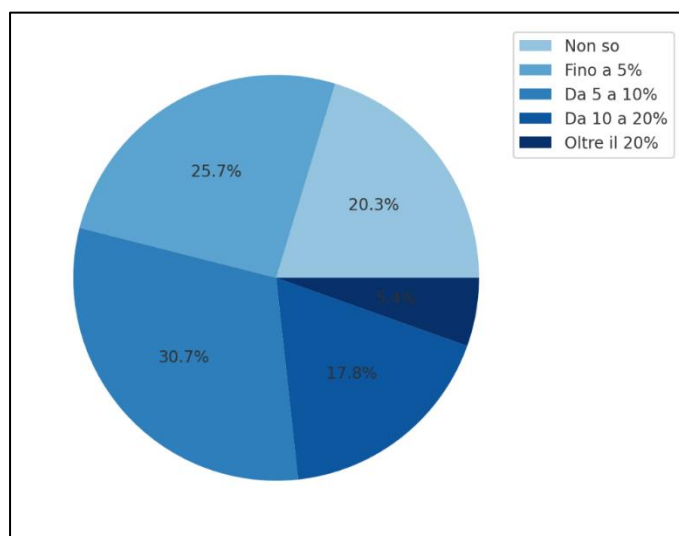
La spesa media annuale per l'approvvigionamento idrico tende ad aumentare al crescere della dimensione economica aziendale (Tabella 5), passando da circa 5.600 € nelle aziende con fatturato inferiore a 8.000 € a oltre 19.500 € per quelle con fatturato superiore a 50.000 €. Anche il consumo idrico dichiarato cresce in modo molto marcato nelle classi di fatturato più elevate, superando in media i 130.000 mc annui nelle aziende più grandi. È però importante sottolineare che il 28% del campione ha dichiarato di non conoscere la propria spesa media per i consumi idrici e l'83% di non conoscere il proprio consumo idrico annuo. I valori riportati derivano quindi esclusivamente dalle aziende che sono state in grado (o disponibili) a fornire queste informazioni. È plausibile che, oltre alla mancanza di dati contabili precisi, incida anche una certa riluttanza da parte dei rispondenti nel comunicare informazioni ritenute sensibili.

Tabella 5. Spesa annuale e consumi idrici per classe di fatturato dell'azienda agricola.

|                                                   | Classe di fatturato dell'azienda agricola |                           |                          |                |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------|
|                                                   | Meno di 8,000€                            | Tra gli 8,000 e i 15,000€ | Tra i 15,001 e i 50,000€ | Oltre 50,000 € |
| Spesa media annuale per approvvigionamento idrico | 5.585 €                                   | 11.651,05€                | 8.533,211€               | 19.530,34€     |
| Consumo idrico annuale                            | 260 mc                                    | 1.637,5 mc                | 14.173,64 mc             | 130.613,9 mc   |

La Figura 6 riporta l'incidenza del costo dell'acqua sul costo totale di produzione aziendale. Per la maggior parte delle aziende questo costo rappresenta una quota limitata del totale: in circa il 56% dei casi l'incidenza è entro il 10%. Le incidenze più elevate, superiori al 20%, riguardano solo una minoranza di imprese (5,4%). È però rilevante la quota di rispondenti che dichiara di non conoscere questa informazione, pari a circa un quinto del campione. Questo risultato potrebbe segnalare, da un lato, una conoscenza solo parziale della struttura dei costi di produzione aziendali e, dall'altro, una possibile riluttanza a condividere i dati economici aziendali.

Figura 6. Incidenza della spesa per l'approvvigionamento idrico sul costo totale di produzione per le aziende agricole.



La Tabella 6 mostra le informazioni sulle diverse fonti di approvvigionamento idrico utilizzate dalle aziende del campione e sulla loro incidenza sui prelievi. I sistemi di irrigazione collettiva dei consorzi di bonifica rappresentano la principale fonte sia in termini di diffusione (oltre tre quarti delle aziende li utilizzano) sia per quota media di prelievo, 62%. I pozzi e le sorgenti private interessano circa il 40% delle aziende, ma con un contributo medio ai prelievi sensibilmente più contenuto (40,59%); mentre le prese dirette da canali, torrenti, fiumi o laghi risultano limitate a una minoranza di imprese (19,30%). Ancora più residuale è il ricorso a sistemi di raccolta dell'acqua piovana e, soprattutto, al riuso di acque reflue trattate, che al momento mostrano un ruolo marginale sia per numero di aziende coinvolte sia per volumi prelevati.

Tabella 6. Prelievi idrici per fonte di approvvigionamento per le aziende agricole.

| Fonte di approvvigionamento                                               | Aziende utilizzatrici (%) | Quota dei prelievi negli ultimi tre anni (%) |         |           |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|---------|-----------|
|                                                                           |                           | Media                                        | Mediana | Dev. Std. |
| Sistemi di irrigazione collettiva del consorzio di bonifica               | 76,73                     | 62,44                                        | 90      | 43,18     |
| Pozzo privato o sorgente privata                                          | 40,59                     | 19,30                                        | 0       | 33,34     |
| Presa privata da canale/torrente/fiume/lago                               | 19,31                     | 9,05                                         | 0       | 23,70     |
| Sistemi di raccolta dell'acqua piovana (bacini, invasi, serbatoi privati) | 13,86                     | 5,40                                         | 0       | 17,24     |
| Riuso delle acque reflue trattate                                         | 3,47                      | 0,64                                         | 0       | 4,33      |
| Altro (risorgive)                                                         | 1,49                      | 0,74                                         | 0       | 6,56      |

Note: Dev. Std.: Deviazione Standard.

La Tabella 7 riporta i sistemi irrigui, le tecnologie per la gestione dell'acqua e le pratiche di conservazione diffusi tra le aziende del campione. Il sistema di irrigazione più utilizzato è l'irrigazione per scorrimento o sommersione (51%). L'uso del rotolone interessa una quota altrettanto ampia di aziende (44%), mentre pivot e ranger risultano meno frequenti. L'irrigazione a goccia è adottata da poco meno di un terzo delle aziende, segnalando una penetrazione ancora parziale dei sistemi di distribuzione ad alta efficienza idrica. Per quanto riguarda le tecnologie di gestione dei consumi, la consultazione regolare di dati meteorologici è la pratica più diffusa (46%), mentre l'adozione di sensori, sistemi automatizzati o tecnologie di precisione rimane più limitata e disomogenea tra le aziende. Una quota rilevante del campione (37%) non utilizza alcuno strumento di supporto alla gestione irrigua. Allo stesso modo, le pratiche di conservazione e recupero dell'acqua mostrano anch'esse livelli di adozione diversificati: le più diffuse riguardano il miglioramento della capacità di ritenzione idrica e la programmazione colturale (rispettivamente 24% e 23%), mentre il recupero da sistemi di drenaggio o il riuso di acque reflue sono ancora residuali. Anche in questo ambito una quota ampia di aziende (36%) non applica alcuna pratica specifica. Tra coloro che utilizzano tecnologie o pratiche di ottimizzazione (il 78% del campione), la soddisfazione percepita è complessivamente positiva: la maggior parte si dichiara "abbastanza soddisfatta", circa il 58%, mentre le valutazioni negative sono una quota minoritaria del campione.



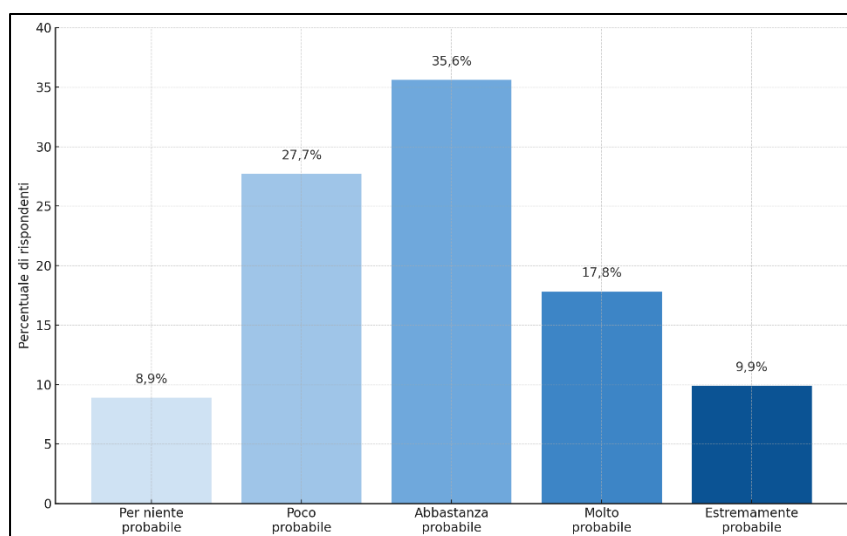


Tabella 7. Tecnologie e pratiche di ottimizzazione del consumo idrico adottate dalle aziende agricole.

|                                                                                                                                                                  | Aziende utilizzatrici |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------|
|                                                                                                                                                                  | N                     | %     |
| <i>Sistema d'irrigazione</i>                                                                                                                                     |                       |       |
| Irrigazione per scorrimento o sommersione                                                                                                                        | 104                   | 51,49 |
| Rotolone (irrigatore semovente con cannone a pioggia)                                                                                                            | 88                    | 43,56 |
| Pivot o ranger (sistemi meccanici mobili per irrigazione a pioggia)                                                                                              | 21                    | 10,4  |
| Irrigazione a goccia                                                                                                                                             | 58                    | 28,71 |
| <i>Tecnologie per la gestione dei consumi idrici di campo</i>                                                                                                    |                       |       |
| Tecnologie di precisione: droni e satelliti per monitorare lo stato idrico delle coltivazioni.                                                                   | 28                    | 13,86 |
| Sistemi di irrigazione automatizzati (basati su centraline o sensori che attivano l'irrigazione solo se necessario)                                              | 34                    | 16,83 |
| Sensoristica per il monitoraggio delle variabili ambientali (umidità, temperatura, vento, umidità del suolo etc)                                                 | 29                    | 14,36 |
| Consultazione regolare di dati meteorologici (es. bollettini, piattaforme online, app meteo per l'agricoltura)                                                   | 93                    | 46,04 |
| Servizio di consulenza online (app o software) per la gestione dell'irrigazione (es. Irrinet, Irriframe, xFarm Irrigazione, Agricolus DSS)                       | 22                    | 10,89 |
| Nessuna                                                                                                                                                          | 74                    | 36,63 |
| <i>Pratiche di conservazione, recupero e riutilizzo della risorsa idrica</i>                                                                                     |                       |       |
| Sistemi di raccolta e stoccaggio dell'acqua piovana (es. Invasi, serbatoi artificiali o laghetti aziendali)                                                      | 41                    | 20,3  |
| Sistemi di stoccaggio dell'acqua proveniente da corsi idrici superficiali (es. Invasi, serbatoi artificiali o laghetti aziendali)                                | 26                    | 12,87 |
| Utilizzo di pacciamatura o coperture vegetali per ridurre l'evaporazione e mantenere l'umidità del terreno                                                       | 28                    | 13,86 |
| Trattamento delle acque reflue: utilizzo di impianti per trattare le acque reflue domestiche o di allevamenti, per poi riutilizzarle a fini irrigui              | 4                     | 1,98  |
| Recupero dell'acqua dai sistemi di drenaggio: sistemi di raccolta dell'acqua drenata dai campi per reimmetterla nel ciclo di irrigazione                         | 16                    | 7,92  |
| Programmazione delle colture: rotazione e selezione di colture meno idroesigenti durante i periodi di scarsità d'acqua.                                          | 46                    | 22,77 |
| Miglioramento della capacità di ritenzione idrica: incremento della materia organica nel suolo per migliorarne la struttura e la capacità di trattenere l'acqua. | 49                    | 24,26 |
| Minimizzazione del ruscellamento: adozione di tecniche di lavorazione conservativa del suolo, come l'agricoltura no-till (senza aratura).                        | 30                    | 14,85 |
| Creazione di fasce tampone: strisce di vegetazione permanente lungo i margini dei campi per ridurre la perdita di acqua.                                         | 26                    | 12,87 |
| Nessuna                                                                                                                                                          | 72                    | 35,64 |
| <i>Livello di soddisfazione percepito da chi adotta tecnologie o pratiche di ottimizzazione del consumo idrico (N = 158)</i>                                     |                       |       |
| Per niente soddisfatto                                                                                                                                           | 6                     | 3,8   |
| Poco soddisfatto                                                                                                                                                 | 32                    | 20,25 |
| Abbastanza soddisfatto                                                                                                                                           | 91                    | 57,59 |
| Molto soddisfatto                                                                                                                                                | 18                    | 11,39 |
| Completamente soddisfatto                                                                                                                                        | 11                    | 6,96  |

La maggior parte delle aziende percepisce un rischio concreto di dover affrontare problemi di scarsità idrica nei prossimi anni (Figura 7). Oltre la metà dei rispondenti reputa tale evenienza almeno “abbastanza probabile”, mentre le valutazioni di bassa probabilità rappresentano una quota più ridotta, circa il 28%. Nel complesso, emerge una consapevolezza diffusa della crescente incertezza legata alla disponibilità idrica.

Figura 7. Percezione del rischio di scarsità idrica degli agricoltori.



### ***Preferenze per il mercato di crediti idrici***

La Tabella 8 illustra la percezione degli agricoltori e l’interesse potenziale verso il sistema volontario di scambio di crediti blu. Una quota non trascurabile di aziende (28,2%) dichiara di non avere elementi sufficienti per esprimere un giudizio, mentre le posizioni apertamente scettiche rappresentano complessivamente circa il 16%. Dall’altro lato, **oltre la metà del campione attribuisce al sistema un contributo almeno moderato al miglioramento della gestione delle risorse idriche (55,4%)**, segnalando uno spazio potenziale per l’accettazione dello strumento.

In linea con questo quadro, l’interesse dichiarato a partecipare al mercato volontario di crediti idrici appare complessivamente incoraggiante: il campione risulta pressoché diviso a metà tra **chi si dichiara interessato (48,5%)** e chi non mostra apertura (51,5%). Il fatto che quasi un agricoltore su due esprima già ora una propensione positiva indica che il sistema di crediti blu

è percepito come uno strumento con un potenziale concreto, pur in presenza di margini di miglioramento.

Tabella 8. Percezione e interesse verso il sistema volontario di crediti idrici da parte delle aziende agricole.

|                                                                                                                                                                     | N   | %     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|
| <i>In che misura ritieni che l'istituzione di un sistema di scambio volontario di crediti blu possa contribuire a migliorare la gestione delle risorse idriche?</i> |     |       |
| Non ho sufficienti elementi per potermi esprimere                                                                                                                   | 57  | 28,22 |
| Per nulla                                                                                                                                                           | 15  | 7,43  |
| Poco                                                                                                                                                                | 18  | 8,91  |
| Moderatamente                                                                                                                                                       | 37  | 18,32 |
| Abbastanza                                                                                                                                                          | 55  | 27,23 |
| Molto                                                                                                                                                               | 20  | 9,90  |
| <i>Saresti interessato a partecipare a un mercato volontario di crediti blu?</i>                                                                                    |     |       |
| No                                                                                                                                                                  | 104 | 51,49 |
| Sì                                                                                                                                                                  | 98  | 48,51 |

I risultati dell'esperimento di scelta sono riportati in Tabella 9. Le preferenze espresse dagli agricoltori rispetto alle caratteristiche del mercato volontario dei crediti blu mettono in luce alcuni elementi rilevanti per la progettazione operativa dello schema. Il parametro associato **all'opzione di non partecipazione risulta positivo e significativo**. Questo implica che, a parità di condizioni, una quota rilevante degli intervistati tende a preferire l'assenza di impegno rispetto all'adesione a un sistema di scambio. È un risultato atteso in mercati nuovi o percepiti come complessi, e indica l'esistenza di barriere iniziali (cognitive o attitudinali legate a mancanza di conoscenza, familiarità o fiducia) che dovranno essere considerate nella fase di implementazione. Relativamente alla **durata dello strumento**, il modello indica che i crediti di medio periodo non sono significativamente penalizzati rispetto a quelli di breve termine: il coefficiente stimato per l'orizzonte 4–5 anni non risulta infatti statisticamente diverso dalla categoria base. Al contrario, i crediti di lungo periodo (oltre cinque anni) presentano un coefficiente negativo e statisticamente significativo, segnalando che **impegni temporalmente troppo estesi riducono l'attrattività dello schema**. Questo pattern suggerisce che gli agricoltori preferiscono strumenti con orizzonti temporali contenuti, in linea con la necessità di mantenere una certa flessibilità in un contesto produttivo caratterizzato da elevata incertezza. Per quanto riguarda **l'impegno amministrativo**, il coefficiente associato al contratto formale è negativo ma non statisticamente diverso dalla categoria base, per cui non

si osserva un effetto significativo rispetto alla semplice dichiarazione d'intenti. Al contrario, il contratto formale accompagnato da certificazione aggiuntiva registra un coefficiente negativo significativo al 10%, suggerendo che **configurazioni burocraticamente più onerose riducono l'attrattività dello schema**. Questo risultato suggerisce che la complessità amministrativa, in particolare quando include requisiti di certificazione, può costituire una barriera all'adesione e ridurre la propensione degli agricoltori a partecipare allo schema se tali oneri non sono compensati da benefici adeguati. Per quanto concerne il **monitoraggio**, il controllo obbligatorio annuale (100%) presenta un coefficiente negativo e statisticamente significativo, indicando che **livelli elevati di verifica riducono l'attrattività del mercato** rispetto al controllo a campione del 5%. Il controllo a campione del 30% presenta anch'esso un coefficiente negativo, seppure non significativo. Nel complesso, quindi, i risultati mostrano che un'intensità di monitoraggio più elevata è associata a una minore propensione alla partecipazione. Un risultato particolarmente rilevante riguarda l'**organismo responsabile di controllo**. Il modello mostra una **preferenza significativa per la governance privata rispetto alla governance pubblica**, mentre la governance mista ha un coefficiente positivo ma non significativo. Questo suggerisce che gli agricoltori attribuiscono maggiore fiducia, o maggiore efficienza percepita, a un soggetto privato nella gestione tecnica delle verifiche. Tale evidenza suggerisce che la credibilità e la capacità operativa dell'ente verificatore costituiscono un elemento importante per l'adesione.

Il coefficiente associato al **numero di crediti** generati è negativo e statisticamente significativo. Ciò implica che, a parità di altre condizioni, un aumento del volume di crediti richiesti riduce la probabilità di partecipazione. Il risultato è coerente con l'interpretazione per cui un numero più elevato di crediti implica interventi tecnicamente più impegnativi e una maggiore esposizione al rischio che i crediti generati non vengano interamente assorbiti dal mercato. Infine, il coefficiente relativo al **ricavo totale** derivante dalla vendita dei crediti è positivo e altamente significativo: in linea con la teoria economica, una remunerazione più elevata aumenta l'utilità attesa dell'adesione per gli agricoltori. La robustezza di questo parametro fornisce inoltre una **base solida** per derivare il prezzo minimo (Willingness To Accept, WTA) al quale gli agricoltori sarebbero disposti ad accettare la vendita dei crediti generati. Tale calcolo viene descritto nella sezione successiva.

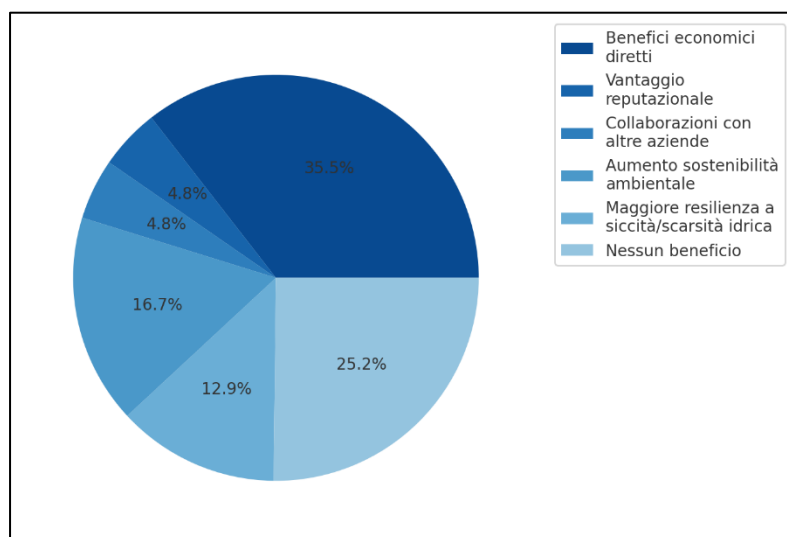
Tabella 9. Risultati dell'esperimento di scelta per gli agricoltori.

|                                             | Coefficiente | T-stat |
|---------------------------------------------|--------------|--------|
| Non partecipazione al sistema               | 1,92***      | 4,80   |
| <i>Durata del credito</i>                   |              |        |
| Breve termine (1–3 anni)                    | base         |        |
| Medio termine (4–5 anni)                    | -0,11        | 1,11   |
| Lungo termine (oltre 5 anni)                | -0,45***     | 4,20   |
| <i>Impegno amministrativo</i>               |              |        |
| Dichiarazione informale d'intenti           | base         |        |
| Contratto formale                           | -0,17        | 1,62   |
| Contratto formale + certificazione          | -0,21*       | 1,92   |
| <i>Monitoraggio</i>                         |              |        |
| Controllo a campione annuale del 5%         | base         |        |
| Controllo a campione annuale del 30%        | -0,15        | 1,45   |
| Verifica annuale obbligatoria (100%)        | -0,29**      | 2,75   |
| <i>Organismo responsabile del controllo</i> |              |        |
| Governance pubblica                         | base         |        |
| Governance mista                            | 0,15         | 1,39   |
| Governance privata                          | 0,32***      | 3,05   |
| Numero di crediti                           | -0,25**      | 2,18   |
| Prezzo totale                               | 0,40***      | 3,58   |
| Log-likelihood                              | -1285,17     |        |
| Numero di scelte                            | 1212         |        |

*Note:* \*\*\*, \*\*, \* indicano significatività statistica rispettivamente ai livelli 1%, 5% e 10%. Le stime sono ottenute mediante un modello Logit multinomiale specificato in preference space. I coefficienti rappresentano variazioni di utilità associate ai livelli degli attributi inclusi nel disegno sperimentale.

La Figura 8 mostra i benefici percepiti dagli agricoltori in relazione al potenziale mercato di crediti idrici. **Il beneficio ritenuto più rilevante è quello economico diretto**, indicato da oltre un terzo del campione. Seguono, con valori più contenuti, il miglioramento della sostenibilità ambientale dell'azienda e una maggiore resilienza alla scarsità idrica. Le opportunità reputazionali o di collaborazione risultano invece marginali. Una quota consistente di rispondenti (circa un quarto) ritiene che il sistema non porterebbe alcun beneficio, evidenziando una percezione ancora eterogenea e la necessità di un'adeguata campagna di comunicazione sul funzionamento dello strumento.

Figura 8. Benefici percepiti dagli agricoltori in relazione al sistema di crediti blu.



### ***Calcolo della disponibilità ad accettare (WTA)***

Coerentemente con l'approccio metodologico adottato per l'analisi (cfr. sezione 3.1.4), la misura di disponibilità ad accettare (WTA) monetaria per la vendita di un credito è stata ricavata utilizzando i coefficienti stimati dal modello Logit multinomiale. La WTA per un singolo credito è ottenuta come rapporto tra il coefficiente del numero dei crediti e l'opposto del coefficiente associato al ricavo totale derivante dalla vendita dei crediti. Il valore che si ottiene è pari a **12,60 € per credito**, che costituisce quindi il prezzo minimo al quale gli agricoltori sarebbero disposti a generare e vendere un credito nell'ambito dello schema proposto.

## **3.2.2 Industrie**

### ***Descrizione del campione***

Il campione finale è composto da **196 aziende**; una sintesi delle loro caratteristiche è riportata nella Tabella 10. Le imprese coinvolte appartengono ai tre settori produttivi selezionati in fase di campionamento (alimentare, metallurgico e tessile), individuati come ambiti prioritari di potenziale applicazione di un sistema di crediti idrici. Circa la metà delle aziende campionate opera nell'industria alimentare (50%). La copertura territoriale include imprese localizzate in tutte le macro-aree italiane, con una prevalenza di aziende del Nord (56,63%) e una presenza comunque significativa nel Centro e nel Sud e isole. Per quanto riguarda la dimensione

aziendale, prevalgono le piccole imprese (42,35%), seguite da micro e medie imprese, mentre le grandi imprese rappresentano una quota più contenuta del campione (10,71%). Questa articolazione per classe dimensionale è rappresentativa dell'universo delle aziende italiane. Infine, è stato rilevato l'andamento economico degli ultimi tre anni attraverso una domanda sulla redditività percepita. La maggioranza delle imprese si definisce moderatamente redditizia (56,63%) o molto redditizia, mentre poco meno di un quarto si colloca in una situazione di pareggio (22,96%) e solo una minoranza segnala condizioni di perdita, parziale o totale. Pur trattandosi di una misura soggettiva, questo indicatore fornisce una proxy utile dell'andamento economico recente delle imprese coinvolte, costituendo un elemento di contesto rilevante per interpretare la loro disponibilità a investire in strumenti di ottimizzazione della risorsa idrica come i crediti blu.

Tabella 10. Caratteristiche del campione di aziende (N = 202).

|                                                                  | N   | %     |
|------------------------------------------------------------------|-----|-------|
| <i>Settore</i>                                                   |     |       |
| Industria alimentare                                             | 98  | 50,00 |
| Industria tessile                                                | 31  | 15,82 |
| Metallurgia e prodotti in metallo                                | 67  | 34,18 |
| <i>Area geografica</i>                                           |     |       |
| Nord                                                             | 111 | 56,63 |
| Centro                                                           | 37  | 18,88 |
| Sud e isole                                                      | 48  | 24,49 |
| <i>Dimensione aziendale</i>                                      |     |       |
| Micro impresa (meno di 10 dipendenti)                            | 52  | 26,53 |
| Piccola impresa (10–49 dipendenti o fatturato < 10 milioni €)    | 83  | 42,35 |
| Media impresa (50–249 dipendenti o fatturato 10–50 milioni €)    | 40  | 20,41 |
| Grande impresa (oltre 250 dipendenti o fatturato > 50 milioni €) | 21  | 10,71 |
| <i>Redditività percepita dell'azienda negli ultimi tre anni</i>  |     |       |
| In perdita                                                       | 4   | 2.04  |
| Leggermente in perdita                                           | 18  | 9.18  |
| In pareggio                                                      | 45  | 22.96 |
| Moderatamente redditizio                                         | 111 | 56.63 |
| Molto Redditizio                                                 | 18  | 9.18  |

Come riportato in Tabella 11, la spesa media annuale per l'approvvigionamento idrico e i volumi consumati mostrano una certa variabilità in relazione alla dimensione aziendale. Le micro imprese evidenziano valori complessivamente contenuti su entrambi i fronti, mentre le imprese medie e grandi registrano consumi significativamente più elevati, a fronte di livelli di

spesa non proporzionali. Il dato relativo alle piccole imprese presenta una spesa media superiore rispetto alle altre categorie, a fronte di consumi limitati, suggerendo possibili differenze nella struttura dei costi marginali. È importante tuttavia sottolineare che il 55,10% delle imprese dichiara di non essere in grado di indicare i propri consumi idrici annui e che il 42,35% non conosce l'ammontare della spesa annuale sostenuta per l'approvvigionamento idrico. Questi dati segnalano, da un lato, una scarsa attenzione o sistematizzazione interna rispetto alla gestione della risorsa idrica; dall'altro, una possibile reticenza nel condividere informazioni percepite come sensibili, con il rischio che anche le stime fornite risultino parziali o distorte. **Tali elementi rafforzano la necessità di considerare con cautela le medie riportate.**

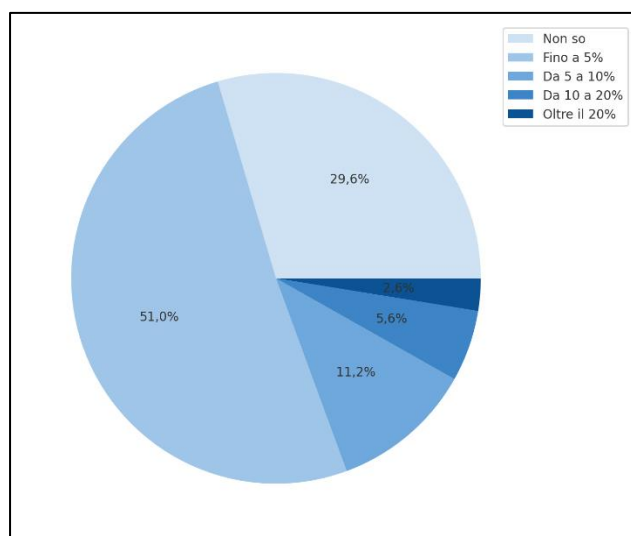
Tabella 11. Spesa annuale e consumi idrici per dimensione aziendale.

|                                                   | Dimensione aziendale |                 |               |                |
|---------------------------------------------------|----------------------|-----------------|---------------|----------------|
|                                                   | Micro impresa        | Piccola impresa | Media impresa | Grande impresa |
| Spesa media annuale per approvvigionamento idrico | 3190,33 €            | 37.919,17 €     | 30.320,83 €   | 12.425,00 €    |
| Consumo idrico annuale                            | 3372,81 mc           | 4245,11 mc      | 54.470,41 mc  | 46.519,96 mc   |

La Figura 9 descrive la percezione dell'incidenza della spesa idrica sul costo totale di produzione annuale. La maggior parte delle imprese colloca tale incidenza entro il 5% (51,0%), mentre oltre un'impresa su quattro (29,6%) dichiara di non essere in grado di quantificarla. Le quote riferite a incidenze superiori al 5% risultano progressivamente decrescenti, fino a valori residuali nel caso di incidenze oltre il 20%. Questi risultati suggeriscono che, per una parte rilevante del campione, la componente idrica rappresenta una voce di costo contenuta. Tuttavia, la quota elevata di rispondenti che non fornisce una stima precisa rafforza l'idea di una possibile carenza informativa interna, che potrebbe costituire un limite nella valutazione consapevole di strumenti di tipo volontario legati alla gestione della risorsa idrica.



Figura 9. Incidenza della spesa per l'approvvigionamento idrico sul costo totale di produzione per le aziende.



La Tabella 12 mostra la diffusione delle diverse fonti di approvvigionamento idrico tra le imprese rispondenti e la quota media di prelievi associata a ciascuna fonte, espressa in percentuale sul totale dei prelievi aziendali dichiarati negli ultimi tre anni. I risultati indicano una netta predominanza della rete idrica pubblica, utilizzata da oltre il 90% del campione, con una quota media pari a circa tre quarti dei volumi prelevati. Le altre fonti risultano molto meno diffuse e coprono porzioni marginali del fabbisogno. Pozzi e sorgenti private sono impiegati da circa un'impresa su cinque, ma con una quota media di prelievi contenuta. Il ricorso ad acquedotti industriali, sistemi di raccolta dell'acqua piovana e acque reflue trattate è limitato.

Tabella 12. Prelievi idrici per fonte di approvvigionamento per le aziende.

| Fonte di approvvigionamento                                               | Aziende utilizzatrici (%) | Quota dei prelievi negli ultimi tre anni (%) |         |           |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|---------|-----------|
|                                                                           |                           | Media                                        | Mediana | Dev. Std. |
| Acquedotto potabile pubblico/Rete idrica pubblica                         | 91,33                     | 77,48                                        | 100     | 37,03     |
| Acquedotto industriale                                                    | 13,78                     | 5,86                                         | 0       | 18,85     |
| Pozzo privato o sorgente privata                                          | 20,41                     | 10,48                                        | 0       | 26,83     |
| Presa privata da canale/torrente/fiume/lago                               | 7,65                      | 2,31                                         | 0       | 11,29     |
| Sistemi di raccolta dell'acqua piovana (bacini, invasi, serbatoi privati) | 6,12                      | 0,99                                         | 0       | 4,71      |
| Riuso delle acque reflue trattate                                         | 6,12                      | 1,49                                         | 0       | 8,30      |
| Altro                                                                     | 1,53                      | 1,22                                         | 0       | 10,45     |

Note: Dev. Std.: Deviazione Standard.

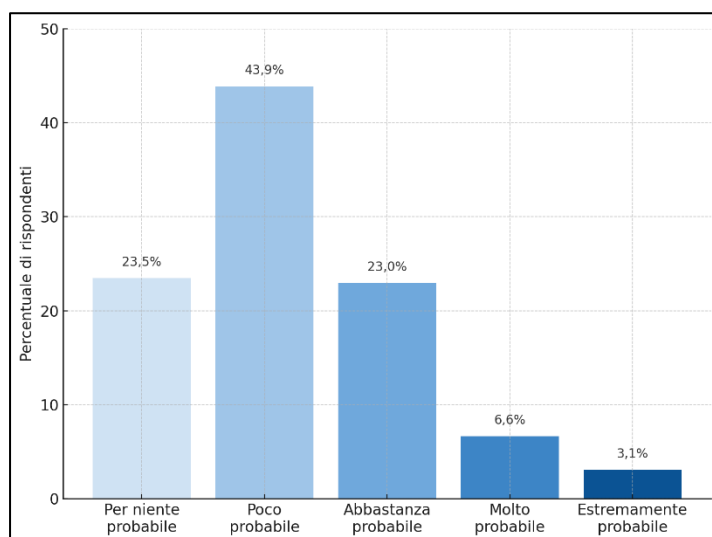
La Tabella 13 raccoglie le pratiche adottate dalle imprese in relazione alla conservazione, al recupero e al riutilizzo dell'acqua, nonché alla pianificazione e al monitoraggio dei consumi. La quota di imprese che dichiara di non adottare alcuna pratica in questi ambiti è elevata: il 55,6% nel caso delle misure operative e il 60,7% per le azioni di gestione e controllo. Tra le imprese attive, le pratiche più diffuse risultano essere la manutenzione della rete interna (23,0%), la raccolta e il riutilizzo delle acque meteoriche (17,4%) e i sistemi di riciclo interno (16,8%). Gli altri interventi, ad esempio l'utilizzo di acqua di processo, la ricarica della falda o il riuso di acque reflue trattate, mostrano tassi di adozione marginali, spesso inferiori al 5%. Un quadro analogo emerge per le pratiche gestionali: solo una minoranza di imprese ha introdotto strumenti come audit idrici, indicatori di performance o dispositivi di automazione, mentre l'adozione di tecnologie digitali per il monitoraggio in tempo reale è ancora limitata. Tra le imprese che adottano almeno una pratica (54%), il livello di soddisfazione percepito è complessivamente positivo. La maggior parte dei rispondenti si dichiara "abbastanza soddisfatto" (64,2%), mentre circa un quinto dei rispondenti esibisce un livello di soddisfazione più elevato ("molto" o "completamente soddisfatto"). Inoltre, non si rilevano giudizi del tutto negativi. Questi risultati indicano che, sebbene la diffusione delle pratiche sia limitata, chi le ha introdotte tende a riconoscerne un ritorno positivo in termini di efficacia o convenienza.

Tabella 13. Tecnologie e pratiche di ottimizzazione del consumo idrico adottate dalle aziende.

|                                                                                                                                                                                                                              | Aziende utilizzatrici |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------|
|                                                                                                                                                                                                                              | N                     | %     |
| <i>Pratiche di conservazione, recupero e riutilizzo dell'acqua</i>                                                                                                                                                           |                       |       |
| Sistemi di raccolta, stoccaggio e trattamento, se necessario, delle acque meteoriche: tramite cisterne o serbatoi per raccogliere l'acqua piovana e utilizzarla per scopi non potabili, come la pulizia o il raffreddamento. | 34                    | 17,35 |
| Sistemi di riciclo interno: riconversione dell'acqua utilizzata in alcuni processi (come il raffreddamento o la pulizia) per riutilizzarla in altre fasi della produzione.                                                   | 33                    | 16,84 |
| Sistemi di infiltrazione delle acque per la ricarica della falda                                                                                                                                                             | 4                     | 2,04  |
| Riuso delle acque reflue trattate proprie o provenienti dai gestori del servizio idrico integrato per scopi non potabili.                                                                                                    | 8                     | 4,08  |
| Utilizzo di acqua di processo: recupero dell'acqua generata durante i processi produttivi (ad esempio, condensazione di vapore) per altri usi interni.                                                                       | 20                    | 10,2  |
| Manutenzione della rete idrica: controllo regolare di tubature, valvole e serbatoi per individuare e riparare eventuali perdite.                                                                                             | 45                    | 22,96 |
| Nessuna                                                                                                                                                                                                                      | 109                   | 55,61 |
| <i>Pratiche di pianificazione, gestione e monitoraggio del consumo idrico</i>                                                                                                                                                |                       |       |
| Analisi delle esigenze idriche: valutazione dettagliata dei processi produttivi per identificare dove l'acqua viene utilizzata e quali sono i margini di risparmio.                                                          | 27                    | 13,78 |
| Audit idrici regolari: valutazioni periodiche per monitorare il consumo e identificare inefficienze.                                                                                                                         | 22                    | 11,22 |
| Indicatori di performance: definizione di obiettivi di risparmio idrico e monitoraggio continuo dei progressi.                                                                                                               | 21                    | 10,71 |
| Installazione di dispositivi a basso consumo: utilizzo di rubinetti, valvole e sistemi di raffreddamento che riducono il consumo d'acqua.                                                                                    | 18                    | 9,18  |
| Automazione dei processi idrici: sistemi di controllo che monitorano e regolano automaticamente il flusso dell'acqua per evitarne lo spreco.                                                                                 | 18                    | 9,18  |
| Sistemi a circuito chiuso: Installazione di impianti che minimizzano il consumo di acqua riciclandola continuamente all'interno dei processi produttivi.                                                                     | 19                    | 9,69  |
| Tecnologie di raffreddamento efficienti: Sostituzione dei sistemi di raffreddamento a flusso continuo con sistemi a evaporazione o a secco.                                                                                  | 15                    | 7,65  |
| Sensori e software per la gestione idrica: Utilizzo di tecnologie digitali per monitorare e ottimizzare l'utilizzo dell'acqua in tempo reale.                                                                                | 11                    | 5,61  |
| Nessuna                                                                                                                                                                                                                      | 119                   | 60,71 |
| <i>Livello di soddisfazione percepito da chi adotta tecnologie o pratiche di ottimizzazione del consumo idrico (N = 106)</i>                                                                                                 |                       |       |
| Per niente soddisfatto                                                                                                                                                                                                       | 0                     | 0     |
| Poco soddisfatto                                                                                                                                                                                                             | 17                    | 16,04 |
| Abbastanza soddisfatto                                                                                                                                                                                                       | 68                    | 64,15 |
| Molto soddisfatto                                                                                                                                                                                                            | 13                    | 12,26 |
| Completamente soddisfatto                                                                                                                                                                                                    | 8                     | 7,55  |

La Figura 10 presenta le risposte sulla percezione del rischio che l'azienda possa affrontare, nei prossimi anni, problemi legati alla scarsità d'acqua. La maggior parte delle imprese tende a escludere questa possibilità: oltre due terzi del campione considera il rischio nullo o poco probabile. Le risposte che indicano una probabilità medio-alta risultano significativamente meno frequenti, con appena il 3% delle imprese che considera il rischio estremamente probabile. La distribuzione suggerisce una percezione ancora limitata della vulnerabilità idrica, elemento che potrebbe ridurre la propensione ad adottare misure preventive o a considerare strumenti volontari come i crediti idrici.

Figura 10. Percezione del rischio di scarsità idrica delle aziende.



### ***Preferenze per il mercato di crediti idrici***

L'utilità percepita e l'interesse verso il sistema volontario di scambio di crediti blu sono descritti dalla Tabella 14. I risultati mostrano una distribuzione articolata: da un lato, circa un terzo delle imprese valuta positivamente l'utilità dello strumento, mentre un altro terzo esprime posizioni più caute o negative. Una quota significativa di rispondenti (23,5%) dichiara di non avere elementi sufficienti per esprimere un giudizio, a conferma di un livello limitato di comprensione e/o conoscenza del funzionamento del sistema. Con riferimento alla propensione all'adesione, **solo un terzo delle aziende si dichiara interessata a partecipare a un mercato volontario di crediti idrici.**

Tabella 14. Percezione e interesse verso il sistema volontario di crediti idrici da parte delle aziende.

|                                                                                                                                                                     | N   | %     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|
| <i>In che misura ritieni che l'istituzione di un sistema di scambio volontario di crediti blu possa contribuire a migliorare la gestione delle risorse idriche?</i> |     |       |
| Non ho sufficienti elementi per potermi esprimere                                                                                                                   | 46  | 23,47 |
| Per nulla                                                                                                                                                           | 4   | 2,04  |
| Poco                                                                                                                                                                | 22  | 11,22 |
| Moderatamente                                                                                                                                                       | 42  | 21,43 |
| Abbastanza                                                                                                                                                          | 59  | 30,1  |
| Molto                                                                                                                                                               | 23  | 11,73 |
| <i>Saresti interessato a partecipare a un mercato volontario di crediti blu?</i>                                                                                    |     |       |
| No                                                                                                                                                                  | 132 | 67,35 |
| Sì                                                                                                                                                                  | 64  | 32,65 |

Poiché l'interesse complessivo delle imprese verso la partecipazione al mercato volontario di crediti idrici è risultato limitato, l'analisi delle preferenze per le caratteristiche dello schema è stata condotta sul solo **sottoinsieme di rispondenti** che, negli scenari di mercato, hanno mostrato attenzione all'attributo prezzo, differenziando le proprie scelte in funzione del contributo economico richiesto (N = 105). In questo modo è stato possibile concentrarsi sulle preferenze delle imprese che hanno percepito il meccanismo come potenzialmente rilevante in termini economici per la propria attività, pur dovendo operare su una base informativa più ristretta.

Il modello Logit multinomiale presenta una struttura informativa più debole rispetto a quella osservata per gli agricoltori, con numerosi coefficienti non significativi, probabilmente anche a causa del minor numero di osservazioni utilizzate per la stima. Ciò conferma che, per le imprese, la configurazione del mercato dei crediti blu genera preferenze meno definite e una minore sensibilità alle caratteristiche specifiche del sistema. La scelta di non partecipare al sistema presenta un coefficiente negativo e altamente significativo. Tale risultato indica che, nel sottocampione di imprese più attente e interessate alle simulazioni presentate, le **configurazioni di mercato proposte risultano in media preferite rispetto alla scelta di non aderire al sistema**. Per quanto riguarda la durata del credito, né il medio periodo (4–5 anni) né il lungo periodo (oltre 5 anni) si discostano in modo significativo dalla categoria di breve termine. **Le imprese non mostrano quindi una preferenza statisticamente rilevante per differenti orizzonti temporali del credito**. In maniera analoga, l'attributo relativo all'impegno amministrativo non evidenzia effetti significativi: né il contratto formale né il contratto con

certificazione obbligatoria differiscono in modo statisticamente significativo dalla dichiarazione d'intenti informale.

Per quanto concerne invece il **monitoraggio**, la verifica obbligatoria annuale (100%) presenta un coefficiente negativo e statisticamente significativo, indicando che **livelli elevati di controllo riducono l'attrattività dello schema per le imprese**. Quindi la verifica totale e sistematica dei partecipanti al sistema rappresenta una caratteristica penalizzante per le imprese. Relativamente all'**organismo responsabile del controllo**, la governance mista presenta un coefficiente negativo e significativo, suggerendo **uno scetticismo verso configurazioni in cui poteri pubblici e privati condividono la responsabilità di verifica**. La governance privata non risulta invece statisticamente diversa dalla governance pubblica.

Per quanto riguarda **il numero di crediti**, il coefficiente stimato è positivo seppur di magnitudo ridotta; il segno risulta comunque coerente con l'idea che, a parità di condizioni, scenari con volumi maggiori di crediti acquistabili sono preferiti dalle imprese. Il coefficiente associato al **costo complessivo dei crediti** è negativo, in linea con la teoria microeconomica che prevede una riduzione dell'utilità all'aumentare del prezzo di un bene. Tuttavia, entrambi i parametri non risultano statisticamente significativi e le indicazioni che ne derivano devono pertanto essere interpretate con cautela e considerate non generalizzabili oltre il campione analizzato. Per il calcolo della disponibilità a pagare si rimanda alla sezione successiva.

Nel complesso, dunque, i risultati del modello evidenziano che le imprese potenzialmente interessate mostrano preferenze scarsamente definite in relazione alle caratteristiche del mercato dei crediti blu, con l'unica eccezione dell'avversione verso meccanismi di controllo particolarmente stringenti e verso forme di governance mista.

Tabella 15. Risultati dell'esperimento di scelta per le aziende.

|                                             | Coefficiente           | T-stat |
|---------------------------------------------|------------------------|--------|
| Non partecipazione al sistema               | -1,57***               | 8,89   |
| <i>Durata del credito</i>                   |                        |        |
| Breve termine (1–3 anni)                    | base                   |        |
| Medio termine (4–5 anni)                    | 0,14                   | 1,07   |
| Lungo termine (oltre 5 anni)                | 0,13                   | 1,04   |
| <i>Impegno amministrativo</i>               |                        |        |
| Dichiarazione informale d'intenti           | base                   |        |
| Contratto formale                           | -0,10                  | 0,88   |
| Contratto formale + certificazione          | 0,05                   | 0,40   |
| <i>Monitoraggio</i>                         |                        |        |
| Controllo a campione annuale del 5%         | base                   |        |
| Controllo a campione annuale del 30%        | 0,18                   | 1,52   |
| Verifica annuale obbligatoria (100%)        | -0,30**                | 2,41   |
| <i>Organismo responsabile del controllo</i> |                        |        |
| Governance pubblica                         | base                   |        |
| Governance mista                            | -0,28**                | 2,25   |
| Governance privata                          | 0,08                   | 0,63   |
| Numero di crediti                           | $7,92 \times 10^{-4}$  | 0,47   |
| Prezzo totale                               | $-4,12 \times 10^{-5}$ | 0,70   |
| Log-likelihood                              | -580,63                |        |
| Numero di scelte                            | 630                    |        |

*Note:* \*\*\*, \*\*, \* indicano significatività statistica rispettivamente ai livelli 1%, 5% e 10%. Le stime sono ottenute mediante un modello Logit multinomiale specificato in preference space. I coefficienti rappresentano variazioni di utilità associate ai livelli degli attributi inclusi nel disegno sperimentale.

Dopo l'esperimento di scelta, il questionario prevedeva una domanda aperta finalizzata alla raccolta di **osservazioni qualitative sulle condizioni ritenute rilevanti per rendere più efficace o interessante l'adesione al sistema volontario di crediti idrici**. L'analisi delle risposte evidenzia tre orientamenti prevalenti. In primo luogo, molte imprese indicano come condizione necessaria la possibilità di ottenere un **vantaggio economico diretto**, facendo riferimento in particolare a misure di detassazione, agevolazioni fiscali, bonus o altre forme di incentivo che riducano il costo netto della partecipazione al sistema. Viene inoltre menzionata, in più casi, l'esigenza di conseguire un risparmio effettivo sulle bollette idriche, o di rendere fiscalmente detraibili le spese sostenute per l'acquisto dei crediti. In secondo luogo, emerge una domanda ricorrente di **incentivi per interventi di efficientamento**. Numerose aziende dichiarano di aver già avviato investimenti in tecnologie per la riduzione

dei consumi e indicano come condizione necessaria per l'adesione la disponibilità di contributi economici dedicati. Infine, un terzo gruppo di risposte richiama la **necessità di semplificazione** delle procedure burocratiche. Vengono richiesti minori oneri amministrativi, processi più snelli e maggiore flessibilità contrattuale.

### ***Calcolo della disponibilità a pagare (WTP)***

La disponibilità a pagare delle imprese (WTP) è stata derivata utilizzando i parametri stimati dal modello Logit multinomiale. La WTP marginale per un singolo credito si ottiene come rapporto tra il coefficiente del numero di crediti e l'opposto del coefficiente dell'attributo monetario, seguendo la procedura standard di monetizzazione delle preferenze nei modelli a scelta discreta. Il calcolo restituisce una WTP pari a **19,18 € per credito** che esprime la valutazione monetaria implicita per un credito blu nel sottocampione di imprese considerato (ovvero solo coloro che hanno differenziato le proprie scelte in funzione del contributo economico richiesto, N = 105). Tuttavia, poiché i coefficienti utilizzati non risultano statisticamente significativi, verosimilmente anche a causa della dimensione ridotta del sottocampione, **la stima deve essere interpretata con cautela e considerata come un'indicazione riferibile al solo campione analizzato.**

### ***3.2.3 Equilibrio tra domanda (industrie) e offerta (agricoltori)***

#### ***Derivazione delle elasticità***

A valle dell'analisi separata per le aziende (domanda) e per gli agricoltori (offerta), abbiamo utilizzato i risultati ottenuti per **analizzare in forma congiunta i due lati del mercato** al fine di individuare un possibile punto di **equilibrio tra le due parti.**

Come primo passo, abbiamo stimato l'elasticità della domanda (aziende) e quella dell'offerta (agricoltori) rispetto al prezzo, utilizzando i modelli Logit multinomiali presentati nelle sezioni 3.2.1 e 3.2.2. Tale passaggio è cruciale per poter simulare successivamente il punto di equilibrio del mercato (che verrà descritto nel paragrafo successivo). L'elasticità esprime la variazione percentuale attesa della quantità domandata o offerta a seguito di una variazione percentuale del prezzo dei crediti blu. I modelli di scelta discreta permettono di simulare il comportamento degli individui al variare dei livelli degli attributi, e in particolare di calcolare



le probabilità di scelta associate a ciascuna alternativa contrattuale. A partire dai coefficienti stimati, abbiamo quindi calcolato le probabilità di scelta delle alternative, prendendo come riferimento le condizioni osservate nel disegno sperimentale. Successivamente, è stata introdotta una variazione dell'1% del livello di prezzo, applicata all'attributo monetario di riferimento: nel caso degli agricoltori, il ricavo totale derivante dalla vendita dei crediti, e, nel caso delle imprese, il costo complessivo di acquisto dei crediti. Mantenendo invariati tutti gli altri attributi, sono state quindi ricalcolate le probabilità di scelta delle alternative ai nuovi livelli di prezzo. L'elasticità è stata quindi derivata come rapporto tra la variazione percentuale della probabilità aggregata di scelta e la variazione percentuale unitaria del prezzo. L'applicazione di questa procedura ha restituito **un'elasticità media della domanda pari a -0,0087** e **un'elasticità media dell'offerta pari a 0,1991**. Questi valori indicano, rispettivamente, una domanda praticamente anelastica rispetto al prezzo e un'offerta caratterizzata da una sensibilità positiva ma contenuta alle variazioni del contributo economico.

### ***Calcolo del prezzo di equilibrio e validazione***

A partire dai valori di elasticità stimati e dai punti di riferimento emersi dai modelli (quantità pari a 1 credito; prezzo per le aziende pari alla WTP media e prezzo per gli agricoltori pari alla WTA media), abbiamo modellato le curve di domanda e offerta. Per facilitare il confronto tra i due lati del mercato, le curve sono state approssimate mediante funzioni lineari. L'assunzione di linearità, pur semplificativa, è giustificata dal fatto che l'analisi si concentra su variazioni marginali intorno a un punto di equilibrio simulato, e non su comportamenti osservati lontani da tale intorno. Il **punto di intersezione tra le due curve rappresenta il punto di equilibrio del mercato simulato** e viene ottenuto in corrispondenza di un prezzo pari a **12,77 € per credito**. Tale valore fornisce un'indicazione della coerenza tra le due curve nel contesto sperimentale considerato, e costituisce un primo riferimento quantitativo utile alla progettazione del potenziale sistema di scambio volontario di crediti blu.

Per verificare la robustezza dei risultati ottenuti, abbiamo confrontato il prezzo di equilibrio simulato con i prezzi medi osservati nei due mercati più consolidati a livello internazionale per lo scambio volontario di crediti idrici: il Murray–Darling Basin in Australia e il mercato californiano (per una descrizione dettagliata, cfr. sezione 2.1.7). Come mostrato nella Tabella

16, i prezzi medi praticati in questi contesti si collocano rispettivamente intorno a 10,20 €/100 m<sup>3</sup> e 17,00 €/100 m<sup>3</sup>. Per il dettaglio dei dati e dei calcoli effettuati per ottenere i valori riportati, si rimanda all'Appendice B, dedicata all'analisi dei prezzi praticati a livello globale nei contesti esistenti.

Il prezzo di equilibrio ottenuto per il sistema dei crediti blu (12,77 €/credito) ricade dunque all'interno di questo intervallo e risulta coerente, per ordine di grandezza, con quanto osservato nei sistemi reali già operativi. Questo risultato fornisce una prima validazione esterna della nostra simulazione e costituisce un utile ancoraggio empirico rispetto alle esperienze consolidate.

Tabella 16. Condizioni economiche praticate in mercati idrici esistenti.

|                            | Prezzo medio dei crediti<br>idrici €/100m <sup>3</sup> |
|----------------------------|--------------------------------------------------------|
| Australia – Murray Darling | 10,20                                                  |
| USA – California           | 17,00                                                  |

### ***Tempi di ritorno dell'investimento per le azioni che generano crediti***

La Tabella 17 riporta i principali **indicatori economici relativi alle azioni che generano crediti**. Per le azioni specifiche per coltura, i calcoli sono stati effettuati su colture ad alta esigenza idrica, come mais e soia. I dati includono il costo iniziale per ettaro, il volume d'acqua risparmiata o infiltrata, il numero di crediti generati (1 credito = 100 m<sup>3</sup>), i ricavi potenziali derivanti dalla vendita dei crediti al prezzo di equilibrio simulato (12,77 €/credito), e il tempo di ritorno dell'investimento. Nel complesso, i risultati evidenziano una forte variabilità nei ritorni economici: si va da ricavi inferiori a 500 €/ha per le azioni di efficienza irrigua, con tempi di ritorno mediamente tra i 6 e i 10 anni, fino a oltre 113,000 €/ha nel caso delle AFI, con un tempo di ritorno inferiore all'anno. Anche in termini di crediti generati, il divario è significativo: poche unità per le tecnologie a basso impatto e più di 8,900 per le AFI. Questo scarto richiede una riflessione critica sulle azioni incluse nel sistema.

Tabella 17. Ricavi e tempi di ritorno per le azioni che generano crediti al prezzo di equilibrio.

| Azione                                                  | Costo (€/ha) | Risparmio o volume infiltrato (mc) | Crediti generati (1=100mc) | Ricavo (€/ha) | Tempo di ritorno investimento (anni) |
|---------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|
| <i>Consulenza online per l'irrigazione</i>              |              |                                    |                            |               |                                      |
| Mais                                                    | 0            | 900                                | 9                          | 114,93        | 0                                    |
| Soia                                                    | 0            | 840                                | 8                          | 102,16        | 0                                    |
| <i>Installazione dispositivi irrigazione efficiente</i> |              |                                    |                            |               |                                      |
| <i>Rotolone</i>                                         |              |                                    |                            |               |                                      |
| Mais                                                    | 3000         | 3571                               | 36                         | 459,72        | 6,53                                 |
| Soia                                                    | 3000         | 3333                               | 33                         | 421,41        | 7,12                                 |
| <i>Pivot o Ranger</i>                                   |              |                                    |                            |               |                                      |
| Mais                                                    | 5000         | 4375                               | 44                         | 561,88        | 8,90                                 |
| Soia                                                    | 5000         | 4083                               | 41                         | 523,57        | 9,55                                 |
| AFI                                                     | 27500        | 890180                             | 8902                       | 113678,50     | 0,24                                 |

**L'eterogeneità osservata nei risultati economici riflette differenze sostanziali nella natura tecnica e funzionale delle azioni.** Alcune misure, come i sistemi irrigui più efficienti o la consulenza per l'irrigazione, mirano a ridurre i consumi idrici. Altre, come le AFI, sono invece concepite per favorire la ricarica della falda. Queste due tipologie di intervento non sono direttamente comparabili: la prima contribuisce al risparmio della risorsa, la seconda alla sua rigenerazione. Ad esempio, nei principali mercati internazionali di water trading, come in Australia o in California, le pratiche di ricarica controllata della falda (Managed Aquifer Recharge, MAR), ovvero interventi concepiti per favorire la rigenerazione delle risorse idriche sotterranee, analoghi per funzione alle AFI, non vengono fatte rientrare nei meccanismi di generazione di crediti, proprio per la loro diversa funzione sistemica.

**Per il sistema di crediti blu, equiparare le AFI alle azioni di risparmio e adottare uno stesso schema di accreditamento potrebbe generare distorsioni importanti.** Le AFI finirebbero per dominare completamente il mercato, rendendo marginali tutte le altre soluzioni, comprese quelle più diffuse e replicabili. Pertanto, **i nostri risultati evidenziano la necessità di introdurre una distinzione chiara nel numero di crediti generabili da azioni di risparmio e da quelle di ricarica.** Una governance efficace del sistema di crediti blu dovrà necessariamente riflettere questa dualità, evitando approcci uniformi che rischierebbero di generare squilibri e inefficienze.

In tale prospettiva, le evidenze raccolte suggeriscono due strategie di intervento prioritarie. La prima consiste in una ricalibrazione dei crediti attribuiti alle AFI, ad esempio attraverso l'introduzione di fattori di ponderazione. La seconda prevede, ove opportuno, una revisione

prudenziale del prezzo unitario dei crediti generati, da mantenere comunque entro un intervallo coerente con la disponibilità a pagare osservata tra le imprese. Si ritiene preferibile evitare soluzioni eccessivamente macchinose e complesse, come la differenziazione del prezzo in funzione della tipologia di azione. Per una trattazione più approfondita delle opzioni percorribili e delle relative implicazioni regolamentari si rimanda alla sezione conclusiva, dedicata alle indicazioni finali e alle linee guida operative.

### **3.2.4 Cittadini**

#### ***Descrizione del campione***

Il campione è composto da **1.011 cittadini**, rappresentativi della popolazione italiana per età, genere e distribuzione geografica. La composizione sociodemografica del campione è riportata nella Tabella 14. La distribuzione di genere è pressoché paritaria. Le fasce d'età più rappresentate sono quelle tra i 45 e i 64 anni, mentre i giovani tra i 18 e i 24 anni costituiscono una quota contenuta (6,5%). Oltre la metà dei rispondenti ha un diploma di scuola superiore e circa un terzo possiede un titolo universitario, mentre i livelli di istruzione più bassi sono meno presenti. Il campione copre tutte le aree geografiche, con una maggiore concentrazione nel Nord-Ovest e nel Sud. La distribuzione per fasce di reddito mostra una maggiore incidenza nelle classi comprese tra i 20.000 e i 49.999 euro annui, mentre circa il 9% dei rispondenti ha scelto di non rispondere alla domanda sul reddito.



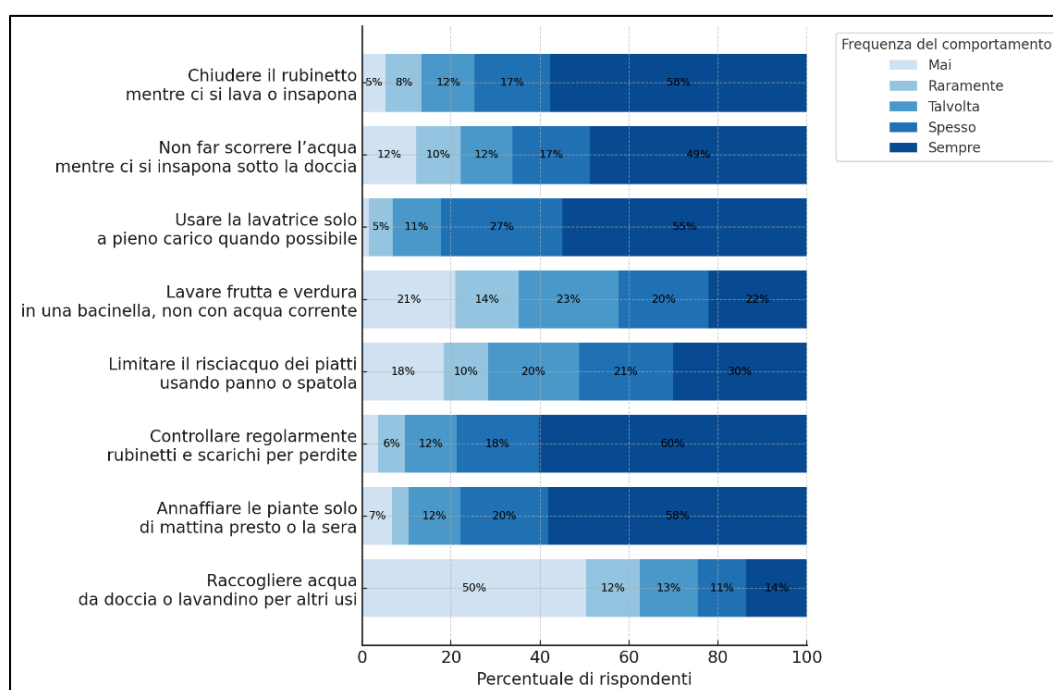
Tabella 18. Composizione sociodemografica del campione dei cittadini (N = 1011).

|                                    | N   | %     |
|------------------------------------|-----|-------|
| <i>Genere</i>                      |     |       |
| Femmina                            | 509 | 50,35 |
| Maschio                            | 502 | 49,65 |
| <i>Classi di età</i>               |     |       |
| 18-24                              | 66  | 6,53  |
| 25-34                              | 132 | 13,06 |
| 35-44                              | 154 | 15,23 |
| 45-54                              | 190 | 18,79 |
| 55-64                              | 191 | 18,89 |
| 65 e +                             | 278 | 27,50 |
| <i>Educazione</i>                  |     |       |
| Diploma di scuola superiore        | 532 | 52,62 |
| Dottorato o titolo post-laurea     | 31  | 3,07  |
| Laurea magistrale o Master         | 189 | 18,69 |
| Laurea triennale                   | 123 | 12,17 |
| Licenza media                      | 127 | 12,56 |
| Nessun titolo / Licenza elementare | 9   | 0,89  |
| <i>Area geografica</i>             |     |       |
| Centro                             | 197 | 19,49 |
| Isole                              | 113 | 11,18 |
| Nord-Est                           | 192 | 18,99 |
| Nord-Ovest                         | 276 | 27,30 |
| Sud                                | 232 | 22,95 |
| <i>Reddito annuale</i>             |     |       |
| Meno di 10.000 €                   | 84  | 8,31  |
| €10.000 – €19.999                  | 169 | 16,72 |
| 20.000 € – 29.999 €                | 250 | 24,73 |
| 30.000 € – 49.999 €                | 283 | 27,99 |
| €50.000 – €74.999                  | 89  | 8,80  |
| 75.000 € o più                     | 42  | 4,15  |
| Preferisco non rispondere          | 94  | 9,30  |

In media, i rispondenti dichiarano un consumo annuale pari a 226,32 m<sup>3</sup> d'acqua per nucleo familiare. Si tratta di un valore coerente con gli ordini di grandezza attesi per i consumi idrici domestici. Infatti, secondo i dati ISTAT, una famiglia di tre persone consuma in media tra 150 e 190 m<sup>3</sup> di acqua potabile all'anno, seppure con differenze anche rilevanti in funzione delle abitudini e delle condizioni di vita. La Figura 11 illustra le abitudini di risparmio idrico praticate all'interno del nucleo familiare. Alcuni comportamenti risultano ampiamente diffusi: chiudere il rubinetto mentre ci si lava o insapona, utilizzare la lavatrice solo a pieno carico e controllare regolarmente la presenza di perdite sono indicati come pratiche adottate "sempre" da una

quota intorno al 55–60% dei rispondenti. Altre azioni presentano una diffusione più limitata e una frequenza d'uso meno sistematica: nel caso del lavaggio di frutta e verdura in bacinella, ad esempio, solo circa un quinto del campione dichiara di adottare sempre questa modalità, mentre una quota analoga la mette in pratica solo “talvolta”. La raccolta dell'acqua da doccia o lavandino per altri usi è la strategia meno consolidata, con circa il 50% degli intervistati che afferma di non utilizzarla mai. Nel complesso emerge quindi un quadro in cui alcune pratiche di risparmio sono entrate a far parte della routine quotidiana, mentre le forme di riuso più impegnative restano ancora poco diffuse, aspetto da tenere in considerazione nella progettazione di eventuali interventi informativi o incentivanti.

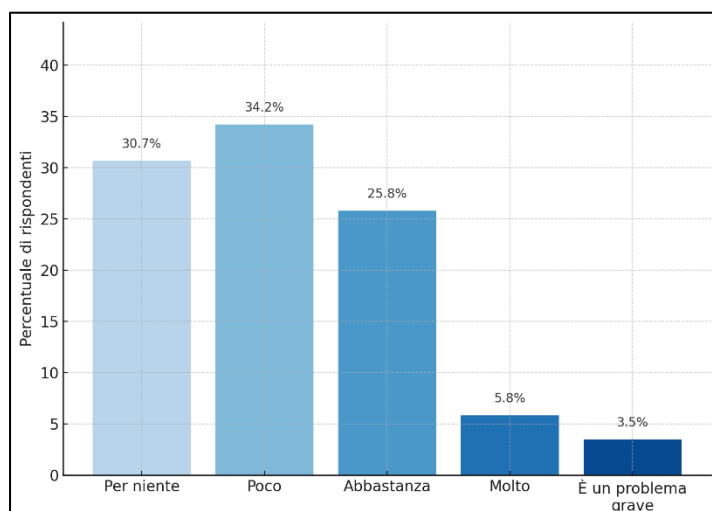
Figura 11. Abitudini di risparmio idrico nel nucleo familiare.



L'attitudine dei cittadini verso il risparmio idrico è stata misurata mediante una scala psicografica su 5 punti, costruita sulla base del livello di accordo con una serie di affermazioni (1 = totalmente in disaccordo, 5 = totalmente d'accordo). Il punteggio medio ottenuto è pari a 3,15 (deviazione standard = 0,38), a indicare un orientamento generalmente positivo e una sensibilità diffusa nei confronti di un uso più consapevole e responsabile della risorsa. La Figura 12 mostra, invece, la percezione dei cittadini circa la disponibilità idrica nel proprio comune. I dati indicano una tendenza generale a sottovalutare la criticità della situazione: circa il 65% del campione considera il problema assente o poco rilevante, mentre un ulteriore

25,8% lo ritiene moderatamente importante. Solo una quota residua, inferiore al 10%, lo percepisce come un problema grave o molto rilevante. Nel complesso, i cittadini quindi non appaiono preoccupati per il tema della scarsità idrica a livello locale.

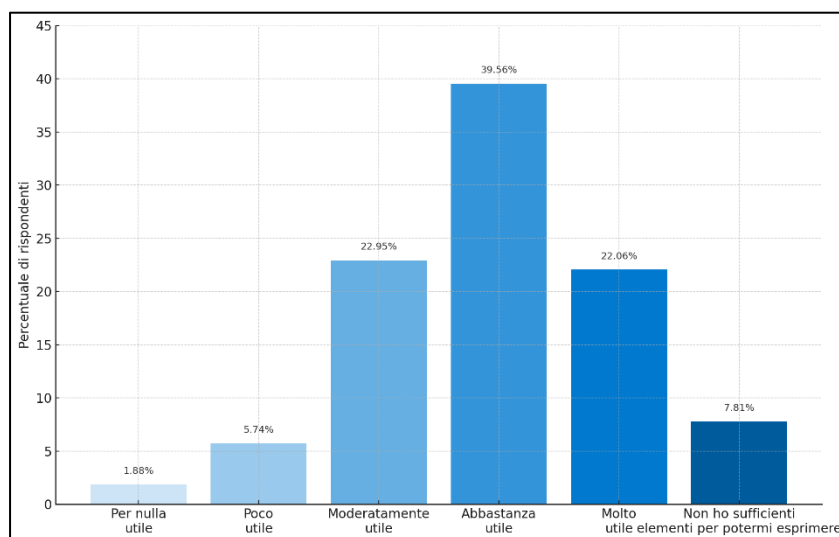
Figura 12. Percezione della disponibilità idrica nel proprio comune.



### ***Preferenze e disponibilità a pagare per i dispositivi a risparmio idrico***

La Figura 13 presenta le valutazioni espresse dai cittadini rispetto all'utilità del sistema volontario di scambio di crediti blu. I risultati indicano che lo strumento è percepito in larga misura come utile: la modalità "abbastanza utile" raccoglie la quota più elevata di risposte (circa il 40%), seguita da "molto utile" (poco più del 20%), mentre le posizioni più critiche e l'area di indecisione rimangono scarsamente rappresentate, suggerendo una **predisposizione complessivamente favorevole all'introduzione del sistema**.

Figura 13. Utilità percepita dell'istituzione del sistema di crediti idrici.



Per quanto riguarda i risultati dell'esperimento di scelta condotto sul campione dei cittadini (Tabella 19), le preferenze per i dispositivi di risparmio idrico sono state analizzate mediante un modello di scelta discreta stimato in WTP space. Con questo approccio, la funzione di utilità è parametrizzata direttamente in termini di disponibilità a pagare: i coefficienti associati ai singoli dispositivi possono quindi essere letti direttamente come importi monetari massimi che, in media, le famiglie sarebbero disposte a sostenere per includere ciascun dispositivo nel proprio pacchetto, a parità delle altre condizioni. In altri termini, le stime non richiedono ulteriori trasformazioni per essere interpretate come WTP marginali.

**I risultati mostrano una disponibilità a pagare positiva e statisticamente robusta per tutte le tecnologie proposte.** Le lavatrici a basso flusso presentano la WTP più elevata, seguite dagli eco-toilets e dai rubinetti touchless. Anche i sensori smart per il rilevamento delle perdite e i sistemi di feedback in tempo reale sui consumi risultano valorizzati, seppure su livelli leggermente inferiori. L'opzione di non acquisto presenta un coefficiente negativo e significativo, indicando una tendenza ad evitare l'opzione di non acquisto e di scegliere uno dei pacchetti proposti. Questo risultato è coerente con un **orientamento favorevole all'utilizzo dei dispositivi presentati**. Nel loro insieme, queste stime indicano che i cittadini attribuiscono un valore monetario sostanziale alle azioni di efficienza idrica in ambito domestico, in linea con l'attitudine al risparmio del campione.

È tuttavia opportuno mantenere una lettura prudente di questi risultati. Come in tutte le applicazioni basate su scenari ipotetici, non si può escludere la presenza di un certo grado di



sovrastima rispetto ai comportamenti osservabili in un contesto di mercato reale, anche alla luce del fatto che l'esperimento contempla un forte sostegno economico da parte dell'amministrazione comunale. Le WTP stimate vanno quindi interpretate principalmente come indicazioni dell'ordine di grandezza e, soprattutto, come una chiara evidenza dell'orientamento favorevole dei cittadini verso l'adozione di dispositivi per il risparmio idrico, più che come previsioni puntuali delle disponibilità a pagare effettive.

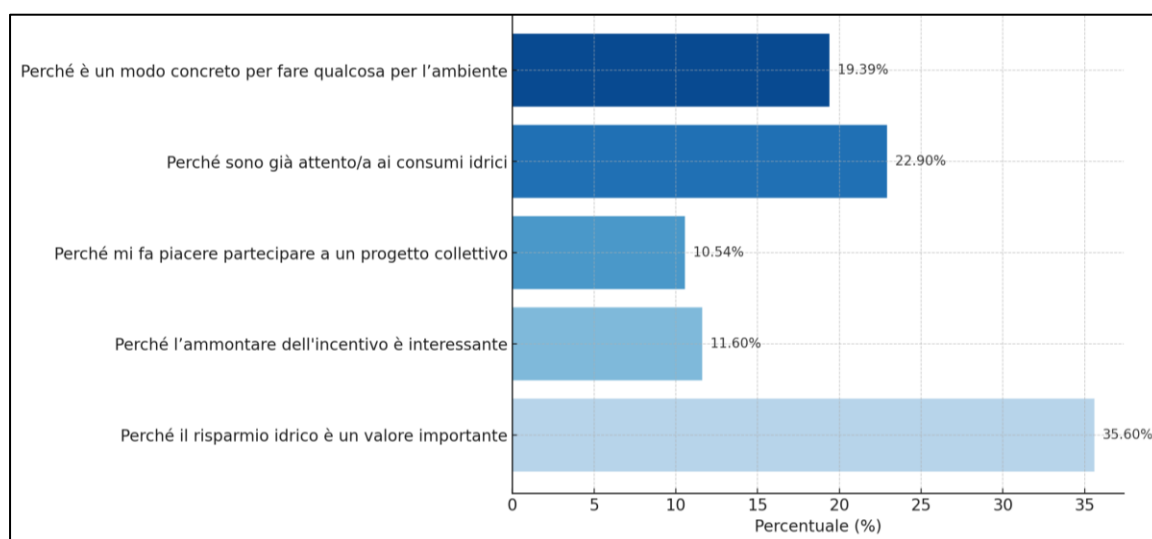
Tabella 19. Risultati dell'esperimento di scelta per i cittadini.

|                                                                  | Coefficiente | T-stat |
|------------------------------------------------------------------|--------------|--------|
| Non acquisto nessun pacchetto                                    | -0,09 € *    | 0,05   |
| Eco-Toilets e WC a basso flusso                                  | 448,08 € *** | 32,50  |
| Lavatrici a basso flusso ed elevata efficienza (Energy STAR)     | 556,55 € *** | 34,63  |
| Meccanismi/sensori smart per il rilevamento rapido delle perdite | 251,68 € *** | 36,24  |
| Feedback sul consumo in tempo reale (smart meters)               | 177,12 € *** | 37,76  |
| Rubinetti touchless                                              | 340,62 € *** | 34,56  |
| Log-likelihood                                                   | -8771,04     |        |
| Numero di scelte                                                 | 8088         |        |

*Note:* \*\*\*, \*\*, \* indicano significatività statistica rispettivamente ai livelli 1%, 5% e 10%. Le stime sono ottenute mediante un modello Logit multinomiale specificato in WTP space. I coefficienti rappresentano la disponibilità a pagare media per il dispositivo (€).

La Figura 14 riporta le principali motivazioni indicate dai cittadini a sostegno della scelta di aderire a un sistema di crediti blu legato all'adozione di dispositivi per il risparmio idrico; la domanda è stata rivolta esclusivamente ai rispondenti interessati agli scenari di mercato (N = 882). I risultati indicano che la motivazione più citata è il fatto **che il risparmio idrico sia percepito come un valore importante** (35,6% dei rispondenti), seguita dall'essere già attenti ai consumi idrici in ambito domestico (22,9%) e dall'idea di poter **contribuire in modo concreto alla tutela dell'ambiente** (circa il 19%). Le motivazioni di natura strettamente economica, come l'ammontare dell'incentivo, così come il piacere di partecipare a un progetto collettivo, raccolgono quote più contenute. Nel complesso, i dati suggeriscono che, nel campione considerato, la propensione ad aderire al sistema sia guidata soprattutto da convinzioni personali e da un senso di responsabilità verso la risorsa idrica, più che dalla sola leva monetaria.

Figura 14. Motivazioni alla disponibilità ad acquistare i dispositivi proposti



### ***Analisi comparativa di efficienza economica degli incentivi pubblici per i dispositivi domestici di risparmio idrico***

Per affiancare alla prospettiva dei cittadini quella dell'ente pubblico, è stata condotta **un'analisi comparativa della capacità di recupero degli incentivi per l'acquisto dei dispositivi domestici di risparmio idrico, valutata in termini di ritorno economico potenziale attraverso la generazione di crediti blu**. L'obiettivo è valutare in che misura le risorse pubbliche impiegate a sostegno di tali acquisti si tradurrebbero in volumi di risparmio idrico effettivamente valorizzabili attraverso il sistema di crediti blu, e fornire al contempo un indicatore sintetico dell'efficienza relativa dei diversi dispositivi in termini di utilizzo dei fondi pubblici.

Per ciascun dispositivo è stato innanzitutto considerato il prezzo medio di mercato, a cui è stata sottratta la disponibilità a pagare massima (WTP) espressa dai cittadini nell'esperimento di scelta (cfr. sezione precedente), così da stimare l'entità dell'incentivo pubblico necessario per sostenere l'acquisto. L'incentivo così definito rappresenta il contributo a fondo perduto che l'ente dovrebbe erogare per colmare il divario economico tra costo e valore del dispositivo percepito dall'utente. Sulla base di dati tecnici e di letteratura, è stato poi stimato il risparmio idrico annuo associato a ciascuna tecnologia, espresso in litri al giorno e convertito in metri cubi all'anno per singolo dispositivo. Ai fini dell'analisi economica, l'incentivo è stato poi annualizzato secondo un criterio di ammortamento lineare con tasso di interesse nullo, dividendo il costo complessivo per la vita utile tecnica del dispositivo, espressa in anni. Anche

tale dato è stato recuperato attraverso una ricerca da schede tecniche<sup>3</sup>. Successivamente, è stato stimato il beneficio economico associato al risparmio idrico prodotto da ciascun dispositivo, nell'ipotesi che tale risparmio possa essere convertito in crediti blu e venduto sul mercato. A tal fine, il volume di acqua risparmiata in un anno è stato moltiplicato per il prezzo unitario di riferimento emerso dall'analisi di domanda e offerta (cfr. sezione 3.2.3), pari a 12,77 € per ciascun credito blu (un credito è pari a 100 m<sup>3</sup>). In questo modo si ottiene, per ogni tecnologia considerata, una stima del valore monetario annuo del risparmio idrico, inteso come potenziale ritorno economico derivante dalla sua valorizzazione all'interno del sistema di crediti blu. Infine, è stato calcolato un **indicatore sintetico della capacità di recupero dell'investimento**, espresso come **rapporto tra i benefici attesi e il costo annualizzato dell'incentivo** (rapporto benefici/costi). Questo indicatore esprime il rapporto tra i benefici stimati per l'ente pubblico, derivanti dalla valorizzazione del risparmio idrico in crediti blu, e il costo annualizzato dell'incentivo erogato per ciascun dispositivo. In altri termini, misura quanto dell'investimento pubblico verrebbe "recuperato" attraverso i ricavi potenziali ottenibili sul mercato dei crediti. Un valore pari a 1 indica che i ricavi e i costi si bilanciano esattamente; valori inferiori a 1 indicano che, nelle condizioni assunte, i benefici attesi non sono sufficienti a compensare interamente l'incentivo; al contrario, valori superiori a 1 rappresentano una condizione di pieno recupero e superamento dell'investimento iniziale. È importante sottolineare che tale rapporto rappresenta una misura fortemente semplificata della capacità di recupero dell'investimento, costruita al solo scopo comparativo. **La misura infatti considera esclusivamente i benefici legati alla vendita dei crediti blu, e non tiene conto di altri possibili vantaggi** derivanti dall'adozione dei dispositivi, come il risparmio in bolletta per il cittadino o i benefici ambientali indiretti.

I risultati (Tabella 20) evidenziano come i dispositivi che presentano il valore più alto dell'indicatore sono gli **eco-toilets**, con un rapporto B/C pari a circa 0,27, seguiti dai **sensori per la rilevazione di perdite** (0,13) e dai **rubinetti touchless** (0,10). Le lavatrici ad alta efficienza e i sistemi di feedback sui consumi presentano invece valori sensibilmente inferiori (entrambi intorno a 0,02), indicando una capacità di "recupero" dell'investimento pubblico pressoché marginale, se valutata esclusivamente sulla base dei ricavi attesi dalla vendita dei

---

<sup>3</sup> I dati tecnici sono consultabili al seguente link: <https://share.google/nupSKYcMKQdJoIBfj> e al seguente link: <https://lifestyle.sustainability-directory.com/learn/how-does-a-smart-water-meter-differentiate-between-normal-use-and-a-potential-leak/>

crediti blu. Sebbene tutti i valori risultino inferiori all'unità, questo esito è coerente con la natura semplificata dell'indicatore, che considera unicamente i benefici legati alla valorizzazione dei risparmi idrici in forma di crediti e non tiene conto di ulteriori vantaggi potenziali. Di conseguenza, l'indicatore non va interpretato come una misura di sostenibilità finanziaria complessiva, bensì come uno strumento orientativo per confrontare l'efficienza relativa dei diversi dispositivi dal punto di vista della capacità di generare un ritorno, anche solo parziale, rispetto all'incentivo pubblico erogato. Tali incentivi, già oggi erogati da molte amministrazioni pubbliche, comportano un esborso che non genera ritorni per l'ente. **Il meccanismo dei crediti blu può rappresentare, in quest'ottica, una modalità parziale di rientro rispetto agli incentivi a fondo perduto destinati all'efficienza idrica.** I rapporti benefici-costi calcolati consentono di individuare i dispositivi che, a parità di condizioni, massimizzano tale capacità di rientro e offrono, dunque, **indicazioni operative su come allocare le risorse pubbliche.** Nello specifico, ad esempio, è ipotizzabile **dare priorità ai dispositivi più efficienti in termini di rientro economico**, oppure differenziare l'entità del contributo pubblico in base alle prestazioni attese di ciascuna tecnologia.



Tabella 20. Efficienza economica degli incentivi pubblici per dispositivi domestici di risparmio idrico.

| Dispositivo                                                      | Prezzo medio (€) | WTP (€) | Incentivo pubblico (€) | Risparmio idrico stimato |          |           | Vita utile del dispositivo (anni) | Ammortamento annuo dell'incentivo (€/anno) | Ricavi (€/anno) | Rapporto benefici-costi |
|------------------------------------------------------------------|------------------|---------|------------------------|--------------------------|----------|-----------|-----------------------------------|--------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
|                                                                  |                  |         |                        | (L/giorno)               | (L/anno) | (mc/anno) |                                   |                                            |                 |                         |
| Eco-Toilets e WC a basso flusso                                  | 900              | 448     | 452                    | 75                       | 27375    | 27,38     | 35                                | 12,91                                      | 3,53            | 0,273                   |
| Lavatrici a basso flusso ed elevata efficienza (Energy STAR)     | 850              | 557     | 293                    | 8                        | 2920     | 2,92      | 15                                | 19,56                                      | 0,38            | 0,019                   |
| Meccanismi/sensori smart per il rilevamento rapido delle perdite | 800              | 252     | 548                    | 296                      | 108077   | 108,08    | 5                                 | 109,66                                     | 13,92           | 0,127                   |
| Feedback sul consumo in tempo reale (smart meters)               | 785              | 177     | 608                    | 12                       | 4380     | 4,38      | 20                                | 30,39                                      | 0,56            | 0,019                   |
| Rubinetti touchless                                              | 415              | 341     | 74                     | 8                        | 2920     | 2,92      | 20                                | 3,72                                       | 0,38            | 0,101                   |

*Note:* Il prezzo medio indica la media di mercato per il costo di acquisto unitario del dispositivo. La WTP rappresenta la disponibilità a pagare massima del cittadino per il dispositivo, stimata mediante esperimento di scelta discreta. La vita utile del dispositivo è la durata tecnica assunta (in anni) ai fini del calcolo. L'ammortamento annuo dell'incentivo è calcolato come annualità costante con tasso di interesse nullo. I ricavi riportati in tabella corrispondono ai ricavi annui potenziali derivanti dalla valorizzazione dei risparmi idrici in crediti blu, assumendo un prezzo di vendita pari a 12,77 € per credito (1 credito = 100 m<sup>3</sup>). Il rapporto benefici-costi è dato dal rapporto tra ricavi annui e ammortamento annuo dell'incentivo.

## 4. Indicazioni conclusive e linee guida propedeutiche alla costruzione del sistema di scambio basato sui crediti blu

Il presente deliverable sintetizza il percorso svolto da TESAF nell'ambito del Task 1.5, finalizzato a fornire una base conoscitiva solida per la progettazione del sistema di scambio di crediti blu nel contesto italiano. Il lavoro ha combinato, da un lato, l'analisi comparativa dei principali mercati idrici avanzati a livello internazionale, con particolare attenzione alle esperienze di Australia, California e altri Paesi in cui sono già operativi meccanismi di scambio basati sul risparmio o sulla riallocazione della risorsa, e, dall'altro, la progettazione e realizzazione di tre indagini campionarie distinte rivolte ad agricoltori, imprese e cittadini. Ciascuna di queste ha incluso un esperimento di scelta finalizzato a stimare il valore economico dei crediti blu e a individuare le caratteristiche di mercato più coerenti con le preferenze degli attori coinvolti.

Questo studio rappresenta, per quanto a nostra conoscenza, **il primo contributo empirico dedicato all'analisi economica del mercato volontario di crediti idrici**. Si tratta, altresì, della **prima valutazione integrata in letteratura che quantifica in modo congiunto domanda e offerta all'interno di un unico disegno sperimentale**.

I risultati ottenuti dalle rilevazioni consentono di delineare alcune indicazioni di base per la progettazione del sistema di scambio di crediti idrici.

Dal punto di vista dell'interesse potenziale, **le aziende agricole emergono come l'attore più ricettivo**: una quota consistente di agricoltori riconosce al sistema di scambio di crediti blu un ruolo concreto nel migliorare la gestione delle risorse idriche e si dichiara disponibile a partecipare. **Per le imprese, l'interesse verso il sistema di scambio di crediti blu risulta complessivamente più debole**, con una parte significativa del campione che adotta una posizione di scetticismo, riconducibile all'assenza di incentivi concreti all'adesione, soprattutto in termini di ritorni economici, e a una limitata familiarità con lo strumento.

Per quanto concerne le preferenze relative alle configurazioni del mercato di crediti blu, gli agricoltori mostrano una chiara propensione per crediti con durata di breve o medio periodo, mentre **gli impegni di lungo periodo riducono sensibilmente l'attrattività dello schema**. La **disponibilità ad aderire al sistema diminuisce quando gli oneri amministrativi diventano**



**troppo gravosi**, in particolare nel caso di contratti formali con requisiti aggiuntivi di certificazione, **e quando i controlli sono troppo stringenti**, come nel caso di verifiche obbligatorie e sistematiche. Emerge inoltre una preferenza per una governance privata dell'ente di controllo rispetto a un'impostazione esclusivamente pubblica. **Dal lato della domanda, le imprese** che hanno preso in considerazione l'aspetto economico delle diverse configurazioni di mercato, e quindi manifestato interesse per il sistema di scambio potenziale, presentano **preferenze meno strutturate**.

Non si osservano scelte nette in relazione alla durata del credito o agli impegni amministrativi, mentre **risultano chiaramente scoraggianti sia la configurazione caratterizzata da controlli capillari sia gli assetti di governance mista**.

Integrando le informazioni sui due lati del mercato, l'analisi restituisce un **prezzo di equilibrio pari a circa 12,80 €/credito**. Tale valore è coerente con i valori osservati nei principali mercati internazionali di crediti idrici. Alla luce della scarsa significatività dei parametri stimati per le imprese, il punto di equilibrio deve essere interpretato come una stima preliminare, riferita al campione considerato e non generalizzabile all'intera popolazione di riferimento. È bene sottolineare, tuttavia, come tale valore costituisca un riferimento fondamentale e propedeutico per l'impostazione della fase pilota.

Come evidenziato nei risultati (cfr. sezione 3.2.3), la valutazione economica delle diverse azioni che generano crediti blu ha messo in evidenza una **forte eterogeneità nei tempi di ritorno e nei ricavi per ettaro**. Questa asimmetria riflette differenze strutturali: le azioni di efficientamento agiscono sul risparmio dei prelievi, mentre le AFI sono concepite per la ricarica della falda e hanno quindi una funzione sistemica diversa. Conseguentemente, le misure di efficientamento irriguo e le tecnologie gestionali (come i servizi di consulenza online per la gestione dell'irrigazione) producono in genere pochi crediti per unità di superficie e garantiscono ricavi contenuti, con tempi di ritorno pluriennali. Le AFI, al contrario, generano migliaia di crediti per ettaro e producono ricavi molto elevati, con tempi di ritorno dell'investimento che si collocano entro l'anno. Proprio per questo, l'inclusione delle AFI nello stesso schema di accreditamento previsto per le azioni di risparmio pone un **problema di bilanciamento del sistema di scambio di crediti blu**. A parità di prezzo unitario, le AFI tenderebbero a dominare l'offerta, rendendo marginali le azioni di efficientamento irriguo e l'uso di tecnologie gestionali, che sono invece più diffuse, replicabili e spesso più facilmente

adottabili dalle aziende agricole. I risultati suggeriscono quindi la necessità di **un intervento correttivo sul meccanismo di accreditamento**, al fine di evitare uno squilibrio strutturale tra le diverse tipologie di azioni ammissibili. È opportuno ricalibrare il numero di crediti riconosciuti alle AFI, ad esempio attraverso l'introduzione di fattori di ponderazione, per evitare che queste azioni, pur rilevanti, generino livelli di ricavo sproporzionati. Un'altra potenziale soluzione potrebbe essere un **moderato aumento del prezzo unitario stimato** (12,80 €/credito), che può essere interpretato come un valore di riferimento prudenziale. Le analisi condotte sul campione di imprese indicano, infatti, una disponibilità a pagare media pari a circa 19,20 €/credito, suggerendo, nel campione considerato, un margine di manovra per collocare il prezzo unitario a un livello leggermente più elevato. Un eventuale aumento moderato del prezzo per i crediti generati da azioni di risparmio, combinato con una riduzione o una diversa ponderazione dei crediti attribuiti alle AFI, consentirebbe di migliorare l'attrattiva economica delle azioni di efficientamento irriguo e delle tecnologie gestionali, preservando al tempo stesso il ruolo delle AFI senza permettere che esse assorbano l'intero spazio di mercato. Un'ipotesi teoricamente possibile, ma di difficile implementazione, sarebbe quella di differenziare il prezzo unitario del credito in funzione della tipologia di azione. Tuttavia, questa opzione implicherebbe una complessità gestionale e regolamentare significativa e solleverebbe problemi di equità e trasparenza nella definizione del valore del credito. Per questo motivo, **si ritiene preferibile agire su leve comuni a tutte le azioni, come il prezzo unitario o il numero di crediti riconosciuti**. Va inoltre sottolineato che i tempi di ritorno calcolati si basano esclusivamente sui ricavi derivanti dalla vendita dei crediti blu, senza includere i benefici aziendali indiretti (es. aumento della redditività, risparmio idrico) né i cofinanziamenti pubblici disponibili per alcune azioni, in particolare quelle strutturali. Ciò implica che i ricavi dalla vendita di crediti blu non debbano necessariamente coprire l'intero investimento ma possano rappresentare un'integrazione ai benefici privati e ai contributi pubblici, riducendo significativamente il rischio d'investimento percepito e accorciandone il tempo di ritorno effettivo. Ammettendo un prezzo unitario prudente e una revisione al ribasso dei crediti attribuiti alle AFI, il sistema può quindi risultare economicamente sostenibile.

Anche **dal lato dei cittadini emergono indicazioni rilevanti** per il disegno del sistema di scambio. L'indagine condotta su un campione rappresentativo della popolazione italiana evidenzia una percezione ancora limitata del problema della scarsità idrica, ma al contempo



una **forte attitudine individuale al risparmio della risorsa**. L'esperimento di scelta ha consentito di porre in evidenza una **disponibilità a pagare per i diversi dispositivi domestici a risparmio idrico**, riconducibile a valori ambientali e a un diffuso senso di responsabilità nell'uso della risorsa. Questo evidenzia la possibilità di attivare un **ruolo partecipativo da parte della popolazione**, sia in qualità di beneficiario indiretto del sistema, sia attraverso comportamenti individuali responsabili, adesione a iniziative locali e forme di contributo volontario ispirate a principi di responsabilità ambientale.

L'analisi comparativa dell'efficienza economica dei diversi dispositivi, condotta dal **punto di vista dell'ente pubblico**, ha evidenziato che **il sistema dei crediti può rappresentare un meccanismo di rientro parziale delle risorse pubbliche investite**. Le differenze emerse tra i dispositivi, in termini di rapporto tra benefici attesi e costi sostenuti, forniscono indicazioni utili per definire le **priorità di intervento** e orientare in modo mirato **l'allocazione degli incentivi**. Da questa prospettiva, dunque, i risultati confermano l'importanza di sostenere l'adozione di tecnologie domestiche efficienti da parte dei cittadini, anche quale **azione di generazione dei crediti**.



## Appendici

### Appendice A

#### Tabelle dettagliate sui mercati globali di crediti idrici

| Messico                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Descrizione del sistema</b> | L'istituzione di un sistema di gestione dell'acqua basato sul mercato in Messico è stata resa possibile dalla legge federale sull'acqua del 1992, che ha introdotto un passaggio dal controllo statale centralizzato a mercati dell'acqua regolamentati con diritti di utilizzo dell'acqua negoziabili. La legge mirava a decentralizzare il funzionamento e la gestione dell'irrigazione, dando potere alle associazioni di utenti dell'acqua (WUA) e agli stakeholder regionali, pur mantenendo la supervisione normativa a livello federale attraverso la Commissione nazionale per l'acqua (CNA). La CNA rimane responsabile della supervisione della gestione dell'acqua e del mantenimento del Registro Pubblico dei Diritti Idrici (REPDA), dove tutte le concessioni e i trasferimenti di diritti d'uso dell'acqua devono essere registrati ufficialmente per garantire legalità e trasparenza (Rosegrant & Gazmuri Schleyer, 1996).                                                                                                                   |
| <b>Obiettivi principali</b>    | Il sistema di mercato dell'acqua messicano è stato introdotto principalmente per migliorare l'efficienza dell'uso dell'acqua in agricoltura, decentralizzando la gestione dei sistemi di irrigazione e dando alle associazioni di utenti dell'acqua (WUA) il potere di gestire l'allocazione dell'acqua e di facilitare il commercio a livello locale (Hearne & Trava, 1997). Un obiettivo chiave della riforma era trasferire la responsabilità della gestione dell'irrigazione dal governo federale agli utenti locali, riducendo così il coinvolgimento diretto delle autorità federali nelle operazioni quotidiane e promuovendo il processo decisionale a livello locale (Hearne & Trava, 1997). Inoltre, la riforma ha cercato di promuovere la conservazione dell'acqua utilizzando meccanismi di mercato per allineare l'uso dell'acqua al valore economico, consentire una riallocazione flessibile dell'acqua in risposta ai cambiamenti dei modelli di coltura e della domanda e attrarre investimenti privati nelle infrastrutture di irrigazione, |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | alleggerendo in ultima analisi l'onere finanziario del governo federale (Rosegrant & Gazmuri Schleyer, 1996).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Sfide principali</b>    | Nonostante le riforme legislative, diverse sfide hanno limitato lo sviluppo del mercato messicano dell'acqua. In primo luogo, sebbene le riforme del 1992 abbiano decentralizzato la gestione dell'irrigazione, la Commissione nazionale per l'acqua (CNA) ha mantenuto un'autorità significativa sulla governance dell'acqua, limitando la portata dell'effettivo decentramento (Hearne & Trava, 1997). In secondo luogo, l'applicazione dei diritti e degli scambi idrici è stata ostacolata da complessi accordi istituzionali e da una debole supervisione normativa, in particolare per quanto riguarda il monitoraggio dei trasferimenti di acqua (Rosegrant & Gazmuri Schleyer, 1996). In terzo luogo, gli elevati costi di transazione e la limitata capacità organizzativa e gestionale di molte associazioni di utenti dell'acqua (WUA) hanno ridotto l'efficacia e la trasparenza dei meccanismi di mercato nella pratica (Hearne & Trava, 1997). |
| <b>Fattori di successo</b> | Tra i fattori chiave del sistema c'è un quadro giuridico chiaro stabilito dalla legge del 1992, che consente diritti di concessione e commerciabilità. I diritti sono stati assegnati in base all'uso storico, garantendo continuità e stabilità (Rosegrant & Gazmuri Schleyer, 1996). La partecipazione attiva delle associazioni di utenti dell'acqua (WUAs) ha migliorato la governance locale e il coinvolgimento degli stakeholder (Hearne & Trava, 1997), mentre la supervisione normativa da parte della Commissione nazionale per l'acqua (CNA) assicura che gli scambi siano conformi alle norme legali e ambientali (Rosegrant & Gazmuri Schleyer, 1996).                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Impatto globale</b>     | I mercati internazionali dell'acqua sono stati plasmati dall'esperienza messicana in materia di governance dell'acqua. La legge federale sull'acqua del 1992, spesso paragonata al Codice dell'acqua del Cile del 1981, illustra come le strutture basate sul mercato possano migliorare l'efficienza gestendo i costi delle infrastrutture (Hearne & Easter, 1995). L'esperienza del Messico è particolarmente rilevante per altri Paesi in fase di liberalizzazione economica e alla ricerca di sistemi di gestione dell'acqua decentralizzati e basati su incentivi (Rosegrant & Gazmuri Schleyer, 1996).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Maturità del mercato e scalabilità</b>          | Sebbene esistano basi legali e istituzionali, l'espansione del mercato è stata lenta a causa della continua centralizzazione sotto la Commissione Nazionale dell'Acqua (CNA), delle barriere legali e degli oneri amministrativi che complicano gli scambi intersettoriali, nonché delle lacune infrastrutturali e delle limitate capacità locali (Hearne & Easter, 1995).                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Meccanismi di transazione</b>                   | Il sistema messicano regola il trasferimento dei diritti idrici attraverso un processo regolamentato che impone l'obbligo di registrazione di questo aspetto nel Registro Pubblico dei Diritti Idrici (REPDA) come prerequisito per lo scambio. Inoltre, i trasferimenti intersettoriali o extra-distrettuali sono soggetti all'approvazione della Commissione Nazionale dell'Acqua (CNA), mentre i trasferimenti all'interno di un bacino o di una regione (o tra regioni) devono corrispondere alle linee guida del Consiglio di Bacino. In altri casi, dovrebbero esserci decisioni consensuali anche nelle assemblee generali (Rosegrant & Gazmuri Schleyer, 1996).               |
| <b>Limiti di consumo dell'acqua e applicazione</b> | La CNA può limitare l'uso dell'acqua in caso di sovraestrazione delle falde acquifere, degrado ambientale o emergenze. L'articolo 38 conferisce alla CNA l'autorità di bloccare i traffici o di applicare restrizioni provvisorie con il coinvolgimento del Consiglio di Bacino (Rosegrant & Gazmuri Schleyer, 1996).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Durata dei diritti d'acqua</b>                  | Le concessioni idriche sono tipicamente a lungo termine, da 5 a 50 anni, e la maggior parte supera i 30 anni. Possono essere revocate se l'acqua non viene utilizzata per tre anni consecutivi, se l'interesse pubblico lo richiede o per il mancato rispetto delle norme di efficienza (Rosegrant & Gazmuri Schleyer, 1996).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Analisi dei prezzi</b>                          | I dati sui prezzi forniti da Kloezen (1998) per il distretto di irrigazione dell'Alto Rio Lerma mostrano che i prezzi dell'acqua sono compresi tra 0,40 e 3,50 dollari per 1.000 m <sup>3</sup> , con volumi scambiati che variano tra 450 e 10.000 m <sup>3</sup> . In alcuni casi, fino all'86% del fabbisogno idrico stagionale di un acquirente è stato ottenuto tramite acquisti sul mercato, il che sottolinea la dipendenza del distretto dall'offerta del mercato. La differenza di prezzo osservata è una manifestazione della diversità delle condizioni idriche e idrologiche locali, del grado di urgenza del bisogno di acqua e delle preferenze personali degli utenti. |
| <b>Autorità di certificazione e regolamenti</b>    | La CNA svolge un ruolo centrale nella certificazione, nel monitoraggio e nell'applicazione dei diritti idrici. Attraverso la REPDA, garantisce la trasparenza e il rispetto delle normative. I poteri discrezionali della CNA le consentono di bloccare gli                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|  |                                                                                                                                                                                                             |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | scambi, sospendere le concessioni o imporre limiti ambientali, assicurando che il mercato dell'acqua funzioni nel rispetto degli obiettivi nazionali di sostenibilità (Rosegrant & Gazmuri Schleyer, 1996). |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Cile                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Descrizione del sistema</b> | <p>Il sistema di mercato dell'acqua in Cile si basa sul Codice dell'Acqua del 1981, che ha separato legalmente i diritti idrici dalla proprietà terriera e ha stabilito un quadro di proprietà privata per l'assegnazione dell'acqua. La legge ha autorizzato la privatizzazione e la vendita dei diritti sull'acqua sul mercato, ha fornito i requisiti minimi del ruolo governativo e ha stabilito le tutele costituzionali secondo cui l'acqua fa parte della proprietà privata (Bauer, 2015). La Direccion General de Aguas (DGA) ha la responsabilità di concedere e documentare i diritti sull'acqua, ma non ha il potere normativo di supervisionare il conflitto tra gli usi e di fornire una soluzione alla controversia. Nel 2005 sono state introdotte tasse di non utilizzo per scoraggiare la speculazione e l'accaparramento e per attivare il mercato dell'acqua incoraggiando i titolari di diritti non utilizzati a rilasciarli (Bauer, 2015).</p> |
| <b>Obiettivi principali</b>    | <p>I mercati hanno permesso di trasferire in modo ottimale l'acqua verso usi di maggior valore (ad esempio, lo sviluppo dell'uva da tavola nella valle del Limar 2), dove gli acquirenti hanno ottenuto benefici netti di 2,40 dollari per m<sup>3</sup> all'anno grazie ai trasferimenti basati sul mercato (Hearne &amp; Easter, 1997). Anche gli acquirenti e i venditori dei mercati traggono benefici economici; la liquidazione di alcuni diritti idrici è stata effettuata per contribuire a eliminare le pressioni economiche e gli acquirenti hanno registrato affitti netti medi di 1,78 dollari per m<sup>3</sup> all'anno (Hearne e Easter 1997). Quindi, oltre a contribuire all'espansione dei mercati e alla privatizzazione degli investimenti, il sistema promuove la libertà di mercato e la presenza di forze di mercato che controllerebbero l'allocazione dell'acqua (Bauer 2015).</p>                                                         |
| <b>Sfide principali</b>        | <p>Il sistema si trova ad affrontare sfide significative, tra cui le carenze di governance, in quanto la Direzione Generale dell'Acqua (DGA) non ha l'autorità per mediare i conflitti idrici, che vengono spesso deferiti a tribunali generali che non hanno competenze specialistiche in materia di governance idrica (Bauer, 2015; Galaz, 2004). Inoltre, persiste l'inequità sociale: il mercato favorisce gli utenti più ricchi e consente agli attori potenti di dominare l'accesso all'acqua, emarginando così gli utenti su piccola scala o svantaggiati (Galaz, 2004). Anche il degrado ambientale è un problema critico, poiché il sistema non è riuscito a prevenire l'estrazione eccessiva e l'uso non sostenibile, con gravi conseguenze ecologiche (Galaz, 2004).</p>                                                                                                                                                                                 |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fattori di successo</b>                         | Il sistema beneficia di una solida base giuridica stabilita dal Codice dell'acqua del 1981, che fornisce diritti sicuri e negoziabili e certezza del diritto, incoraggiando così l'attività di mercato (Bauer, 2015). I dati dimostrano che ci sono significativi guadagni economici in regioni come la Valle del Limar, dove il commercio dell'acqua correttamente funzionante offre migliori rendimenti; ad esempio, un singolo diritto d'acqua corrispondente a 4.500 m <sup>3</sup> /anno è stato valutato 3.000 dollari al di sopra del bacino di Paloma, ma lo stesso diritto d'acqua è stato valutato solo 500 dollari al di sotto del bacino, mostrando chiaramente un alto grado di differenziazione del valore localizzato (Hearne & Easter, 1997). Le aree agronomiche particolarmente dipendenti dall'acqua hanno mostrato un'attività di mercato molto attiva e la Valle del Limar ha già registrato livelli di scambio annuali superiori a 9 milioni di m <sup>3</sup> , il 63% dei quali è stato acquistato da produttori di uva da tavola (Hearne & Easter, 1997). |
| <b>Impatto globale</b>                             | Il sistema cileno è spesso citato a livello globale come un caso da manuale di governance neoliberale dell'acqua, che influenza le politiche nei Paesi aridi e semiaridi. Se da un lato dimostra come i mercati possano guidare l'efficienza delle risorse, dall'altro evidenzia i rischi di una privatizzazione non regolamentata, come l'inequità, l'esaurimento delle risorse e la limitata capacità dello Stato di far rispettare l'interesse pubblico (Bauer, 2015; Galaz, 2004).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Maturità del mercato e scalabilità</b>          | Sebbene sia caratterizzato dall'esercizio della maturità in alcune aree in cui la disponibilità di acqua creata dall'agricoltura irrigua è molto ampia, il mercato cileno dell'acqua è ancora afflitto da limiti significativi. La debole integrazione istituzionale ostacola gli sforzi di gestione coordinata dell'acqua (Bauer, 2015), mentre le infrastrutture inadeguate e la persistente disuguaglianza sociale limitano la scalabilità del mercato e l'accesso equo (Budds, 2020). Inoltre, il sovrautilizzo ambientale è un'altra questione urgente, aggravata dal fatto che non esistono restrizioni alla quantità di risorse utilizzate né forze efficaci in grado di affrontare il problema (Galaz, 2004).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Meccanismi di transazione</b>                   | Il Cile sostiene i trasferimenti di diritti idrici sia permanenti che temporanei. I trasferimenti permanenti sono formalizzati davanti a un notaio e forniscono sicurezza legale e chiarezza a lungo termine agli utenti (Hearne & Easter, 1997). Al contrario, i trasferimenti temporanei o informali sono comuni tra i piccoli agricoltori e spesso avvengono senza una supervisione normativa (Budds, 2020). Questa mancanza di regolamentazione formale nei mercati informali aumenta il rischio di sfruttamento, in particolare per i gruppi vulnerabili, da parte di attori più potenti (Budds, 2020).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Limiti di consumo dell'acqua e applicazione</b> | L'uso dell'acqua in Cile non è regolamentato da nessuna parte, una situazione che ha portato a un massiccio sovra-pompaggio,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 | <p>soprattutto nei bacini idrografici che riforniscono le valli più a valle, e agli interessi a valle è stata sistematicamente negata la protezione legale (Galaz, 2004; Hearne e Easter, 1997). La mancanza di restrizioni quantitative ha anche aumentato il tasso di distruzione ambientale e di disordini sociali nelle regioni sottoposte a restrizioni idriche. La situazione in Cile è che l'applicazione della legge è debole; la struttura esistente offre una protezione inadeguata agli utenti a valle e i trasferimenti a monte senza restrizioni mettono ulteriormente a dura prova le risorse condivise (Hearne e Easter, 1997). Inoltre, gli attori potenti della sfera economica e politica tendono ad agire senza restrizioni significative, mentre gli utenti più bassi hanno mezzi di ricorso limitati, rafforzando così le disuguaglianze sistemiche (Galaz, 2004; Budds, 2020).</p>                                                                                    |
| <b>Durata dei diritti d'acqua</b>               | <p>Sebbene la legge non definisca esplicitamente la durata dei diritti d'uso dell'acqua, essi sono di fatto indefiniti. In quanto proprietà privata, i diritti possono essere detenuti senza essere utilizzati o scaduti (Hearne &amp; Easter, 1997; Galaz, 2004). Non vi è alcun obbligo legale di utilizzare i diritti per mantenerli, consentendo speculazioni e accaparramenti a lungo termine (Bauer, 2015).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Analisi dei prezzi</b>                       | <p>Esiste inoltre un'enorme eterogeneità nei prezzi dell'acqua nelle varie regioni cilene. Nella Valle del Limarí, ad esempio, un diritto per 4.500 m<sup>3</sup>/anno è stato valutato 3.000 dollari al di sopra del bacino di Paloma, rispetto a soli 500 dollari al di sotto di esso (Hearne &amp; Easter, 1997). Dopo aver tenuto conto dei costi di transazione, il rendimento netto del commercio dell'acqua è rimasto a 2,40 dollari per m<sup>3</sup> all'anno. I grandi acquirenti, in particolare quelli che producevano uva da tavola, hanno ottenuto rendimenti ancora più elevati, guadagnando fino a 2,84 dollari per m<sup>3</sup> all'anno, sottolineando la redditività della riassegnazione dell'acqua alle colture di alto valore. Tuttavia, questa dinamica dei prezzi è stata utilizzata per amplificare le differenze sociali, poiché la riallocazione del mercato ha portato a un'assegnazione disuguale della ricchezza agli utenti più abbienti (Galaz, 2004).</p> |
| <b>Autorità di certificazione e regolamenti</b> | <p>La Dirección General de Aguas (DGA) gestisce la registrazione e il rilascio dei diritti idrici, ma non ha l'autorità completa per risolvere le controversie o far rispettare i limiti ambientali. Lo scollamento istituzionale tra certificazione e regolamentazione continua a ostacolare la capacità del Cile di garantire un accesso sostenibile ed equo all'acqua (Bauer, 2015). I conflitti sono spesso affidati a tribunali civili che non hanno competenze in materia di governance idrica (Bauer, 2015).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |



| Cina                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Descrizione del sistema</b> | <p>Dopo il 2000, la Cina ha avviato un programma nazionale di riforma dei diritti idrici proponendo che “lo sviluppo delle risorse idriche cinesi inizi a passare dalle costruzioni infrastrutturali con metodi ingegneristici ‘hard’ alla conservazione delle risorse con metodi di governance “soft” (Zheng et al., 2021).</p> <p>In Cina, una persona con un diritto all'acqua non possiede l'acqua, ma il diritto di usarla. L'agenzia governativa competente può decidere il livello appropriato di allocazione dell'acqua per ogni uso a livello di bacino; in genere, dando priorità alle richieste di acqua domestica e industriale rispetto a quelle agricole (Zheng et al., 2021). L'allocazione dell'acqua in Cina segue la gerarchia di gestione delle risorse idriche dal Ministero delle risorse idriche (MWR) alle commissioni di gestione dei bacini e poi agli uffici provinciali e prefettizi per le risorse idriche, con priorità agli usi domestici e industriali rispetto alla domanda di acqua agricola.</p> |
| <b>Obiettivi principali</b>    | <p>I diritti idrici, un prerequisito per i mercati dell'acqua, sono considerati strumenti di gestione fondamentali per mitigare la carenza idrica incentivando l'efficienza nell'uso dell'acqua (Zheng et al., 2021). L'assegnazione dell'acqua segue una struttura gerarchica che va dal Ministero delle risorse idriche (MWR) alle commissioni di gestione dei bacini e quindi agli uffici idrici provinciali e locali (Zheng et al., 2021). Il sistema di tariffazione progressiva fa pagare il consumo di acqua entro le quote a tariffe più basse, ma aumenta significativamente i prezzi quando l'uso supera i limiti assegnati (Zheng et al., 2021). Lo scambio di diritti idrici facilita lo spostamento dell'acqua da usi di minor valore a usi di maggior valore, in particolare dall'agricoltura all'industria, ottimizzando così l'allocazione delle risorse (Zheng et al., 2021).</p>                                                                                                                                 |
| <b>Sfide principali</b>        | <p>Il sistema di applicazione dei diritti idrici in Cina rimane debole, con un monitoraggio limitato dell'estrazione delle acque sotterranee, un'elevata variabilità nell'applicazione tra le regioni e sanzioni inefficaci per l'uso eccessivo. L'attuale sistema di autodichiarazione, in cui gli utenti sono responsabili del monitoraggio dei propri prelievi, è altamente suscettibile di manipolazione e non conformità. Le future riforme dovrebbero concentrarsi sul rafforzamento dei meccanismi di applicazione, sul miglioramento della raccolta dei dati e sull'introduzione di sanzioni più severe in caso di superamento delle quote per garantire una gestione sostenibile dell'acqua (Zheng et al., 2021; Dai et al., 2023).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fattori di successo</b>                | <p>La riforma del mercato dell'acqua in Cina è iniziata dopo il 2000 con progetti pilota regolati dall'alto dal governo centrale ed è ora un'iniziativa nazionale guidata dal Ministero delle Risorse Idriche (Zheng et al., 2021). La tecnologia ha migliorato la trasparenza del mercato e ridotto i costi di transazione, come dimostra la piattaforma di trading online del bacino del fiume Shiyang (Zheng et al., 2021). Un meccanismo di mercato strutturato consente di scambiare i diritti idrici, i permessi di estrazione e l'acqua assegnata tra regioni, settori e utenti, in modo permanente o per periodi prestabiliti (Zheng et al., 2021). Il crescente coinvolgimento del pubblico e la trasparenza istituzionale hanno sostenuto questo passaggio da un modello puramente top-down (Zheng et al., 2021). Nel complesso, l'esperienza cinese, guidata dalla leadership governativa, dalla tecnologia, dalle regole di mercato e dalla trasparenza, offre lezioni per la costruzione di mercati dell'acqua efficienti e sostenibili altrove (Zheng et al., 2021).</p> |
| <b>Impatto globale</b>                    | <p>Il sistema dei diritti idrici e i meccanismi di scambio della Cina hanno avuto un impatto significativo a livello globale, influenzando i modelli di governance dell'acqua, le pratiche di gestione sostenibile dell'acqua e l'efficienza economica dei mercati idrici. Le riforme attuate in Cina offrono spunti preziosi sia per i Paesi sviluppati che per quelli in via di sviluppo nella gestione di risorse idriche scarse attraverso l'allocazione, la tariffazione e la regolamentazione.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Maturità del mercato e scalabilità</b> | <p>Il mercato cinese dell'acqua è maturato in modo significativo, ma deve ancora affrontare sfide strutturali per la scalabilità. La disparità regionale nella partecipazione al mercato, gli alti costi di transazione e le barriere normative limitano il pieno potenziale del mercato. Tuttavia, con le riforme normative, i progressi tecnologici e un maggiore impegno del settore privato, il sistema dei diritti idrici cinese potrebbe continuare a evolversi verso un modello più efficiente e scalabile.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Meccanismi di transazione</b>          | <p>Il sistema di scambio dei diritti idrici in Cina è complesso e stratificato e prevede diversi meccanismi di transazione che consentono il trasferimento di diritti idrici tra regioni, settori e individui. Questa struttura si è evoluta per far fronte alla scarsità d'acqua, all'efficienza economica e alla supervisione normativa (Zheng et al., 2021).</p> <p>1. Scambio di diritti idrici a livello regionale: avviene tra regioni amministrative, riassegnando i diritti in base alla domanda e alla disponibilità. L'accordo di scambio idrico tra Dongyang e Yiwu, nella provincia di Zhejiang, è il primo caso noto di scambio idrico interregionale in Cina: nel 2000, Yiwu ha acquistato circa 50 milioni di metri cubi all'anno dal bacino idrico Hengjiang di Dongyang per 200 milioni di yuan (Zheng et al., 2021).</p>                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           | <p>2. Il commercio settoriale dell'acqua, in particolare i trasferimenti dall'agricoltura all'industria, è un altro meccanismo chiave. Le industrie spesso finanziano i miglioramenti dell'irrigazione in cambio dell'acqua risparmiata. Ad esempio, dal 2003, le industrie dei settori elettrico e minerario della Mongolia interna hanno investito 0,7 miliardi di yuan in infrastrutture di irrigazione, risparmiando 130 milioni di metri cubi di acqua, che sono stati poi trasferiti all'uso industriale (Zheng et al., 2021). Dal 2016 al 2019, 77 scambi di questo tipo per un totale di 2.352 milioni di metri cubi sono stati condotti attraverso la piattaforma China Water Exchange (Zheng et al., 2021).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>Limiti di consumo dell'acqua e applicazione</b></p> | <p>L'implementazione dei limiti di utilizzo dell'acqua in Cina è centrale nel suo sistema di gestione delle risorse idriche più rigoroso. Secondo il Consiglio di Stato, entro il 2030, province e città non dovranno superare le quote di utilizzo volumetrico dell'acqua, che fungono da indicatori di "linea rossa" per controllare il consumo totale (Zheng et al., 2021). Ad esempio, le quote per il 2030 (in miliardi di metri cubi) sono: Pechino: 51,56; Hebei: 246,00; Shandong: 301,84; Jiangsu: 527,68; e Xinjiang: 526,74, con un limite nazionale totale di 7.000 miliardi di metri cubi (Zheng et al., 2021).</p> <p>L'uso dell'acqua in una regione deve rimanere all'interno del limite assegnato, applicato tramite un sistema di permessi di astrazione dell'acqua. Gli estrattori, inclusi industrie, impianti di approvvigionamento idrico urbani e distretti di irrigazione, devono ottenere permessi dai governi locali per prelevare acqua direttamente da fiumi, laghi o fonti sotterranee. Gli usi domestici minori e l'irrigazione del bestiame sono esenti (Zheng et al., 2021).</p> <p>I diritti di superficie dell'acqua e i permessi di astrazione si basano sul deflusso medio annuo dei fiumi, il che significa che la disponibilità effettiva di acqua varia ogni anno. Le allocazioni vengono regolate ogni anno e le quote non utilizzate non vengono trasferite a causa della capacità limitata di stoccaggio (Zheng et al., 2021).</p> <p>Per gestire le fluttuazioni dell'approvvigionamento, è necessaria una forte capacità di enforcement, soprattutto sotto l'incertezza idrologica. L'allocazione stagionale, che regola la distribuzione in base alle condizioni in tempo reale, viene applicata principalmente nelle valli aride come il Fiume Giallo e il Fiume Hei nella provincia di Gansu (Zheng et al., 2021). Un passo importante è stata la regolamentazione del 2006 sull'Allocazione dell'Acqua nella Valle del Fiume Giallo, emessa dal Consiglio di Stato, che ha conferito alla Commissione di Conservazione del Fiume Giallo (YRCC) l'autorità per gestire le operazioni delle dighe e garantire una distribuzione equa secondo il piano di ripartizione dei diritti del 1987 (Zheng et al., 2021).</p> |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Durata dei diritti d'acqua</b></p> | <p>I diritti d'acqua in Cina possono essere classificati in base alla durata come diritti a lungo termine o a breve termine. I diritti d'acqua a lungo termine comportano diritti permanenti, tipicamente trasferiti tra agricoltori e industrie. Ad esempio, in Mongolia Interna, alcuni scambi di diritti d'acqua sono stati stipulati per un periodo di fino a 25 anni, garantendo una ripartizione stabile per l'uso industriale e municipale (Zheng et al., 2021).</p> <p>Gli scambi a breve termine o annuali si basano su permessi che possono essere affittati o scambiati per un singolo anno. Gli stakeholder possono vendere il volume d'acqua loro assegnato in un determinato anno e tornare alle allocazioni precedenti l'anno successivo, offrendo flessibilità per agricoltori e industrie che affrontano esigenze variabili (Zheng et al., 2021). In alcuni distretti di irrigazione, come il distretto di irrigazione Xiying nella Valle del Fiume Shiyang, tutti gli scambi sono validi solo per un anno per prevenire l'accumulo a lungo termine (Zheng et al., 2021).</p> <p>A causa del rigido sistema di allocazione stagionale della Cina e della capacità limitata di stoccaggio nei bacini idrici, i diritti d'acqua inutilizzati non possono essere trasferiti all'anno successivo. L'allocazione stagionale dell'acqua viene applicata principalmente nei bacini aridi come il Fiume Giallo e il Fiume Hei nella provincia di Gansu (Zheng et al., 2021). Per i permessi di astrazione dell'acqua rilasciati dal governo, le licenze vengono generalmente concesse per un periodo di cinque-dieci anni, con rinnovi di solito di routine, a meno che non si verifichino cambiamenti normativi significativi (Zheng et al., 2021).</p> |
| <p><b>Analisi dei prezzi</b></p>         | <p>I prezzi del commercio dell'acqua in Cina variano ampiamente tra le diverse regioni, fonti e usi, riflettendo le differenze nella disponibilità d'acqua, nei costi di estrazione e nella domanda economica. Ad esempio, nel distretto di irrigazione del fiume Maying in Gansu, l'acqua superficiale costa 0,071 CNY/m<sup>3</sup> per un volume totale di <math>440,93 \times 10^4</math> m<sup>3</sup>, mentre nel distretto di irrigazione di Xiying il prezzo è 0,135 CNY/m<sup>3</sup> per <math>6.041,56 \times 10^4</math> m<sup>3</sup> (Dai et al., 2023). L'acqua sotterranea è generalmente più costosa a causa dei costi di estrazione; nel distretto di irrigazione di Qingyuan, l'acqua sotterranea scambia a 0,069 CNY/m<sup>3</sup>, ma nel distretto di Qingxu, il prezzo sale a 0,406 CNY/m<sup>3</sup> per <math>3,53 \times 10^4</math> m<sup>3</sup> (Dai et al., 2023). La scarsità regionale influisce anche sui prezzi: nell'arida Xinjiang, l'acqua superficiale costa 0,209 CNY/m<sup>3</sup> per <math>1.324,31 \times 10^4</math> m<sup>3</sup>, e nella contea di Chengan in Hebei, l'acqua sotterranea è venduta a 0,200 CNY/m<sup>3</sup> (Dai et al., 2023). Al contrario, nelle aree ricche di acqua come il distretto di irrigazione di Tongrenqiao in Hunan, i costi sono molto più bassi, solo 0,008 CNY/m<sup>3</sup> per <math>698,58 \times 10^4</math> m<sup>3</sup>, probabilmente supportati da sovvenzioni governative (Dai et al., 2023).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 | <p>Gli scambi storici illustrano ulteriormente come i prezzi si allineano con le infrastrutture e la domanda. Nel noto scambio Yiwu–Dongyang del 2000, Yiwu acquistò 50 milioni di metri cubi di acqua annualmente dal bacino del fiume Hengjiang di Dongyang per 200 milioni di RMB, più 0,1 RMB per metro cubo per la gestione complessiva, le tasse e le spese di manutenzione (Zheng et al., 2021). In Mongolia Interna, le industrie hanno investito 0,7 miliardi di RMB in miglioramenti dell'irrigazione, risparmiando 130 milioni di metri cubi d'acqua trasferiti all'industria tramite contratti di 25 anni invece di pagare per metro cubo (Zheng et al., 2021). Nella valle del fiume Shiyang, gli scambi di acqua tra agricoltori nel distretto di irrigazione di Xiyang hanno avuto un prezzo medio di 0,186 CNY/m<sup>3</sup> per un totale di 29,194 milioni di metri cubi scambiati tra il 2008 e il 2014, con un tetto massimo del prezzo fissato a tre volte la tariffa annuale ufficiale per garantire l'equità per gli utenti a valle (Zheng et al., 2021).</p> <p>Nel complesso, il prezzo medio dell'acqua in commercio in Cina è di circa 0,16 CNY/m<sup>3</sup> per un volume totale di <math>9.293,03 \times 10^4</math> m<sup>3</sup> (Dai et al., 2023). Queste variazioni evidenziano come i prezzi dell'acqua riflettano un equilibrio tra scarsità locale, tipo di fonte, costi infrastrutturali e priorità d'uso economico, con l'acqua superficiale generalmente più economica dell'acqua sotterranea e gli usi industriali o municipali più costosi a causa dei fattori di manutenzione e domanda.</p> |
| <b>Autorità di certificazione e regolamenti</b> | <p>Il sistema di certificazione e gestione dei diritti d'acqua in Cina opera attraverso un sistema di governance gerarchico, con il Ministero delle Risorse Idriche (MWR) al vertice, seguito dalle commissioni di gestione dei bacini e dai dipartimenti provinciali delle risorse idriche. La China Water Exchange (CWEX) facilita il commercio all'ingrosso, mentre le autorità locali per l'acqua sono responsabili dell'emissione dei permessi di astrazione dell'acqua. Entro la fine del 2019, erano state registrate un totale di 329 transazioni, per un volume di 2.889 milioni di metri cubi, sulla China Water Exchange. Tuttavia, le sfide nell'applicazione delle normative, la trasparenza limitata e le restrizioni di mercato continuano a ostacolare l'efficacia complessiva del sistema (Zheng et al., 2021).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

| Spagna                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Descrizione del sistema</b> | La legge 46/1999 ha incorporato i mercati formali dell'acqua nel quadro giuridico e normativo spagnolo, consentendo mercati dell'acqua a pronti e la creazione di banche dell'acqua. L'implementazione dei mercati dell'acqua in Spagna mirava a migliorare l'efficienza dell'uso dell'acqua, riallocandola verso usi a più alto valore aggiunto. Tuttavia, i risultati dei mercati dell'acqua in Spagna sono stati piuttosto deludenti, poiché sono stati operativi solo durante i periodi di siccità e, anche in queste situazioni di estrema scarsità, l'attività di scambio ha rappresentato meno del 5% dell'uso totale di acqua (Palomo-Hierro et al., 2015).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Obiettivi principali</b>    | Gli obiettivi principali del mercato idrico spagnolo sono: aumentare l'efficienza dell'uso dell'acqua, migliorare l'allocazione e aumentare la flessibilità del sistema delle concessioni idriche. L'emendamento alla legge sull'acqua del 1999 (legge 46/1999) è stato introdotto per consentire lo scambio volontario di acqua tra i concessionari attraverso contratti di locazione temporanea, con l'obiettivo di riallocare l'acqua verso usi di maggior valore e mitigare l'impatto economico della scarsità. L'introduzione di mercati formali dell'acqua e di centri di scambio dell'acqua (Water Exchange Centers, WEC) aveva lo scopo di fornire un ulteriore meccanismo per la riallocazione dell'acqua, soprattutto durante i periodi di siccità, mantenendo la supervisione dello Stato e le protezioni ambientali. Il sistema è stato progettato per evitare trasferimenti permanenti di diritti idrici, assicurando che lo scambio rimanga uno strumento di riallocazione temporanea piuttosto che un cambiamento strutturale nella distribuzione dell'acqua (Palomo-Hierro et al., 2015).                            |
| <b>Sfide principali</b>        | La ristrettezza del mercato suggerisce l'esistenza di barriere che ne ostacolano l'effettivo funzionamento, tra cui difficoltà legali e amministrative (Palomo-Hierro et al., 2015). Uno dei problemi principali è la mancanza di trasparenza nelle transazioni idriche, che impedisce agli utenti di prendere decisioni pienamente informate e limita la partecipazione al mercato (Calatrava & Martínez-Granados, 2018). In Spagna, non solo le procedure sono lente, ma il loro esito è spesso incerto a causa della mancanza di una chiara definizione delle circostanze in cui le richieste di contratti di locazione sono autorizzate sia per gli scambi intra-bacino che per quelli inter-bacino (Calatrava & Martínez-Granados, 2018). La potenziale revisione delle concessioni idriche da parte delle autorità idriche introduce incertezza e una mancanza di garanzia legale per i titolari dei diritti idrici, che può dissuadere gli utenti dall'affittare i propri diritti idrici nel caso in cui i trasferimenti vengano interpretati dalle autorità come concessioni sovradimensionate (Palomo-Hierro et al., 2015). |

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           | <p>Inoltre, la mancanza di informazioni e la limitata esperienza nel commercio riducono la disponibilità degli agricoltori a partecipare, mentre gli alti costi di transazione dovuti a processi burocratici, costi di monitoraggio e spese di trasporto aumentano l'onere finanziario per gli operatori (Calatrava &amp; Martínez-Granados, 2018). La divisione territoriale dei bacini fluviali limita generalmente i trasferimenti all'interno di ciascun bacino; questa segmentazione può essere evitata solo costruendo costose infrastrutture interbacino e assumendo elevati costi di pompaggio (Palomo-Hierro et al., 2015).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Fattori di successo</b>                | <p>Il quadro normativo e la flessibilità del mercato creati dall'emendamento alla legge sull'acqua del 1999 (legge 46/1999) hanno disciplinato e regolato il funzionamento dei mercati dell'acqua in Spagna per rendere più flessibile il sistema delle concessioni idriche pubbliche (Calatrava &amp; Martínez-Granados, 2018). La legge ha previsto l'istituzione di centri di scambio dell'acqua (WEC) che consentono alle autorità di bacino di fare offerte pubbliche di acquisto per i diritti idrici e di riassegnarli, il che aggiunge trasparenza. La proprietà pubblica delle risorse idriche ai sensi della legge spagnola sull'acqua del 1985 garantisce che l'assegnazione dell'acqua rimanga sotto il controllo del governo, impedendo la speculazione e assicurando una distribuzione equa. A differenza dell'Australia o del Cile, dove i diritti idrici possono essere di proprietà privata e scambiati liberamente, il sistema spagnolo mantiene le concessioni regolate dalle autorità pubbliche, riducendo il rischio di monopolizzazione e proteggendo le priorità ambientali e sociali (Palomo-Hierro et al., 2015).</p> |
| <b>Impatto globale</b>                    | <p>L'impatto globale del sistema di concessione idrica pubblica spagnolo risiede nella sua capacità di bilanciare l'allocazione delle risorse con la sostenibilità e l'efficienza economica. A differenza di mercati completamente privatizzati come quelli australiani o cileni, il sistema spagnolo garantisce la proprietà pubblica e consente al contempo il commercio controllato dell'acqua, favorendo la resilienza durante le siccità e prevenendo la monopolizzazione (Palomo-Hierro et al., 2015). Questo modello ibrido ha influenzato le politiche idriche internazionali, soprattutto nelle regioni che esplorano mercati semi-regolamentati che bilanciano l'interesse pubblico con gli incentivi economici.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Maturità del mercato e scalabilità</b> | <p>Il mercato spagnolo dell'acqua è ancora nelle prime fasi di maturità e manca di scalabilità a causa di normative rigide, vincoli infrastrutturali e inefficienze di mercato (Palomo-Hierro et al., 2015). Il mercato rimane altamente reattivo alla siccità, con meccanismi di scambio formali raramente utilizzati al di fuori delle crisi idriche.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |



|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Meccanismi di transazione</b>                   | <p>I mercati dell'acqua in Spagna operano in base al Testo rivisto della legge sull'acqua (RTWL, 2001), che consente solo lo scambio temporaneo dei diritti d'acqua. I trasferimenti permanenti non sono generalmente consentiti, tranne che in circostanze eccezionali come misure urgenti di mitigazione ambientale o della siccità approvate dal governo (Palomo-Hierro et al., 2015). Il mercato spagnolo è regolato dalle Autorità di Bacino (RBA): le transazioni intra-bacino richiedono l'approvazione della RBA, che viene concessa se non vengono sollevate obiezioni entro due mesi; le transazioni inter-bacino richiedono l'approvazione del Ministero dell'Ambiente, con un periodo di tacito consenso di quattro mesi (Palomo-Hierro et al., 2015). I partecipanti ai contratti di locazione formali devono possedere diritti legali di utilizzo dell'acqua. La durata di un contratto di locazione non deve superare la durata residua del diritto idrico del venditore e i volumi trasferiti non devono superare la media effettivamente utilizzata nei cinque anni precedenti. Per gli usi di consumo, come l'irrigazione, l'acqua massima negoziabile si basa sul consumo effettivo. Le banche dell'acqua funzionano come alternativa ai mercati spot, attivati in caso di gravi carenze, e in rari casi le WEC possono acquisire permanentemente acqua per scopi ambientali (Palomo-Hierro et al., 2015).</p> |
| <b>Limiti di consumo dell'acqua e applicazione</b> | <p>La Spagna regola il consumo di acqua attraverso un'assegnazione strutturata che distingue tra concessioni (diritti d'uso dell'acqua) e assegnazione annuale effettiva di acqua (Palomo-Hierro et al., 2015). Le concessioni specificano l'uso massimo consentito, ma l'assegnazione effettiva dipende dalle condizioni idrologiche di ogni anno. In anni normali, gli utenti ricevono l'intero volume; durante la siccità, la priorità viene data prima all'approvvigionamento domestico, poi agli usi economici come l'irrigazione e l'industria. I trasferimenti non possono superare le assegnazioni autorizzate dalle RBA. Per l'irrigazione e altri usi consumistici, l'acqua massima negoziabile si basa sul consumo effettivo, calcolato come acqua estratta meno i flussi di ritorno e aggiustato per l'efficienza del sistema. I Piani di siccità prevedono protocolli di emergenza per garantire gli usi essenziali e limitare quelli non prioritari, se necessario (Palomo-Hierro et al., 2015).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Durata dei diritti d'acqua</b>                  | <p>In Spagna, i diritti d'uso dell'acqua sono assegnati tramite contratti di locazione temporanea. I trasferimenti permanenti non sono consentiti in circostanze normali. La durata dei contratti di locazione dipende dagli accordi tra acquirente e venditore, ma non può superare la durata residua della concessione del venditore (Palomo-Hierro et al., 2015). Le concessioni idriche possono durare fino a 75 anni, ma restano regolate dalle RBA, con rinnovi in genere di routine. Le acquisizioni permanenti sono possibili solo quando le WEC sono autorizzate ad acquisire acqua per scopi ambientali, il che è raro. Le banche dell'acqua operano</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |



|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 | <p>solo durante le emergenze per riassegnare temporaneamente l'acqua, ma non espandono la fornitura totale. In questo modo l'acqua rimane una risorsa regolamentata pubblicamente ed evita la speculazione (Palomo-Hierro et al., 2015).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Analisi dei prezzi</b>                       | <p>I prezzi del mercato idrico spagnolo sono altamente dinamici e variano in base al tipo di contratto, alla categoria di acquirenti, alla regione e alle condizioni idrologiche, con fluttuazioni significative durante la siccità (Palomo-Hierro et al., 2015; Calatrava &amp; Martínez-Granados, 2018). Il prezzo più basso registrato è stato di 0,06 €/m<sup>3</sup> nell'ambito di un contratto del 2011 per il trasferimento Tago-Segura, mentre il più alto ha raggiunto 0,30 €/m<sup>3</sup>, pagato dagli acquirenti urbani nel 2005-06 per i trasferimenti interbacino dal Tago al bacino del fiume Segura. I prezzi per i contratti di affitto formali, come i trasferimenti intrabacino, sono negoziati tra acquirenti e venditori; ad esempio, la CI Pago de la Vega ha affittato acqua a 0,15 €/m<sup>3</sup> nel 2007, mentre altri contratti combinavano costi fissi e variabili a seconda del volume e della stagione. I trasferimenti interbacino spesso costano di più a causa delle tariffe di trasporto e delle infrastrutture, regolamentate dal Ministero dell'Ambiente; esempi come i trasferimenti Tago-Segura hanno un prezzo di circa 0,19-0,22 €/m<sup>3</sup>, e alcuni contratti che forniscono acqua potabile a oltre 2,5 milioni di persone a una media di 0,27 €/m<sup>3</sup>. Durante la siccità, le banche dell'acqua e le offerte di acquisto del governo (OPPWR) contribuiscono a stabilizzare i prezzi acquistando acqua dagli irrigatori a tariffe fisse, come nel caso degli acquisti del 2006 nel bacino del fiume Júcar a 0,13-0,19 euro/m<sup>3</sup> e degli accordi del 2007-2008 nel bacino del fiume Guadiana con una media di 0,12 euro/m<sup>3</sup> (Palomo-Hierro et al., 2015).</p> |
| <b>Autorità di certificazione e regolamenti</b> | <p>L'autorità di certificazione e la gestione del mercato idrico spagnolo sono gestite principalmente dalle RBA e dal Ministero dell'Ambiente. Le RBA rilasciano concessioni, autorizzano i trasferimenti all'interno dei bacini e gestiscono i WEC durante la siccità. I trasferimenti tra bacini richiedono l'approvazione del Ministero, con un periodo di revisione di quattro mesi. I partecipanti devono possedere diritti legali di utilizzo dell'acqua e possono trasferire l'acqua solo a utenti con priorità uguale o superiore. Le RBA gestiscono anche banche dell'acqua e offerte pubbliche di acquisto (OPPWR), acquisendo l'acqua dagli irrigatori in caso di scarsità per riassegnarla ai comuni o al ripristino ambientale. Ciò garantisce che i mercati funzionino nell'ambito dell'interesse pubblico piuttosto che di incentivi puramente di mercato (Palomo-Hierro et al., 2015).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| <b>California (USA)</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Descrizione del sistema</b> | Un regime ibrido di diritti idrici che combina diritti ripariali non trasferibili (legati ai terreni lungo i corsi d'acqua) con diritti appropriativi separabili regolati dalla dottrina “first in time, first in right”, in base alla quale avvengono quasi tutti gli scambi per consentire una riallocazione flessibile tra gli utenti (State Water Resources Control Board, 1999; Emerick & Lueck, 2015; Sencan & Hanak, 2021). Questi meccanismi di mercato si sono evoluti per allocare in modo più efficiente l'acqua dolce altamente variabile e scarsa, soprattutto per l'agricoltura irrigua, in mezzo alle fluttuazioni dell'offerta determinate dal clima (Arellano González & Moore, 2020; Schwabe et al., 2020). A complemento dei trasferimenti di acqua di superficie, i progetti di banking delle acque sotterranee su larga scala, come la Kern Water Bank, catturano le forniture degli anni umidi nel sottosuolo per utilizzarle durante la siccità, rafforzando l'affidabilità delle forniture (Pulido Velazquez et al., 2004; Kiparsky et al., 2021). |
| <b>Obiettivi principali</b>    | I mercati dell'acqua californiani migliorano l'efficienza riallocando le forniture verso usi agricoli, municipali e ambientali di maggior valore e rafforzano la resilienza alla siccità grazie a strumenti flessibili come le locazioni annuali e il banking delle acque sotterranee che supportano l'uso congiunto (Arellano González & Moore, 2020; Pulido Velazquez et al., 2004). Consentendo trasferimenti mirati ai programmi per gli habitat e i corsi d'acqua e offrendo contratti di durata variabile da un anno a vendite permanenti, forniscono strumenti vitali per la sostenibilità e la gestione del rischio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Sfide principali</b>        | Nonostante questi vantaggi, i mercati dell'acqua californiani devono ancora affrontare alti costi di transazione e complessità normativa che ostacolano l'efficienza (Hagerty, 2017). Processi di approvazione complessi e la supervisione di più agenzie prolungano le transazioni e aumentano i costi (Hagerty, 2017). Le strutture di governance frammentate e le barriere istituzionali possono scoraggiare la partecipazione e rischiare impatti indesiderati su terzi (Schwabe et al., 2020).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Fattori di successo</b>     | Una forte chiarezza giuridica e la supervisione dello State Water Resources Control Board e del Department of Water Resources assicurano transazioni e applicazione senza problemi (State Water Resources Control Board, 1999; Hanak, 2003). Una solida rete di trasporto consente scambi interregionali (Newlin et al., 2002). Progetti di banking delle acque sotterranee su larga scala, come la Kern Water Bank, rafforzano la flessibilità dell'approvvigionamento (Pulido Velazquez et al., 2004).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Impatto globale</b>                             | I mercati idrici della California sono ampiamente studiati come modello per l'utilizzo di allocazioni flessibili per adattarsi alla siccità e allo stress climatico. L'integrazione dello scambio di mercato con il banking delle acque sotterranee offre lezioni importanti per altre regioni che devono affrontare la scarsità d'acqua (Arellano-González & Moore, 2020; Schwabe et al., 2020).                                                                                                                                     |
| <b>Maturità del mercato e scalabilità</b>          | Il mercato dell'acqua della California è maturo ma disomogeneo, con trasferimenti a lungo termine in aumento e scambi a breve termine in calo dall'inizio degli anni 2000 (Schwabe et al., 2020). Opera all'interno di un sistema ibrido ripariale-appropriativo supportato da un'ampia infrastruttura di trasporto (Emerick & Lueck, 2015). Le assegnazioni di diritti registrate ammontano a quasi cinque volte il deflusso medio annuo e raggiungono fino al 1.000% dei flussi naturali in alcuni bacini (Grantham & Viers, 2014). |
| <b>Meccanismi di transazione</b>                   | Il sistema di scambio di acqua della California comprende trasferimenti a breve termine (locazioni di un anno), scambi differiti (acqua consegnata ora con rimborso dopo un anno o più), trasferimenti a lungo termine (che durano da cinque a 110 anni) e trasferimenti permanenti (vendita o riassegnazione completa dei diritti). Questi meccanismi consentono un'allocazione flessibile e il water banking, con una supervisione normativa che varia a seconda del tipo di transazione (Sencan & Hanak, 2021).                    |
| <b>Limiti di consumo dell'acqua e applicazione</b> | I diritti idrici della California ammontano a quasi cinque volte il deflusso annuale e fino al 1000% dei flussi naturali, creando di fatto un tetto massimo dovuto alla scarsità fisica (Grantham & Viers, 2014).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Durata dei diritti d'acqua</b>                  | I trasferimenti variano da contratti di locazione di un anno e scambi differiti ad accordi a lungo termine da cinque a 110 anni e vendite definitive, fornendo opzioni flessibili di allocazione e bancarizzazione (Sencan & Hanak, 2021).                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Analisi dei prezzi</b>                          | Prezzi medi per la California (\$ per piede d'acro) \$277 per locazioni temporanee e \$4.268 per trasferimenti permanenti (Schwabe et al., 2020).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Autorità di certificazione e regolamenti</b>    | I diritti sulle acque di superficie sono regolati dallo State Water Resources Control Board (State Water Resources Control Board, 1999). Il Dipartimento delle risorse idriche gestisce le infrastrutture di trasporto e i programmi di risposta alla siccità (Hanak, 2003).                                                                                                                                                                                                                                                          |

| <b>Australia (Murray-Darling Basin)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Descrizione del sistema</b>          | <p>Il Bacino Murray-Darling (MDB) è il sistema fluviale più grande e economicamente significativo dell'Australia, estendendosi su cinque stati: Queensland, New South Wales, Victoria, South Australia e il Territorio della Capitale Australiana. Il Bacino copre il 14% dell'area totale della terra in Australia e supporta circa il 10% della popolazione nazionale (Mallawaarachchi et al., 2020). Include i tre fiumi più lunghi del paese: il Darling, il Murray e il Murrumbidgee (Qureshi et al., 2009). La gestione delle risorse idriche nel MDB è condivisa tra i governi federale, statale e locale, con la Murray-Darling Basin Authority (MDBA) come ente di governo centrale. Il mercato dell'acqua del MDB è stato formalmente istituito negli anni '80 e opera con due prodotti chiave: i diritti d'acqua (diritti a lungo termine) e le allocazioni d'acqua (accesso stagionale o temporaneo) (Grafton &amp; Horne, 2014; MDBA, 2024). Secondo Zhao et al. (2024), il meccanismo dei prezzi nel mercato dell'acqua del MDB funziona efficacemente segnalando la scarsità d'acqua, il che aiuta ad allocare le risorse idriche verso gli usi più economicamente vantaggiosi. Questa funzionalità ha permesso al mercato di adattarsi ai periodi di siccità, riallocando in modo efficiente l'acqua ai settori che ne hanno maggiormente bisogno. Le performance del mercato sono influenzate anche da fattori come le strutture delle coltivazioni e i quadri istituzionali, che contribuiscono a risultati variabili nelle diverse zone di scambio (Zhao et al., 2024).</p> |
| <b>Obiettivi principali</b>             | <p>L'obiettivo principale del mercato dell'acqua del MDB è allocare in modo efficiente le risorse idriche scarse ai loro usi economici più elevati, minimizzando al contempo i costi di transazione (Grafton &amp; Horne, 2014). Il commercio di acqua ha contribuito a mitigare gli effetti della siccità e si allinea con gli obiettivi della politica idrica nazionale dell'Australia (Grafton et al., 2020). Il mercato supporta l'uso efficiente e la riallocazione flessibile dell'acqua ed è ampiamente considerato uno dei sistemi di mercato dell'acqua più avanzati a livello globale (Seidl et al., 2020).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Sfide principali</b>                 | <p>Il mercato dell'acqua del MDB affronta diverse sfide persistenti. Un problema centrale è l'inefficienza nel recupero dell'acqua, poiché gli aumenti dei flussi fluviali derivanti dagli sforzi di recupero spesso non hanno raggiunto gli obiettivi prefissati (Grafton &amp; Wheeler, 2018). L'attuazione del Basin Plan è ostacolata da tensioni legislative e da una complessa coordinazione intergovernativa (Connell &amp; Grafton, 2011). Infine, il MDB continua a confrontarsi con conflitti tra la produzione agricola e la protezione ambientale, aggravati dalla siccità e dai cambiamenti climatici (Pittock, 2019).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fattori di successo</b>                | Il successo del mercato dell'acqua del MDB è sostenuto da un solido quadro istituzionale, diritti di proprietà chiari e robuste strutture di governance federale e statale (Grafton & Wheeler, 2018). Il mercato si è maturato nel corso dei decenni, sviluppando strumenti di scambio sofisticati come i contratti a termine sull'acqua e i contratti di parcheggio utilizzati da agri-corporate e investitori (Seidl et al., 2020). La partecipazione si è ampliata includendo non solo i proprietari terrieri, ma anche detentori di acqua ambientale e investitori finanziari, migliorando la liquidità e l'efficienza (Wheeler et al., 2014). Questi fattori, combinati con il commercio interregionale e intertemporale, hanno reso il mercato del MDB un modello per la riallocazione efficiente dell'acqua e l'adattamento ai rischi climatici (Hughes et al., 2023).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Impatto globale</b>                    | Il sistema MDB ha stabilito un punto di riferimento globale per i mercati dell'acqua. Dimostrando come bilanciare gli usi economici con la sostenibilità ambientale, fornisce lezioni preziose per altre regioni aride a livello mondiale. L'evoluzione del mercato e le sue riforme continuano a influenzare le discussioni globali sulla governance dell'acqua basata sul mercato.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Maturità del mercato e scalabilità</b> | Il mercato dell'acqua del Bacino Murray-Darling è ampiamente considerato uno dei più avanzati al mondo, con la partecipazione attiva di attori diversi e prodotti di scambio sofisticati (Seidl et al., 2020). La maturità del mercato è evidente nella sua capacità di riallocare l'acqua in modo efficiente e supportare l'adattamento ai cambiamenti climatici per gli irrigatori (Grafton & Wheeler, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Meccanismi di transazione</b>          | Il sistema MDB utilizza sia meccanismi di scambio permanenti che temporanei. I commerci permanenti riguardano la vendita di diritti d'acqua, che sono diritti a lungo termine su una quota delle risorse idriche, mentre i commerci temporanei riguardano il noleggio di allocazioni stagionali di acqua per un periodo definito (Grafton & Horne, 2014). Il commercio interregionale consente il trasferimento di acqua tra le regioni, permettendo una distribuzione efficiente dell'acqua e massimizzando i ritorni economici (Hughes et al., 2023). Il commercio intertemporale (carryover) offre la flessibilità di conservare allocazioni non utilizzate per un uso futuro, offrendo adattabilità durante gli anni di siccità (Hughes et al., 2023). Prodotti avanzati come i contratti a termine, che consentono agli utenti di concordare la vendita o l'acquisto futuro di acqua, e i contratti di parcheggio, che permettono ai detentori di acqua di parcheggiare temporaneamente allocazioni inutilizzate con altri per un uso futuro, aiutano i grandi utenti a gestire i rischi di approvvigionamento (Seidl et al., 2020). Insieme, questi meccanismi hanno creato un mercato dell'acqua resiliente e adattabile che si adatta alla disponibilità variabile di acqua, supportando sia gli obiettivi economici che quelli ambientali. |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Limiti di consumo dell'acqua e applicazione</b> | Le deviazioni delle acque superficiali nel Bacino Murray-Darling sono state limitate nel 1995 per prevenire l'uso eccessivo e il degrado ambientale. Il "Cap on Diversions" ha fissato limiti sulla quantità totale di acqua che poteva essere estratta dal Bacino, gettando le basi per le riforme future. I Sustainable Diversion Limits (SDL), stabiliti nel 2012 sotto il Basin Plan, definiscono ora le estrazioni massime di acqua per ciascuna area di gestione al fine di proteggere l'ambiente, bilanciando al contempo l'uso dell'acqua. Nonostante questi sforzi, il recupero effettivo dell'acqua ambientale è stato più lento del previsto a causa degli effetti dei cambiamenti climatici e degli aggiustamenti politici in corso. Le tecnologie moderne di monitoraggio, come i dati satellitari, stanno migliorando l'accuratezza della contabilità dell'acqua. L'Inspector-General of Water Compliance (IGWC) svolge un ruolo fondamentale nell'applicare il Basin Plan e garantire il rispetto del Cap e degli SDL (MDBA, 2024). |
| <b>Durata dei diritti d'acqua</b>                  | I diritti d'acqua sono diritti permanenti che forniscono una quota continua della risorsa, mentre le allocazioni sono stagionali e devono generalmente essere utilizzate all'interno di un singolo anno idrico (Grafton & Horne, 2014). Le regole di carryover consentono di conservare le allocazioni non utilizzate per un uso futuro, aggiungendo flessibilità (Hughes et al., 2023). Queste strutture forniscono certezza per la pianificazione a lungo termine, pur consentendo agli utenti di scambiare acqua a breve termine per bilanciare le esigenze in evoluzione.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Analisi dei prezzi</b>                          | Secondo l'Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and Sciences, i prezzi delle allocazioni d'acqua nel Bacino meridionale (2022–23) erano A\$53/ML (umido), A\$80/ML (medio), A\$129/ML (secco) e A\$202/ML (estremamente secco).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Autorità di certificazione e regolamenti</b>    | La gestione delle risorse idriche nel Bacino Murray-Darling è regolata dalla Murray-Darling Basin Authority (MDBA), che sovrintende alla gestione delle risorse, e dall'Inspector-General of Water Compliance, responsabile di garantire il rispetto delle normative e l'applicazione delle leggi (MDBA, 2024).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## **Appendice B**

### **Analisi della letteratura sui prezzi dei crediti idrici nei mercati internazionali**

#### ***B.1 Considerazioni preliminari***

Per l'analisi dei prezzi praticati a livello internazionale, ci siamo esclusivamente basati sui dati relativi ai prezzi dei crediti idrici provenienti dal Bacino Murray-Darling in Australia e dalla California. Sebbene siano stati raccolti dati preliminari per la Cina, la Spagna, il Cile e il Messico, tali cifre sono state alla fine escluse per garantire coerenza e comparabilità. Australia e California sono stati scelti poiché rappresentano gli esempi più maturi, trasparenti e ben documentati di mercati idrici su larga scala a livello mondiale. Concentrarsi su questi due sistemi assicura che i prezzi stimati riflettano punti di riferimento solidi e credibili, fornendo una base realistica per illustrare come framework simili per i crediti idrici potrebbero funzionare in contesti comparabili.

Tuttavia, è importante sottolineare che le stime dei prezzi dei crediti idrici fornite in questa appendice non sono precise, ma piuttosto costituiscono una prima approssimazione del valore unitario del credito nei mercati paralleli a causa delle differenze nelle durate dei contratti, nelle normative regionali e nei metodi di studio utilizzati.

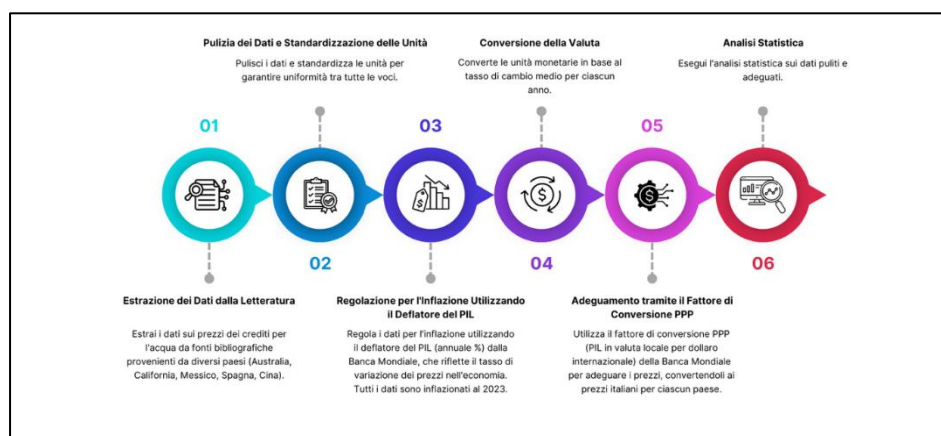
#### ***B.2 Metodologia***

Per garantire un'analisi accurata e coerente dei dati relativi ai prezzi, sono state seguite le seguenti fasi, illustrate nella figura B1. In primo luogo, i dati sui prezzi dei crediti idrici sono stati estratti da articoli di ricerca e rapporti governativi provenienti dai diversi contesti internazionali. Queste fonti hanno fornito le serie storiche dei prezzi, che costituiscono la base per l'analisi. I dati così ottenuti sono stati puliti per garantire uniformità tra tutte le voci. Questo ha comportato l'identificazione e la rimozione di eventuali outlier, incoerenze o valori mancanti dai dati grezzi. Inoltre, le unità sono state standardizzate in tutti i dataset per garantire la comparabilità (ad esempio, convertendo i prezzi nello stesso formato unitario). Per garantire che i dati fossero comparabili, i valori delle valute sono stati convertiti utilizzando il tasso di cambio medio per ogni anno. Ciò ha permesso ai dati di riflettere le condizioni economiche e le fluttuazioni valutarie degli anni di riferimento. Per tenere conto dell'inflazione, i dati sono stati adeguati utilizzando il deflatore del PIL (variazione percentuale



annuale) fornito dalla Banca Mondiale. Questo adeguamento ha garantito che tutti i dati fossero inflazionati fino all'anno 2023, consentendo comparazioni coerenti dei prezzi nel tempo e tra i vari paesi. Successivamente, il fattore di conversione della Parità di Potere d'Acquisto (PPP) è stato utilizzato per adeguare le valute locali in base al PIL per dollaro internazionale. Questo adeguamento ha permesso di convertire i prezzi in un formato comparabile, riflettendo il potere d'acquisto relativo tra i paesi e, infine, permettendo la conversione dei prezzi in termini italiani per garantire coerenza nell'analisi. Infine, è stata effettuata un'analisi descrittiva sui prezzi ottenuti.

Figura B1. Metodologia di analisi dei crediti idrici nei mercati internazionali.



### B.3 Sintesi dei risultati

La tabella B1 riassume la media, la mediana, la deviazione standard e la varianza per ciascun Paese. Queste misure statistiche sono fondamentali per comprendere sia la tendenza centrale che la variabilità dei prezzi dei crediti idrici nei diversi contesti normativi e ambientali.

Tabella B1. Statistiche descrittive dei prezzi per crediti idrici praticati nei mercati internazionali.

| Paese                      | Media (€/m <sup>3</sup> ) | Minimo (€/m <sup>3</sup> ) | Massimo (€/m <sup>3</sup> ) | Mediana (€/m <sup>3</sup> ) | Deviazione standard | Varianza |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|----------|
| Australia – Murray Darling | 0,102                     | 0,006                      | 0,464                       | 0,052                       | 0,107               | 0,011    |
| USA – California           | 0,170                     | 0,117                      | 0,265                       | 0,161                       | 0,047               | 0,002    |



## Bibliografia

- Angelidis, K., & Stavrotheodorou, E. (2020). Application of Acoustic Survey Method for Leakage Detection and Reduction in Water Distribution Network of Thessaloniki City, Greece. *Environmental Sciences Proceedings*, 2(1), 69.
- Arellano-González, J., & Moore, C. (2020). Water markets and climate change adaptation: Insights from California. *Environmental Research Letters*, 15(4), 044016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abde5b>
- Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and Sciences (ABARES). (2024). Water market outlook 2022-23. Australian Government Department of Agriculture, Water and the Environment. Retrieved from <https://www.agriculture.gov.au/abares/research-topics/water/water-market-outlook>
- Ayres, A., Hanak, E., & Sencan, G. (2021). Improving California's water market. Public Policy Institute of California. <https://www.ppic.org/publication/improving-californias-water-market/>
- Banerjee, P., Pal, R., Wossink, A., & Asher, J. (2021). Heterogeneity in Farmers' Social Preferences and the Design of Green Payment Schemes. *Environmental and Resource Economics*, 1-26.
- Calatrava, J., & Martínez-Granados, D. (2018). The limited success of formal water markets in the Segura River basin, Spain. *International Journal of Water Resources Development*, 34(6), 961–981. <https://doi.org/10.1080/07900627.2017.1378628>
- Caretta, M. A., Mukherji, A., Kuklicke, C., Acharya, A., Adkins, E., Ahmad, S., ... & Siderius, C. (2022). Water. In H.-O. Pörtner et al. (Eds.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 551–712). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.006>
- Chèze, B., David, M., & Martinet, V. (2020). Understanding farmers' reluctance to reduce pesticide use: A choice experiment. *Ecological Economics*, 167, 106349.
- Community Valore Acqua per l'Italia (2024). *Libro Bianco Valore Acqua per l'Italia – 5ª Edizione*. The European House – Ambrosetti.
- Dai, X., Garrick, D., Svensson, J., Li, J., & Yue, Q. (2023). Performance evaluation of China's agricultural water rights markets (2002–2020). *Water Policy*, 25(12), 1187–1205. <https://doi.org/10.2166/wp.2023.232>



- Emerick, C., & Lueck, D. (2015). Transaction costs and trade in water rights: Evidence from the California water market. In D. H. Cole & M. D. McGinnis (Eds.), *Elinor Ostrom and the Bloomington School of Political Economy: A framework for policy analysis* (Vol. 3, pp. 296–318). Lexington Books.
- Ferrini, S. and Scarpa, R. 'Designs with a priori information for non-market valuation with choice experiments: A Monte Carlo study', *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 53(3), (2007) pp. 342–363.
- Grantham, T. E., & Viers, J. H. (2014). 100 years of California's water rights system: Patterns, trends and uncertainty. *Environmental Research Letters*, 9(8), 084012. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/8/084012>
- Greiner, R. (2016). Factors influencing farmers' participation in contractual biodiversity conservation: a choice experiment with northern Australian pastoralists. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 60(1), 1-21.
- Greve, P., Kahil, M. T., Mochizuki, J., Schinko, T., Satoh, Y., Burek, P., ... & Wada, Y. (2018). Global assessment of water challenges under uncertainty in water scarcity projections. *Nature Sustainability*, 1(9), 486–494. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0134-9>
- Groothuis, P. A., Cockerill, K., & Mohr, T. M. (2015). Water does not flow up hill: determinants of willingness to pay for water conservation measures in the mountains of western North Carolina. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 59, 88-95.
- Hagerty, N. (2017). Liquid constrained in California: Estimating the potential gains from water markets (Job Market Paper). Massachusetts Institute of Technology. [https://arefiles.ucdavis.edu/uploads/filer\\_public/08/bd/08bda68a-23b1-415d-93d9-19336d891fbb/hagerty\\_jmp\\_watermarkets.pdf](https://arefiles.ucdavis.edu/uploads/filer_public/08/bd/08bda68a-23b1-415d-93d9-19336d891fbb/hagerty_jmp_watermarkets.pdf)
- Hagerty, N. (2017). Liquid constrained in California: Estimating the potential gains from water markets (Job Market Paper). Massachusetts Institute of Technology. [https://arefiles.ucdavis.edu/uploads/filer\\_public/08/bd/08bda68a-23b1-415d-93d9-19336d891fbb/hagerty\\_jmp\\_watermarkets.pdf](https://arefiles.ucdavis.edu/uploads/filer_public/08/bd/08bda68a-23b1-415d-93d9-19336d891fbb/hagerty_jmp_watermarkets.pdf)
- Hamilton, A. L., Zeff, H. B., Characklis, G. W., & Reed, P. M. (2022). Resilient California water portfolios require infrastructure investment partnerships that are viable for all partners. *Earth's Future*, 10(4), e2021EF002573. <https://doi.org/10.1029/2021EF002573>
- Hanak, E. (2003). Who should be allowed to sell water in California? Third-party issues and the water market. Public Policy Institute of California. <https://www.pplic.org/publication/who-should-be-allowed-to-sell-water-in-california-third-party-issues-and-the-water-market/>

- Hanak, E., & Stryjewski, E. (2012). California's water market, by the numbers: Update 2012. Public Policy Institute of California. <https://www.ppic.org/publication/californias-water-market-by-the-numbers-update-2012/>
- Hanley, N., Mourato, S., & Wright, R. E. (2001). Choice modelling approaches: a superior alternative for environmental valuation? *Journal of Economic Surveys*, 15(3), 435–462.
- Hanley, N., Wright, R. E., & Adamowicz, V. (1998). Using choice experiments to value the environment. *Environmental and Resource Economics*, 11(3–4), 413–428.
- Hearne, R. R., & Easter, K. W. (1995). Water allocation and water markets: An analysis of gains from trade in Chile (World Bank Technical Paper No. 315). World Bank. [https://www.researchgate.net/publication/5078181\\_Water\\_Allocation\\_and\\_Water\\_Markets\\_An\\_Analysis\\_of\\_Gains-from-Trade\\_in\\_Chile](https://www.researchgate.net/publication/5078181_Water_Allocation_and_Water_Markets_An_Analysis_of_Gains-from-Trade_in_Chile)
- Hearne, R. R., & Trava, J. L. (1997). Water markets in Mexico: Opportunities and constraints (Discussion Paper No. DP 97 01). International Institute for Environment and Development. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.24145>
- Hess, S. & Palma, D. (2019) Apollo: a flexible, powerful and customisable freeware package for choice model estimation and application. *Journal of Choice Modelling*, 32, 100170.
- INEA (2009). *Rapporto sullo stato dell'irrigazione in Veneto*. A cura di Raffaella Zucaro e Andrea Povellato. Istituto Nazionale di Economia Agraria.
- Jercich, S. A. (1997). California's 1995 water bank program: Purchasing water supply options. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 123(1), 59–65. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(1997\)123:1\(59\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(1997)123:1(59))
- Kiparsky, M., Miller, K., Goulden, P., Milman, A., & Owen, D. (2021). Groundwater recharge for a regional water bank: Kern Water Bank, Kern County, California. *Case Studies in the Environment*, 5(1), 1223400. <https://doi.org/10.1525/cse.2021.1223400>
- Kloezen, W. (1998). Water markets between Mexican water user associations. *Water Policy*, 1(4), 437–455. [https://doi.org/10.1016/s1366-7017\(98\)00031-2](https://doi.org/10.1016/s1366-7017(98)00031-2)
- Kreye, M. M., Pienaar, E. F., Soto, J. R., & Adams, D. C. (2017). Creating Voluntary Payment Programs: Effective Program Design and Ranchers' Willingness to Conserve Florida Panther Habitat. *Land Economics*, 93(3), 459-480.
- Lancaster, K. J. (1966). A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*, 74(2), 132–157.
- Lee, M., Tansel, B., & Balbin, M. (2011). Influence of residential water use efficiency measures on household water demand: A four year longitudinal study. *Resources, Conservation and Recycling*, 56(1), 1-6.

- Manski, C. F. (1977). The structure of random utility models. *Theory and Decision*, 8(3), 229–254.
- Mariel, P., & Meyerhoff, J. (2018). A more flexible model or simply more effort? On the use of correlated random parameters in applied choice studies. *Ecological economics*, 154, 419-429.
- Mariel, P., Hoyos, D., Meyerhoff, J., Czajkowski, M., Dekker, T., Glenk, K., Jacobsen, J. B., Liebe, U., Olsen, S. B., Sagebiel, J., & Thiene, M. (2021). *Environmental valuation with discrete choice experiments: Guidance on design, implementation and data analysis* (p. 129). Springer Nature.
- McFadden, D. (1974). Conditional logit analysis of qualitative choice behaviour. In P. Zarembka (Ed.), *Frontiers in Econometrics* (pp. 105–142). Academic Press.
- Melville-Shreeve, P., Cotterill, S., Newman, A., & Butler, D. (2021). Campus study of the impact of ultra-low flush toilets on sewerage networks and water usage. *Water*, 13(4), 419.
- Newlin, B. D., Jenkins, M. W., Lund, J. R., & Howitt, R. E. (2002). Southern California water markets: Potential and limitations. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 128(1), 21–32. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2002\)128:1\(21\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2002)128:1(21))
- Palomo-Hierro, S., Gómez-Limón, J. A., & Riesgo, L. (2015). Water markets in Spain: Performance and challenges. *Water*, 7(2), 652–678. <https://doi.org/10.3390/w7020652>
- Pulido-Velazquez, M., Jenkins, M. W., & Lund, J. R. (2004). Economic values for conjunctive use and water banking in southern California. *Water Resources Research*, 40(3), W03401. <https://doi.org/10.1029/2003WR002626>
- Rosegrant, M.W. and Schleyer, R.G. (1996) ‘Establishing tradable water rights: implementation of the Mexican water law’, *Irrigation and Drainage Systems*, 10(3), pp. 263–279. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01102810>
- Scarpa, R., Campbell, D. and Hutchinson, W. G. ‘Benefits estimates for landscape improvements: Sequential Bayesian design and respondents’ rationality in a choice experiment’, *Land Economics*, Vol. 83, (2007) pp. 617–634.
- Schwabe, K., Nemati, M., Landry, C., & Zimmerman, G. (2020). Water markets in the western United States: Trends and opportunities. *Water*, 12(1), 233. <https://doi.org/10.3390/w12010233>

- Schwabe, K., Nemati, M., Landry, C., & Zimmerman, G. (2020). Water markets in the western United States: Trends and opportunities. *Water*, 12(1), 233. <https://doi.org/10.3390/w12010233>
- Sencan, G., & Hanak, E. (2021). Appendix B: Improving California's water market (Technical appendix). Public Policy Institute of California.
- State Water Resources Control Board. (1999). Water rights. Division of Water Rights, California Environmental Protection Agency.
- Šumrada, T., Japelj, A., Verbič, M., & Erjavec, E. (2022). Farmers' preferences for result-based schemes for grassland conservation in Slovenia. *Journal for nature conservation*, 66, 126143.
- Thurstone, L. L. (1927). A law of comparative judgment. *Psychological Review*, 34, 273–286.
- Uelmen, J. A., Aley, I., Nehls, B., & Hicks, A. (2020). Sustainability impacts of installing low-flow toilets in a university residence hall. *Sustainability: The Journal of Record*, 13(2), 74-80.
- UNESCO. (2024). United Nations World Water Development Report 2024: Water for Prosperity and Peace. UNESCO Publishing. <https://www.unesco.org/reports/wwdr/en/2024/s>
- United Nations. (2024). The Sustainable Development Goals Report 2024. United Nations. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/>
- Veettil, P. C., Frija, A., Speelman, S., Buysse, J., & van Huylenbroeck, G. (2010). Farmers' preferences for irrigation water demand management tools: A Bayesian analysis of choice behaviour of farmers in Krishna river basin, India. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, Vol 134, pp. 27-38. doi:10.2495/SI100031
- Vorlauffer, T., Falk, T., Dufhues, T., & Kirk, M. (2017). Payments for ecosystem services and agricultural intensification: Evidence from a choice experiment on deforestation in Zambia. *Ecological Economics*, 141, 95-105.
- World Bank. (2014). World Development Indicators: Share of freshwater withdrawals by sector (%). The World Bank Group.
- Zhang, H., Zhou, Q., & Zhang, C. (2021). Evaluation of agricultural water-saving effects in the context of water rights trading: An empirical study from China's water rights pilots. *Journal of Cleaner Production*, 313, 127725. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127725>

Zheng, H., Liu, Y., & Zhao, J. (2021). Understanding water rights and water trading systems in China: A systematic framework. *Water Security*, 13, 100094.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasec.2021.100094>

