



**UNIVERSITÀ
DI FOGGIA**



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente

Corso di Laurea Magistrale in
SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE

Tesi di Laurea in
ECONOMIA E POLITICA DI GESTIONE DEL TERRITORIO

**Analisi delle barriere socio-tecniche all'impiego
irriguo di acque reflue affinate, ai sensi del D.M
185/2003**

Relatore: Prof. Antonio LOPOLITO

Laureando: **Diego Antonio ZULLO**

Anno Accademico 2017/2018

INDICE ANALITICO

1 Introduzione	1
1.1 Il problema della scarsità dell'acqua in Capitanata	1
1.2 Le acque reflue: una risorsa sottoutilizzata.....	5
1.3 Le barriere socio-tecniche	6
1.4 L'accettabilità sociale dell'utilizzo di una nuova risorsa	9
2 La Normativa sulle acque reflue	11
2.1 Il quadro normativo Europeo	11
2.2 La normativa italiana	13
2.2.1 <i>Decreto legislativo n°152/2006 – Analisi dei parametri di qualità delle acque depurate, non idonee all'utilizzo agricolo</i>	13
2.2.2 <i>Decreto Ministeriale 185/2003: Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in agricoltura</i>	16
2.3 Il riutilizzo in Puglia	18
2.4 I principali sistemi di trattamento	20
2.5 Opportunità e minacce nell'impiego irriguo.....	25
3 Modellizzazione concettuale dell'accettabilità sociale: prospettiva economica	29
3.1 Accettabilità sociale – Analisi dell'accettabilità di mercato.....	29
3.2 Quadro teorico di riferimento per modellizzare le decisioni degli agricoltori	32
3.2.1 <i>Carbon Credit</i>	34
3.2.2 <i>WasteWaterCredit</i>	35
4 Ambiente di simulazione delle decisioni (Materiali e metodi)	37
4.1 Impostazione del prototipo WWC	37
4.2 Raccolta ed elaborazione dati	40
4.2.1 <i>Variabili di contesto, non controllate dall'imprenditore</i>	40
4.2.2 <i>Scelte dell'imprenditore</i>	45
4.3 Fasi del flusso del prototipo.....	46
5 Risultati	49
5.1 Evoluzione del reparto colturale nelle zone con e senza acque reflue ..	49

5.2 Evoluzione del valore dei WWC scambiati dall'agricoltore	50
5.3 Sintesi	56
6 Discussione e Conclusioni	59
Ringraziamenti	61
Bibliografia.....	62
Appendice.....	67

Lista acronimi

A.E.	Abitante Equivalente
A.Q.P.	Acquedotto pugliese
B.O.D.	Domanda biochimica di ossigeno consumata dai microrganismi per eliminare le sostanze organiche e minerali biodegradabili contenute nell'acqua. Il BOD5 viene convenzionalmente usato per misurare il consumo di ossigeno in termini di mg O ₂ /L dopo cinque giorni. Più alto è il valore del BOD5, maggiori sono il consumo di ossigeno da parte dei microrganismi e l'inquinamento
C.B.C.	Consorzio per la Bonifica della Capitanata
C.E.	Comunità Europea
C.E.E.	Comunità Economica Europea
C.O.D.	Domanda chimica di ossigeno consumata per ossidare, tramite procedimento chimico, le sostanze organiche e minerali presenti nell'acqua. Tale parametro è espresso in mg O ₂ /L.
D.lgs.	Decreto legislativo
D.M.	Decreto ministeriale
G.D.O.	Grande distribuzione organizzata
Pc	Prezzi di mercato dei prodotti
Pw	Contributo distribuzione acqua
Pwwc	Prezzo attribuito ai WWC
Tfue	Trattato sul funzionamento dell'Unione europea
WE	Disponibilità di acqua
WWC	WasteWaterCredit
ZVN	Zona Vulnerabile ai Nitrati

1 Introduzione

1.1 Il problema della scarsità dell'acqua in Capitanata

L'acqua è un elemento indispensabile per qualsiasi attività umana poiché è coinvolta in numerosi processi chimici e biologici, soprattutto per le attività agricole. L'ottenimento di acqua di buona qualità, soprattutto nel periodo di richiesta maggiore, rappresenta una delle sfide più importanti nei paesi a clima arido e semiarido, a causa dei cambiamenti climatici e dell'aumento del suo consumo da parte della popolazione mondiale sempre in continua crescita.

Il problema della siccità prolungata non riguarda solo la quantità ma anche la qualità di acqua disponibile, con impatti importanti sull'economia di alcune parti dell'Europa e del mondo. Una netta riduzione di acqua di buona qualità comporta un deterioramento delle condizioni sanitarie della popolazione, perdita di raccolto e inquinamento dell'ambiente a tal punto che la crescente richiesta che ne deriva è causa di numerose controversie e conflitti soprattutto tra i paesi che condividono uno stesso bacino o fiume.

L'estrazione d'acqua dolce, nel mondo, è pari a 3.928 km^3 l'anno di cui circa il 44% (1.716 km^3 l'anno) viene consumata dal settore agricolo, il rimanente 56% dalla popolazione (2.212 km^3 l'anno), viene rilasciata in ambiente sotto forma di acque reflue. La sola domanda di acqua per usi civili mondiale di acqua corrisponde all'11% del ritiro globale, il 3% di esso viene consumata, il restante 8% viene rilasciato sotto forma di acqua reflua (AQUASAT).

La maggior parte delle attività umane produce acque reflue; nel settore agricolo, industriale e civile si registra una consistente produzione di acque reflue che per legge devono essere depurate.

Nel mondo solo una minima parte delle acque reflue prodotte vengono depurate a livelli ottimali. I paesi con alto reddito trattano circa il 70% delle acque reflue che producono, percentuale che scende invece per i paesi con reddito medio

(medio alto 38% - medio basso 28%), per raggiungere l'8% nei paesi a basso reddito (Sato et al.,2013). Questa percentuale rappresenta 330 km³ ed è potenzialmente utilizzabile in agricoltura, rendendo irrigabile, in maniera potenziale 40 milioni di ettari a 8000 m³/ettaro (UNESCO, 2017a/UNESCO, 2017b).

In ambito agricolo, questa disponibilità della risorsa idrica è di fondamentale importanza in quanto fattore limitante per portare al termine la coltivazione di specie arboree ed ortive ad alto reddito.

In Unione Europea vengono estratti circa 247.000 milioni di m³ (Eurostat – Water Statistics) d'acqua provenitene dalle riserve idriche superficiali e sotterranee causando molte preoccupazioni che hanno portato allo sviluppo di normative e finanziamenti di progetti di ricerca scientifiche e sperimentali a tutela della risorsa idrica. L'Unione Europea ha finanziato negli anni progetti sulla gestione, depurazione e utilizzo delle acque in ambito agricolo che hanno portato allo sviluppo di molte Direttive, come la Direttiva 91/271/CEE e la 91/676/CEE. Queste direttive sono state recepite in Italia tramite il D.lgs. 152/2006 (che abroga il D.lgs. 152/1999) e il Decreto Ministeriale 185/2003, “Norme Tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in agricoltura”, oggetto di analisi di questo lavoro.

Nella regione Puglia, pur servita da grandi consorzi di distribuzione dell'acqua, esiste un gap negativo di circa 700 Mm³ tra gli input e output di acqua nel suolo (Lopez 2008). Con un utilizzo superiore alla velocità di ricarica degli invasi e dei pozzi l'attività agricola non è una attualmente sostenibile da un punto di vista ambientale. La differenza tra il livello di precipitazioni e il quantitativo di acqua utilizzata ha portato gli agricoltori a perforare, legalmente o meno, circa 140.000 pozzi, il cui sfruttamento eccessivo ha causato fenomeni di intrusione marina, quindi processi di salinizzazione e esaurimento dei pozzi a causa della riduzione della falde acquifere locali. Al fine di gestire il problema, la regione

Puglia ha posto dei limiti alla perforazione dei pozzi e ha finanziato programmi per il riutilizzo delle acque trattate (Lopez A. 2008).

Le aree come la Capitanata, avente un clima semiarido, sono caratterizzate da una mancanza di risorse idriche sufficienti a condurre le attività agricole in modo redditizio se la stagione secca è molto lunga e le precipitazioni sono ridotte a pochi periodi dell'anno; ne consegue che l'acqua rappresenta un fattore determinante per l'economia del territorio (Rubino et al 2015).

La Capitanata, avente un'estensione superiore ai 440.000 ettari, rappresenta la zona agricola più importante della Puglia, la cui economia dipende da importanti riserve idriche come la diga di Occhito, la diga di Capaccio sul Celone, San Pietro sull'Osento e Marana Capacciotti, che nell'ultimo periodo hanno visto diminuire nettamente la disponibilità d'acqua, raggiungendo livelli allarmanti (Rinaldi et al. 2002).

L'acqua non va quindi considerata una risorsa rinnovabile, ma va considerata come una risorsa limitata, soprattutto in quelle regioni del mondo dove la riduzione è provocata da un eccessivo utilizzo di acque sotterranee e riduzione delle piogge. Data la scarsità idrica e l'aumento del fabbisogno d'acqua di buona qualità, si rende necessario affacciarsi a nuove tipologie di risorse idriche non convenzionali, identificate anche come "acqua marginale" (acqua salmastra e acqua reflua trattata) che andranno a sopperire, in parte, alla domanda di acqua dolce. Le acque reflue, che di norma dopo la depurazione vengono immesse nei corpi idrici di ricezione, comportano costi per la comunità (soggetto che l'ha prodotta) che non vengono recuperati in modo equo. In questa prospettiva si rende necessario tutelare e conservare le risorse idriche tramite strategie di riduzione degli sprechi e di riutilizzo delle acque reflue depurate. Queste attività hanno dimostrato la possibilità di utilizzare le acque reflue depurate per l'irrigazione senza effetti negativi sulla coltivazione, qualora ciò venga fatto a dosi non eccessive e con tecniche di irrigazione specifiche (Rubino et al. 2015).

Il principale problema nell'utilizzo delle acque reflue su larga scala è l'opposizione pubblica, che può bloccare progetti pubblici e privati, o approvarne l'utilizzo (Hartling 2001).

L'obiettivo di questa ricerca è quello di approfondire gli aspetti economici e sociali dell'utilizzo delle acque reflue depurate andando a colmare, in parte, la carenza di studi economici sull'accettabilità sociale delle acque reflue depurate a scopi irrigui, le sue dinamiche e la possibilità di ridurre il divario tra le attività di ricerca, economiche e quelle di ingegneria improntata sulla modalità e tecnologie di depurazione.

Fino ad ora l'accettabilità sociale, fondamentale per la realizzazione di progetti e infrastrutture, ha rappresentato un fattore largamente trascurato. Infatti, nel caso delle fonti di bioenergie l'accettabilità sociale ha determinato il successo o meno di un progetto di riutilizzazione dei "rifiuti" che non si sarebbe ottenuto se la comunità avesse potuto instaurare movimenti di opposizione (NIMBY)¹ che avrebbero rallentato o bloccato progetti già avviati con costi enormi. Attraverso l'analisi dell'accettabilità sociale delle acque reflue depurate si porranno le basi per capire quali siano le principali cause che hanno impedito o rallentato l'utilizzo delle acque reflue depurate e per promuovere l'utilizzo in ambito agricolo per l'irrigazione di colture.

I soggetti di analisi saranno gli agricoltori, essendo i più esposti nella filiera agro-alimentare ai benefici e ai rischi delle acque reflue depurate. La loro accettabilità è imprescindibile per avviare un processo di riutilizzo. La risposta al riutilizzo irriguo di acque depurate verrà analizzata attraverso l'utilizzo di un software e l'introduzione di WasteWaterCredit, che permetteranno di simulare più campagne agricole, così da mostrare il reale comportamento dell'agricoltore in presenza di una fonte di acqua non convenzionale fino ad ora non utilizzata.

¹ NIMBY (Not In My Back Yard): Nome dato al movimento di opposizione della comunità all'introduzione di una tecnologia o di un progetto

1.2 Le acque reflue: una risorsa sottoutilizzata

Un tema di grande attualità, nel mondo agricolo, è l'utilizzazione di acque reflue depurate derivanti dal trattamento delle acque reflue civili e poi smaltite nei corpi idrici recettori. Queste acque, spesso, vengono considerate un problema di cui liberarsi. Ciononostante di fronte a una domanda sempre più crescente di acqua di buona qualità destinata all'uso potabile civile e industriale, le acque reflue, la cui qualità è compromessa dall'azione antropica, potrebbero rappresentare una fonte alternativa. Il riutilizzo consentirebbe un notevole recupero sui costi di trattamento e smaltimento poiché le acque reflue depurate verrebbero riutilizzate e non immesse in mare. Inoltre esse potranno essere trattate in funzione della destinazione d'uso a degli standard accettabili per il consumatore (qualità funzionale che cambia in base alla destinazione d'uso).

In un sistema di economia circolare, in cui lo sviluppo economico va controbilanciato dalla protezione delle risorse naturali e dalla sostenibilità ambientale, le acque reflue rappresenterebbero una risorsa valida e disponibile dato che offrirebbero benefici economici attraverso una riduzione dell'utilizzo di acqua di buona qualità ed il riutilizzo e riciclaggio del carico inquinante.

L'acqua è inquinata quando le sue proprietà chimiche, fisiche e biologiche si allontanano dalle condizioni ritenute ottimali per un determinato utilizzo. L'acqua però potrebbe essere considerata inquinata per un certo uso, ma accettabile per un altro (Biavati et al.,2008). Ne sono un esempio le acque reflue contenenti elementi nutritivi come nitrati e fosfati, non potabili ma che possono essere utilizzate in ambito agricolo.

Diviene ancor più competitivo l'intero sistema di recupero se il costo dell'acqua dolce di buona qualità è uguale al costo opportunità, ovvero il valore economico dell'alternativa (realistica e migliore) cui si deve rinunciare ogni volta che si effettua una scelta economica.

In quasi tutti i Paesi, tranne quelli altamente sviluppati, le acque reflue vengono rilasciate nell'ambiente senza trattamenti, con un impatto dannoso sull'ambiente. Esse provocano squilibri ed alterazioni dei loro ecosistemi e sulla produttività economica e sulla qualità delle acque (UNESCO – 2017b; AQUASAT).

Dal paradigma relativo alla gestione del solo trattamento e smaltimento si passa a concetti di riutilizzo, riciclaggio e recupero della risorsa, da cui nasce un diverso modo di guardare alle acque reflue non più come un problema da risolvere, ma come una soluzione. Le acque reflue, infatti, possono essere utilizzate per diversi scopi: come ad esempio per la produzione di biogas, a partire dal grande quantitativo di sostanza organica presente all'interno delle acque reflue. In tal modo esse potrebbero alimentare il sistema di depurazione con una notevole riduzione dei costi arrivando ad una condizione di autosufficienza energetica o persino di produzione di energia.

Inoltre la trasformazione dei liquami ottenuti del processo di depurazione in fertilizzanti organici e/o minerali comporterebbe una riduzione dell'approvvigionamento di fosforo, considerando che le riserve di fosforo diventerebbero sempre minori fino ad esaurirsi (Elser 2011; Mihelcic JR et al. 2015). Altri esempi di risparmio e recupero possono essere: irrigazione delle colture destinate al consumo alimentare e non alimentare, all'irrigazione del verde pubblico o al settore industriale, (in questo caso può essere riutilizzata una grande quantità di acque reflue depurate ad esempio come sistema di raffreddamento degli impianti o di riscaldamento delle strutture, come acqua antiincendio ed infine anche nel settore civile per il lavaggio delle strade).

1.3 Le barriere socio-tecniche

L'applicazione di una nuova tecnologia o l'introduzione di una nuova tipologia di risorsa, secondo gli studi sociali, deve affrontare una serie di ostacoli

identificati come barriere socio-tecniche. Questi ostacoli complessi e multidimensionali riguardano l'ambito tecnico, economico, politico e sociale. Il processo di inserimento di un'innovazione all'interno di un sistema incontra delle difficoltà derivanti dal difficile coordinamento di soggetti (singoli e istituzionali) e dalle difficoltà finanziarie ed economiche. La mancanza di controllo e mancanza di coscienza ed informazioni determinano quindi un inceppamento del meccanismo di adozione dell'innovazione (Gupta, 2018).

Nell'ambito di questa attività, le barriere socio-tecniche hanno il potenziale di ostacolare lo sviluppo e l'adozione delle acque reflue depurate in ambito agricolo, riducendo quindi l'accettabilità degli investitori, dei politici, degli agricoltori e dei consumatori al processo di adozione delle acque reflue depurate in agricoltura.

Le barriere tecniche si possono suddividere in tre categorie: disponibilità limitata della risorsa, problemi logistici con la distribuzione e mancanza di formazione nella manutenzione.

Nell'ambito delle acque reflue una disponibilità ridotta della risorsa è legata alla variazione di portata e carico inquinante presente nell'acque reflue in entrata. L'impianto deve avere la capacità di elaborare in diverse situazioni un carico inquinante variabile.

Altre barriere tecniche riguardano i problemi logistici. L'organizzazione funzionale del sistema nello specifico interessa la tipologia di impianto e modalità di depurazione delle acque reflue, la modalità di immissione nella rete di distribuzione dell'acqua reflua depurata in uscita, il posizionamento dell'impianto di depurazione rispetto alla rete di distribuzione (gli impianti di depurazione che depurano più acqua reflua si trovano nelle città con una densità di popolazione maggiore, ma lontano dalle campagne e in pianura o a ridosso del mare quindi costi di sollevamento per l'immissione nella rete di distribuzione maggiore). In aggiunta altre barriere tecniche sono la distribuzione in campo delle acque reflue depurate (gli agricoltori devono

essere ben addestrati sull'utilizzo delle acque reflue depurate poiché esse non possono entrare in contatto con la parte edule della coltura) ed infine il processo giornaliero di monitoraggio e controllo in entrata e in uscita delle acque reflue dall'impianto di depurazione.

Le barriere economiche sono rappresentate dalla mancanza di finanziamenti, dalla presenza di ostacoli finanziari, fallimenti di mercato, povertà, costi iniziali elevati ed infine dalla mancanza di capitali fra gli agricoltori (Cecere 2016, Hojnik, 2016).

Seguono le barriere politiche. Esse fanno riferimento alla scarsa capacità istituzionale nella gestione della depurazione, del sistema di monitoraggio e controllo, della mancanza di capacità politiche.

Infine le barriere sociali. Esse comprendono le aspettative non realistiche su ciò che le acque reflue depurate possono sviluppare. Riguardano anche la non familiarità tra agricoltore e risorsa, la mancata sensibilità verso il problema della scarsità di acqua e dei differenti interessi dei principali soggetti coinvolti. Le barriere socio-tecniche rappresenterebbero il motivo il quale le acque reflue depurate non vengano utilizzate a scopi irrigui in ampia scala. Esse devono essere mitigate da un'attenta campagna pubblicitaria e informativa mirata a sostenere l'utilizzo delle acque reflue depurate.

Inoltre il governo e le attività di ricerca dovrebbero dimostrare i benefici dell'utilizzo delle acque reflue depurate e i limiti che ne derivano, anche se ancora una volta tali sforzi avrebbero bisogno di essere finanziati.

Nell'ambito delle acque reflue depurate non bisogna solo rendere possibile l'utilizzo di questa nuova risorsa, ma anche accrescere l'accettabilità sociale superando le barriere tecniche, economiche politiche e sociali, al fine di rendere possibile un maggiore utilizzo in Italia (Zhen-Yu Zhao, 2016, Benjamin, 2011, Bell M. 2014, Basnyat 2007).

1.4 L'accettabilità sociale dell'utilizzo di una nuova risorsa

L'accettabilità sociale rappresenta una delle tematiche più importanti nello sviluppo dei progetti innovativi sia per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, (parchi eolici e impianti di bio-gas, bio-raffinerie), sia nel caso del riutilizzo delle acque reflue depurate (Wüstenhagen,2007). L'accettabilità sociale è un concetto molto complesso ed ampio che nasce dalle relazioni sociali, dai fattori personali e psicologici dei soggetti interessati, dalle caratteristiche socio-culturali ed economiche delle comunità interessate (Lopolito 2012). L'accettabilità sociale non presenta una definizione chiara, la più condivisa è quella che la distingue in tre dimensioni proposta da Wüstenhagen: accettabilità socio-politica, accettabilità della comunità e accettabilità del mercato (Wüstenhagen, 2007).

Conoscere l'accettabilità sociale in ogni sua dimensione è fondamentale per conoscere la reale risposta della comunità all'utilizzo di una nuova risorsa (Salibaa 2018, Sauter 2007, Salgot e Folch , 2018) come l'utilizzo irriguo delle acque non convenzionali (Mallett , 2007, Maruyama, 2007, Mojid , 2010). Diventa quindi necessario trovare il modo per aumentare la fiducia degli agricoltori nell'utilizzo di fonti alternative di acqua e creare delle soluzioni che siano accettate dell'intera filiera di mercato, soprattutto del consumatore. La popolazione spesso si oppone e il vero problema non riguarda solo la questione del NIMBY, ma va ricercata anche nella conoscenza, nella percezione dei rischi e dei benefici e nel grado di fiducia nei confronti delle istituzioni e dei soggetti che regolano il processo di depurazione e distribuzione della risorsa.

Nel presente lavoro, data la complessità dell'argomento, verrà analizzata solo una delle 3 dimensioni di accettabilità, cioè l'accettabilità di mercato. Generalmente L'accettabilità di mercato può essere analizzata attraverso gli studi presenti in letteratura inerenti l'introduzione di un nuovo prodotto sul mercato, il suo sviluppo e la sua diffusione. Per le acque reflue depurate ciò non è possibile. Infatti non sono presenti riferimenti bibliografici in grado di

scomporre gli effetti dell'introduzione dell'acqua reflua depurata o di capire se essa possa essere ampiamente utilizzata.

Questa attività si prefigge di analizzare l'accettabilità di mercato delle acque reflue depurate attraverso l'analisi del comportamento dell'agricoltore, quando questo viene obbligato all'utilizzo della risorsa, avendo in compenso dei crediti. Lo studio si baserà sull'introduzione di un sistema di simulazione di più campagne agrarie mettendo in confronto due agricoltori, dei quali solo uno avrà a disposizione le acque reflue depurate. Questo permetterà di mettere a confronto il comportamento degli agricoltori in condizioni diverse, fondamentale per conoscere le possibilità o meno di diffusione dell'utilizzo delle acque reflue depurate.

Lo studio è strutturato in 5 parti, nella prima parte verrà analizzata la normativa, partendo da un livello macroscopico rappresentato dalla UE fino al livello nazionale. Seguirà la seconda parte riguardante l'analisi dei rischi e benefici in agricoltura circa l'utilizzo delle acque reflue depurate. La terza parte farà riferimento all'analisi del quadro teorico di riferimento che fornirà la base allo sviluppo della quarta parte, cioè la strutturazione del modello di simulazione che servirà ad analizzare l'accettabilità di mercato. Infine nella quinta e ultima parte verranno riportati i dati relativi a due simulazioni del prototipo e a seguire sezione di discussione e conclusione.

2 La Normativa sulle acque reflue

2.1 Il quadro normativo Europeo

A livello mondiale l'attenzione verso i cambiamenti climatici e la crisi idrica ha comportato lo sviluppo di numerose normative e finanziamenti di progetti sulla tutela di un bene primario come l'acqua. L'attenzione verso una gestione sempre più sostenibile delle risorse idriche venne ribadita nel 2015, attraverso l'adozione dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile e i suoi 17 obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite (ONU-UNRIC). L'Agenda 2030, sottoscritta nel 2015 da 193 paesi membri dell'ONU, è un programma che ingloba 17 obiettivi volti ad indicare la strada che i Paesi devono percorrere nei prossimi 15 anni entro il 2030. Nello specifico, tra i 17 obiettivi di sviluppo sostenibile, la tematica delle acque è presente nel punto 6 e ha come obiettivo quello di migliorare la qualità dell'acqua riducendo l'inquinamento, aumentando l'efficienza nella distribuzione, garantendo una fornitura idrica e soprattutto aumentando considerevolmente il riciclaggio e il reimpiego sicuro della risorsa.

A livello Europeo, l'UE ha sviluppato norme ambientali fra le più importanti al mondo. Questa tipologia di politica ambientale contribuisce a rendere più compatibile l'ambiente con l'economia dell'UE, proteggendo la natura e salvaguardando la salute e la qualità della vita dei cittadini europei. Ha permesso inoltre di armonizzare, a livello comunitario, le misure relative al trattamento delle acque reflue e il loro riciclaggio e riuso.

Nell'ambito del "Fondo europeo di sviluppo regionale" e del "Fondo di coesione" i fondi UE assegnati alle infrastrutture per il trattamento delle acque reflue sono ammontati approssimativamente a 12,9 miliardi di euro per il periodo di programmazione 2000- 2006 e a 14,6 miliardi di euro per il periodo di programmazione 2007- 2013 (Corte dei Conti Europei, 2015 – Progetto

Demoware). Dagli investimenti effettuati, la tutela delle acque è uno tra i temi più importanti sui quali l'Unione Europea lavora, per ridurre gli effetti della scarsità di risorse idriche, il peggioramento delle qualità che ne determina e le ripercussioni che si avrebbero su gli Stati stessi (Tabella 1) (Figura 1).

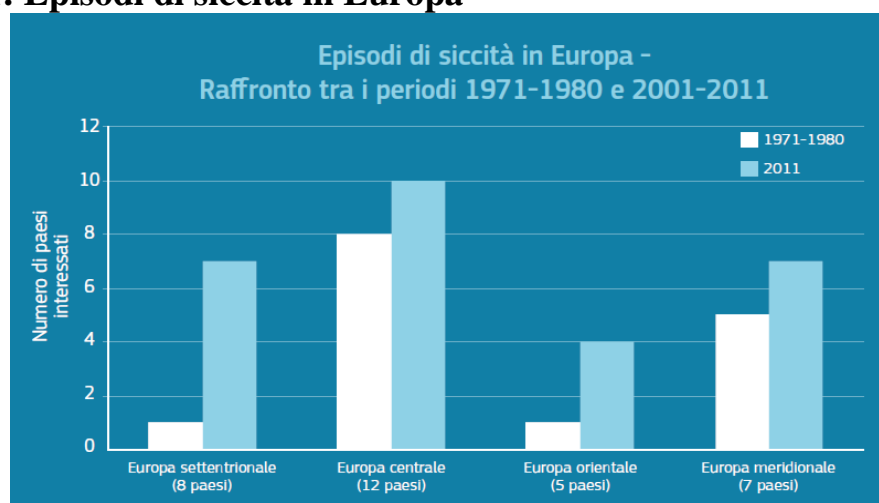
Tabella 1: Principali problemi di gestione delle acque in Europa

Sfida di gestione delle acque	paesi				
Siccità e scarsità d'acqua (con intensità e frequenza crescenti negli ultimi anni), che a volte portano a restrizioni di astrazione	CY	ES	FR	IT	RO
Sovrasfruttamento delle risorse idriche sotterranee	CY	DK	ES	IT	
Disallineamenti tra domanda di acqua e disponibilità di acqua: picchi stagionali in periodi con basse precipitazioni, concentrazione geografica della domanda di acqua rispetto alla distribuzione di risorse idriche (ad esempio lungo le coste)	CY	DE	ES	IT	
Scarse risorse idriche sotterranee dovute a sostanze inquinanti	DE	DK	ES		
Bassa efficienza della rete idrica	IT	RO			

Nota: IT = Italia, ES= Spagna, CY= Cipro, FR= Francia, RO= Romania

Fonte: *European Environment Agency*

Figura 1: Episodi di siccità in Europa



Fonte: *European Environment Agency*

I primi interventi dell'U.E. risalgono agli anni '70 con il "Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea" (Tfue) seguito successivamente da altre 22 direttive in tema di acque fino agli anni 90. Nel 2000 si ebbe un'importante modifica del quadro legislativo per le politiche di tutela e uso della risorsa idrica, attraverso l'emanazione della direttiva quadro 2000/60/CE (Zanni 2015),- che portò ad una visione unitaria della risorsa idrica.

Gli obiettivi principali della Direttiva 2000/60/CE sono:

- Impedire un ulteriore deterioramento della qualità ed incentivare il miglioramento dello stato degli ecosistemi acquatici (superficiali, transizione, costiere e di falda);
- Raggiungere un livello di utilizzo sostenibile ed equo della risorsa idrica.
- Rendere partecipi i cittadini delle scelte adottate in materia di acqua;
- Gestire le risorse idriche a livello di bacini idrografici indipendentemente dalle strutture amministrative;
- Ottenere uno stato ecologico² buono delle acque e la riduzione delle concentrazioni degli inquinanti.

La direttiva prevede l'adozione di una gestione che divide il territorio in più distretti idrografici, costituiti da uno o più bacini a ciascuno dei quali viene assegnato uno specifico piano di gestione (Direttiva 2000/60/CE).

2.2 La normativa italiana

2.2.1 Decreto legislativo n°152/2006 – Analisi dei parametri di qualità delle acque depurate, non idonee all'utilizzo agricolo

In Italia la tutela delle acque dall'inquinamento fu avviata negli anni '70, anche se già precedentemente l'Italia aveva dato una prima prova attraverso la Legge 25/5/1904 e a seguire la legge 1775/1933.

A causa del continuo impoverimento della qualità della risorsa idrica e della sua disponibilità l'Italia emanò, negli anni '70 la legge 319/76 dal titolo "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento" o comunemente chiamata "Legge Merli". La legge prevedeva che le acque, dopo l'utilizzo, dovessero essere depurate e poi immesse nei corpi idrici recettori. A questa legge ne sono seguite altre quali:

² Stato ecologico: Corrisponde ad uno stato di abbondanza di flora, fauna ittica, di nutrienti, inoltre riguarda gli aspetti di qualità salinità, temperature, il grado di inquinamento dovuto da agenti chimici. Infine prevede gli aspetti morfologici come la portata idrica, profondità dell'acqua e struttura degli alvei fluviali.

- 183/1989- Ha come obiettivo il risanamento delle acque e la tutela ambientale
- 36/1994 Legge Galli. Sancisce il carattere pubblico di tutte le acque superficiali e sotterranee e il principio di sostenibilità
- 152/1999: Norme in materia ambientale abrogata dalla 152/2006
- 31/2001: Regola le acque destinate al consumo umano
- 185/2003: Riuso delle acque reflue
- 152/2006: Norme in materia ambientale

Il D.lgs. 152/1999 allinea la normativa italiana sulla tutela delle acque alle direttive europee. Infatti il D.lgs. 152/1999 recepisce le direttive comunitarie 91/271 CEE³, che regolano il trattamento delle acque reflue urbane, e la direttiva 91/676/CE⁴ che regola la protezione delle acque dall'inquinamento provocato da nitrati provenienti da attività agricole. Il D.lgs. 152/1999 fu abrogato a favore del D.lgs. 152/2006.

Tale decreto ha aperto nuove prospettive rispetto alle problematiche ambientali. Regolamentando diverse tematiche tra cui la difesa del suolo, la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento, la gestione delle risorse idriche, la tutela della qualità dell'aria e la gestione dei rifiuti. L'obiettivo del decreto è la riduzione dell'inquinamento attraverso l'introduzione del principio di precauzione nei confronti di chi arreca danni all'ambiente nonché l'introduzione del principio di "chi inquina paga" (art 3-ter, art.174, art 178 e art. 301). Il principio sta ad indicare che se una società o un singolo soggetto provocano un danno ambientale ne rispondono direttamente, facendosi carico delle azioni di prevenzione o riparazione e dei costi relativi.

³ Direttiva 91/271 CEE: Viene recepita con la legge 152/99 e prevede che tutti gli agglomerati urbani siano provvisti di reti fognarie affinché queste acque reflue prima di essere scaricate in corpi idrici recettori e siano sottoposte almeno ad un trattamento primario e secondario.

⁴ Direttiva 91/676 CEE: Identificata come direttiva nitrati. Ha come obiettivo quello di ridurre l'inquinamento dai nitrati di origine agricola, andando ad individuare delle aree vulnerabili (ZVN Zona Vulnerabile ai Nitrati) e fissando un sistema di buone pratiche agricole per ridurre l'uso di nitrati.

Il presente lavoro si concentrerà su una breve analisi della terza parte del decreto, la sezione riguardante la tutela delle acque.

Il decreto definisce alcuni importanti obiettivi come la riduzione dell'inquinamento e risanamento dei corpi idrici, il miglioramento dello stato delle acque e la gestione durevole e sostenibile delle risorse idriche. I valori limite delle emissioni, per le acque depurate, sono fissate dallo Stato nell'allegato 5 parte terza del Decreto legislativo 152/2006 insieme alle modalità attraverso le quali esse vengono depurate e immesse nell'ambiente.

A seguire alcune tabelle del D.lgs.152/2006:

- tabella 2: limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane;

Tabella 2 - Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane

Potenzialità impianto in A.E. (Abitanti equivalenti)	2.000 – 10.000		> 10.000	
	Concentrazione	% di riduzione	Concentrazione	% di riduzione
BOD5 mg/L	≤ 25	70 - 90	≤ 25	80
COD mg/L	≤ 125	75	≤ 125	75
Solidi Sospesi mg/ L	≤ 35	90	≤ 35	90

Fonte: D.lgs. 152/2006 tab.1 – Allegato 5, parte terza

- tabella 3: limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane ricadenti in aree sensibili;

Tabella 3 - Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane recapitanti in aree sensibili

Parametri medi annui	Potenzialità impianto in A.E.			
	10.000 – 100.000		>100.000	
	Concentrazione	% di riduzione	Concentrazione	% di riduzione
Fosforo totale mg/L	≤ 2	80	≤ 1	80
Azoto totale mg/L	≤ 15	70-80	≤ 10	70-80

Fonte: D.lgs. 152/2006 tab.2 – Allegato 5, parte terza

- tabella 4: Valori limiti di emissione in acque superficiali e in fognatura;
- tabella 5: limiti di emissione per unità di prodotto riferiti a specifici cicli produttivi;
- tabella 6: limiti per gli scarichi di acque reflue urbane e industriali sul suolo;

- tabella 7: elenco di sostanze per le quali non possono essere adottati limiti meno restrittivi rispetto a quelli stabiliti dalle Tabelle 4 e 5, con le eccezioni stabilite dalle note 1 e 2.

2.2.2 Decreto Ministeriale 185/2003: Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in agricoltura

In seguito all'applicazione dell'articolo 26 del D.lgs. 152/99 (successivamente sostituito dal D.lgs. 152/2006) il Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio ha emanato il Decreto Ministeriale numero 185 del 12 giugno 2003 che regola le Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue. Stando a questo regolamento, il riutilizzo delle acque reflue viene consentito solo in condizioni di sicurezza ambientale previo trattamento di depurazione e affinamento.

Ciò permette il raggiungimento dei parametri di qualità previsti da tale D.M. che differiscono dai requisiti del D.lgs. 152/2006. Questi ultimi sono meno stringenti rispetto ai parametri della 185/2003. Gli obiettivi di questo decreto sono quelli di limitare il prelievo di acque superficiali e sotterranee, ridurre l'impatto dello scarico di inquinanti nell'ambiente e nei corpi idrici recettori ed infine favorire il risparmio idrico.

Le destinazioni delle acque reflue depurate vengono riportate nel D.M. 185/2003 e sono:

Irriguo: Irrigazione di colture destinate sia al consumo umano ed animale sia a fini non alimentari come irrigazione del verde pubblico.

Civile: Lavaggio strade, immissione delle acque reflue depurate all'interno degli impianti di riscaldamento o raffreddamento.

Industriale: Antincendio, per il lavaggio degli strumenti e per i cicli termici dei processi industriali evitando il contatto tra acque reflue recuperate e alimenti.

Per poter essere utilizzate in ambito irriguo e civile, le acque reflue devono possedere la qualità chimico e fisiche stabilite da tale decreto. Se destinate ad

usi industriali, le parti interessate possono concordare i limiti specifici in relazione alle esigenze di come essa viene impiegata, sempre nel rispetto dei limiti relativi allo scarico in un corpo idrico.

Uno dei punti fondamentali di questo decreto concerne il numero dei monitoraggi e autocontrolli. All'uscita dell'impianto il numero di monitoraggi e controlli non deve essere inferiore a quello stabilito dalla normativa vigente e tali dati vanno messi a disposizione alle autorità di controllo, come ad esempio l'ASL. L'importanza data al controllo e monitoraggio è fondamentale per garantire un'acqua depurata conforme al DM 185/2003. Il riutilizzo irriguo deve essere realizzato secondo modalità che assicurino il risparmio idrico senza superare l'apporto massimo delle colture con specifiche tecniche di distribuzione.

Il titolare dell'impianto di depurazione deve effettuare un sufficiente numero di autocontrolli all'uscita dell'impianto di recupero. Il fine è quello di verificare i parametri di qualità delle acque depurate che vengono distribuite e fornire informazioni su gli effetti ambientali, agronomici e pedologici del riutilizzo. L'acqua reflua è conferita dal titolare dell'impianto di recupero al titolare della rete di distribuzione, quest'ultimo (che può essere diverso dal titolare dell'impianto di depurazione) riceve l'acqua depurata senza oneri e stabilisce il valore del contributo per la distribuzione delle acque reflue recuperate.

Il titolare della rete di distribuzione effettuerà anche esso monitoraggio e controllo ai fini di verifica dei parametri chimici, fisici e microbiologici delle acque reflue depurate che verranno distribuite. Ad esempio in Capitanata la sicurezza è data dal coinvolgimento di 2 enti distinti, uno che depura le acque e uno che le distribuisce (Consorzio per la Bonifica della Capitanata). Essi si controllerebbero a vicenda dato che è d'obbligo per entrambi effettuare monitoraggi e controlli. Tutte queste informazioni dovranno essere distribuite annualmente alla regione.

Uno dei punti fondamentali del il DM 185/2003 prevede che i valori dei parametri chimici fisici riportati in appendice (Tabella 25) siano riferiti a valori medi su base annua o, in ambito irriguo, a valori medi in riferimento della singola campagna irrigua.

Considerando che, in media, ogni abitante, che vive all'interno di un capoluogo sversa in fogna, in Italia, circa 245 litri di acqua al giorno (23 litri in meno rispetto al 2012), buona parte di essa potrebbe essere potenzialmente riutilizzabile (Istat - 2017).

Nelle regioni del Sud Italia, con problemi di scarsità di acqua, l'utilizzo delle acque reflue depurate potrebbe, in parte, sopperire al gap tra richiesta e quantitativo disponibile. Nel Nord Italia, dove è minore il problema della siccità, potrebbe ridurre il problema degli inquinamenti presenti nei fiumi e l'eutrofizzazione del mare. L'utilizzo delle acque reflue comporterebbe un beneficio economico grazie all'apporto di macro e micro, nutrienti.

2.3 Il riutilizzo in Puglia

L'acqua rappresenta uno dei fattori più importanti di competitività per le aziende agricole, quindi il suo riutilizzo aprirebbe nuove prospettive. Il riutilizzo delle acque reflue in ambito agricolo è una realtà già presente, sostenuta sia dalla legge regionale numero 8 del 2012, (Norme e misure per il riutilizzo delle acque reflue depurate D.lgs. n. 152/2006 art.99, comma 2), sia dagli esempi di Trinitapoli (BT), Gallipoli (LE), Corsano (LE), Maruggio (TA), Ostuni (BR), Fasano (BR) (Tabella 8 e 9) (D'Arcangelo 2005).

Tabella 8: Quantitativo acqua riutilizzata in Puglia

Volume riutilizzato in agricoltura	Mc/anno
Gallipoli	445.739
Corsano	137.975
Ostuni	38.978

Fonte AQP 31/12/2014

Tabella 9: Quantitativo in metri cubi di acqua affinata

Affinamento affinato	Volume	Mc/anno
San Pancrazio Salentino		4.500
Trinitapoli		30.000

Fonte AQP 31/12/2014

Nel territorio pugliese, per i 258 comuni, sono presenti circa 189 depuratori (Tabella 10) che lavorano all'incirca 278 Mln di acque reflue l'anno.

Tabella 10: Impianti di depurazione delle acque reflue urbane 2015

Tipologia di trattamento	Primario	Secondario	Terziario	Totale
Territorio				
Italia	9984	5604	2309	17897
Nord-ovest	4268	1702	495	6465
Piemonte	2619	1177	92	3888
Valle d'Aosta	274	25	4	303
Liguria	650	100	26	776
Lombardia	725	400	373	1498
Nord-est	2522	970	673	4165
Trentino Alto Adige	118	30	87	235
Provincia autonoma Bolzano	3	29	17	49
Provincia autonoma Trento	115	1	70	186
Veneto	665	224	259	1148
Friuli-Venezia Giulia	398	265	82	745
Emilia Romagna	1341	451	245	2037
Toscana	610	493	200	1303
Umbria	511	252	46	809
Marche	376	310	119	805
Lazio	88	405	142	635
Sud	1469	990	454	2913
Abruzzo	1043	362	30	1435
Molise	66	113	23	202
Campania	165	219	89	473
Puglia	5	8	176	189
Basilicata	2	82	88	172
Calabria	188	206	48	442
Isole	140	482	180	802
Sicilia	118	239	57	414
Sardegna	22	243	123	388

Fonte: ISTAT

Nel periodo tra il 2007-2013 la Puglia ha investito circa 300 milioni di euro per la costruzione e il consolidamento di 63 impianti, seguito successivamente da un ulteriore investimento di altri 120 milioni di euro nel periodo che intercorre tra il 2014 e il 2020 per la costruzione di altri 23 depuratori terziari.

Dato l'investimento e la scarsità delle risorse idriche riutilizzate, i reflui trattati possono rappresentare, in ambito agricolo, una fonte alternativa di acqua. Infatti il riutilizzo irriguo potrebbe generare un risparmio di 7 milioni di euro (Progetto Demoware).

2.4 I principali sistemi di trattamento

La depurazione delle acque reflue è costituita da una serie di processi fisici, biologici e chimici al fine di ridurre in modo significativo i composti inquinanti presenti per il successivo sversamento nei corsi d'acqua. Per ottenere un effluente di buona qualità è necessario conoscere la natura delle sostanze presenti all'interno dei reflui. Infatti la scelta del tipo di trattamento da utilizzare e i tipi di processi sono correlati al carico inquinante e al tipo di inquinante, a seconda del quale varia l'efficienza di abbattimento dell'inquinante.

E' fondamentale fare alcune considerazioni iniziali sulla tipologia di inquinanti presenti dato che possono produrre effetti diversi sull'ambiente. Gli inquinanti vengono raggruppati in classi diverse a seconda della loro natura, civile, industriale o agricola.

All'interno delle acque reflue si riscontra la presenza di materiali sedimentabili, come la sabbia, che viene allontanata facilmente per gravità e di materiali non sedimentabili (oli, grassi), sostanze che presentano un peso minore a quello dell'acqua che possono creare enormi danni alla fauna e alla flora marina ostacolando, ad esempio, la fotosintesi e la riossigenazione dell'acqua.

Il reale pericolo sono le sostanze disciolte o insolubili, cioè sostanze organiche e inorganiche presenti in proporzioni diverse in funzione della provenienza (civile, domestica e industriale) e della stagionalità.

Secondo il D.lgs. 152/2006, ART 74 e 101, le acque reflue sono classificate in:
Acque reflue domestiche: acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi. Il carico inquinante deriva prevalentemente dalle

attività domestiche di scuole, uffici pubblici e privati e di case. Queste acque presentano un elevato contenuto di composti organici come i composti azotati e non azotati (urea, amine, amminoacidi, carboidrati e lipidi).

Acque reflue assimilate alle domestiche: sono acque reflue domestiche che non rientrano nell'art 74 a causa delle caratteristiche chimico-fisiche. Esse sono ad esempio acque derivanti dall'allevamento di bestiame, dall'acquacoltura e piscicoltura (di dimensioni ridotte), dalle attività termali e dalle acque di vegetazione dei frantoi oleari.

Acque reflue industriali: qualsiasi tipo di acque reflue provenienti da edifici o da installazioni in cui si svolgono attività commerciali o di produzione di beni. Differiscono qualitativamente dalle acque reflue domestiche e da quelle meteoriche di dilavamento. Vengono considerate tali quelle acque venute in contatto con sostanze o materiali, anche inquinanti, non connessi con le attività esercitate nello stabilimento (ad esempio acidi e sali di metallo).

Acque reflue urbane: Comprendono le acque reflue domestiche o il miscuglio di acque reflue domestiche, di acque reflue industriali e/o di quelle meteoriche di dilavamento convogliate in reti fognarie, acque di lavaggio delle strade. Va inoltre aggiunto un'ulteriore tipologia di acqua reflua, "Acque reflue di tipo agricolo", proveniente da attività agricole. Queste acque possiedono un carico elevato di pesticidi, anticrittogamici, antiparassitari, diserbanti concimi chimici, deiezioni degli allevamenti, acque di lavaggio derivante da allevamenti, macelli, sale di mungitura (ISPRA, 2016). Alcune delle molecole presenti in questa categoria di acqua reflua sono biodegradabili, altre sono altamente tossiche per l'ecosistema acquatico e terrestre e per la salute umana a causa dei fenomeni di bio-accumulo⁵ e della mancanza di conoscenze sul tipo di destino a cui la molecola più o meno tossica va incontro nell'ambiente.

⁵ Bioaccumulo: Processo mediante il quale sostanze tossiche inquinanti organici persistenti si accumulano all'interno di un organismo, raggiungendo concentrazioni superiori a quelle registrate nell'ambiente circostante

Il sistema di depurazione di acque reflue imita ciò che accade in natura: tenta di replicare, in condizioni controllate, l'insieme dei processi fisici, biologici e chimici di depurazione naturale.

L'impianto di depurazione va realizzato e gestito in funzione della portata, del contenuto di acqua reflua e del tipo di inquinante che esso è in grado di depurare. Nello specifico i trattamenti vengono suddivisi in base alla sequenza impiantistica, funzionale e all'obiettivo qualitativo perseguito. Infatti, se le acque non devono essere riutilizzate vengono immesse nei corpi idrici solo dopo aver superato il trattamento primario e secondario (Rubino, 2015, Cecchetti 2008); se invece, vengono riutilizzate va aggiunto un ulteriore trattamento, identificato come trattamento terziario o di affinamento (Biavati, 2008, Borin 2003, Grillo N.,2011).

I trattamenti sono riassumibili in:

Pre-trattamento

Rappresenta il primo processo di riduzione degli inquinanti all'interno delle acque reflue. Esso elimina tutte quelle sostanze grossolane e pericolose che potrebbero creare problemi nelle fasi successive di depurazione.

Grigliatura grossolana e fine: Consiste sia in un pre-trattamento che in un trattamento primario. Questa operazione consente di eliminare i solidi aventi una dimensione grossolana (carta, legname, contenitori in plastica). Il refluo viene fatto passare attraverso una griglia posta trasversalmente rispetto all'andamento del flusso di acqua reflua che raccoglie il materiale e che poi viene allontanata.

Dissabbiatura: Operazione volta all'eliminazione di un insieme di materiali solidi inorganici avente diametro fra 0,15-3 mm che potrebbero danneggiare l'intero sistema di tubature, l'impianto di estrazione dei fanghi e le vasche di sedimentazione, causando un aumento dei costi delle operazioni di pulizia dell'impianto.

Disoleatura: Insieme di operazioni che permettono l'eliminazione di tutti quei materiali aventi peso inferiore a quello dell'acqua quali olii, grassi e saponi che potrebbero creare uno strato superficiale riducendo l'attività fotosintetica delle piante e il contenuto di ossigeno disciolto.

Trattamento primario

Insieme di operazioni finalizzati a rimuovere e ridurre gli inquinanti attraverso procedimenti di tipo fisico e/o chimico-fisico. Consente l'allontanamento di materiali sospesi sedimentabili e non, in modo da rendere possibili l'abbattimento del 20% del BOD5 e il 50 % dei solidi sospesi totali.

Triturazione: Operazione di triturazione dei solidi di dimensione grossolana in elementi aventi dimensione millimetrica.

Sedimentazione: La sedimentazione consiste nell'immettere le acque reflue in vasche dove si verifica la decantazione dei materiali avente peso maggiore dell'acqua deponendosi sul fondo della vasca da dove poi verrà allontanata attraverso raschiatori di fondo a catena o a pattino. Il sistema di sedimentazione sfrutta la forza gravità, con sedimentazione dei materiali relativi seguendo *la legge di Stokes*, o la forza centrifuga con un allontanamento del materiale solido sulle pareti esterne.

Equalizzazione e omogeneizzazione: In un impianto di depurazione è prevista la presenza di vasche di accumulo in entrata che permettano di assorbire la variabilità di portata e delle caratteristiche, al fine di consentire all'impianto di lavorare a portate e carichi costanti. L'equalizzazione consente di regolare il quantitativo di acqua trattata, mentre l'omogeneizzazione consente il livellamento dei carichi inquinanti.

Trattamento secondario

Il trattamento secondario delle acque reflue è un processo che in genere comporta un trattamento biologico con sedimentazione secondaria, o mediante

altro processo biologico che comunque consente il rispetto dei requisiti della tabella 2 dell'Allegato 5 alla parte terza della 152/2006. Esso rappresenta il livello minimo di trattamento da raggiungere per immettere l'acqua reflua depurata nei corsi d'acqua e consiste nella rimozione dei solidi ancora presenti e soprattutto nella biodegradazione, ad opera dei microrganismi, delle sostanze organiche disciolte o disperse allo stato colloidale. Le sostanze disciolte si trasformano in sostanze meno pericolose dal punto di vista ambientale o in gas. Inoltre consente una buona riduzione di azoto e fosforo.

I sistemi di ossidazione biologica sono differenti: fanghi attivi, filtri percolatori, bio-dischi.

Fanghi attivi: Sistema di depurazione biologico a biomassa dispersa. Il sistema permette la formazione di aggregati di microrganismi e sostanze organiche che si accumuleranno sul fondo per sedimentazione per poi essere prelevati. Il sistema prevede l'inserimento di aria per ottimizzare l'attività dei microrganismi. L'aria può essere fornita mediante aeratori meccanici o per insufflazione di aria forzata.

Filtri percolatori: E' un sistema biologico a biomassa adesa a rese elevate di depurazione. Esso è costituito da torri di riempimento cilindriche di altezza variabile, riempiti di materiale inerti naturali come pietre o da multicelle in plastica.

La presenza di questo materiale consente l'aumento di superficie per lo sviluppo dei microrganismi e gli spazi per il movimento delle acque reflue. L'acqua reflua viene immessa dall'alto e per gravità passa attraverso il materiale inerte sul quale si crea una pellicola biologica ricca di batteri aerobi che adsorbono la sostanza organica disciolta nei reflui. Successivamente lo strato di pellicola si inspessisce e negli strati più interni si instaurano processi anaerobi producendo gas che rompono la pellicola, che a sua volta cadrà sul fondo della vasca da dove poi verrà raccolta ed allontanata.

Trattamento terziario

Il sistema di trattamento terziario o sistema di affinamento delle acque rappresenta un insieme di processi chimico fisici che eliminano le sostanze inquinanti non biodegradabili disciolte e che abbattano i carichi di azoto e fosforo, metalli pesanti, microrganismi e altre sostanze refrattarie non eliminate precedentemente. Fanno parte di questa fase alcuni trattamenti: la filtrazione a membrana (micro-, nano-, ultra- e osmosi inversa), adsorbimento su carbone, coagulazione, neutralizzazione, ossidoriduzione e disinfestazione⁶ (clorurazione, ozono, raggi UV). Il sistema prevede, inoltre, l'eliminazione dell'azoto per nitrificazione / denitrificazione, e quella del fosforo attraverso defosfatazione. Questi elementi vanno eliminati per evitare eventuali fenomeni di eutrofizzazione delle acque e aumento dell'azoto nelle zone ZVN.

L'insieme dei tre sistemi di depurazione portano ad un livello di depurazione conforme alla tabella 25 con parametri più restrittivi rispetto ai parametri utilizzati D.lgs. 152/2006. Tuttavia questo processo raramente viene impiegato nei Paesi a basso reddito (Mateo-Sagasta ,2015).

2.5 Opportunità e minacce nell'impiego irriguo

Le acque reflue possono essere utilizzate direttamente o indirettamente in agricoltura ma il loro impiego in agricoltura richiede specifiche modalità di utilizzo conformi al decreto ministeriale e alle sue caratteristiche qualitative e quantitative. La tecnica di irrigazione localizzata è la più conforme, essa permette un notevole risparmio idrico poiché la goccia d'acqua viene localizzata nella zona dell'apparato radicale della coltura andando così ad aumentare l'efficienza e l'efficacia.

Il riutilizzo delle acque reflue depurate comporta alcuni vantaggi e svantaggi.

⁶ Disinfestazione: Corrisponde all'ultima fase di trattamento delle acque reflue prima dello scarico in un corpo idrico. E' una tipologia di trattamento che ha come obiettivo quello di eliminare microrganismi patogeni sia per l'uomo che per l'ambiente

Vantaggi:

- Riciclo e ricarica delle acque sotterranee – ricarica della falda attraverso stagni, lagune pozzi di iniezione;
- Riduzione dei costi per lo smaltimento delle acque reflue;
- Riduzione dell'inquinamento dei corpi idrici superficiali;
- Utilizzo dei nutrienti riducendo l'utilizzo di fertilizzanti chimici con aumento delle rese;
- Approvvigionamento idrico per gli agricoltori affidabile e certificato.

L'utilizzo di una risorsa idrica monitorata e controllato giornalmente rappresenta uno dei punti più importanti nel riutilizzo delle acque reflue.

Ciò pone una netta differenza rispetto ai corpi idrici convenzionali, (in Puglia 37 fiumi, 6 laghi/ invasi, acque di transizione 15, Acque marino costiere 70) (Arpa Puglia 2018, Arpa Puglia 2015, Joberta, 2007, Pescod 1992) vengono monitorati trimestralmente. Per gli invasi privati, come vasconi e pozzi, non esiste un sistema di monitoraggio che sia in grado di stabilire la qualità delle acque e, dunque, il loro essere idonee o meno per l'irrigazione. Questa tipologia di controllo e monitoraggio obbligatorio per le acque in uscita dai depuratori rende assai diverse le acque reflue depurate rispetto alle acque derivate da invasi privati. Quindi è impossibile affermare che l'acqua dei pozzi e degli invasi privati abbia delle caratteristiche qualitative migliori rispetto alle acque reflue depurate, dove invece è presente giornalmente un sistema di controllo e monitoraggio.

Tuttavia l'utilizzo delle acque reflue depurate può comportare una serie di importanti svantaggi:

- Rischio per la salute della comunità che sono in contatto prolungato con le acque reflue non trattate e con i consumatori di ortaggi irrigati con acqua reflua;
- Contaminazione delle acque sotterranee a causa dei nitrati;
- Accumulo di inquinanti, specialmente metalli pesanti;

- Vettori di malattie e insetti come zanzare;
- Microinquinanti.

Un'errata gestione dell'impianto di depurazione o l'utilizzo di acque reflue non trattate porta grandi rischi per l'agricoltore. L'utilizzo delle acque reflue depurate potrebbe comportare dei rischi soprattutto in caso di anomalie o rotture degli impianti di depurazione che porterebbero all'utilizzo di acqua reflue non trattate o parzialmente trattate.

Infatti gli svantaggi dell'utilizzo delle acque reflue hanno messo in discussione la sicurezza nel suo utilizzo. Ciò ha prodotto un aumento degli standard di qualità richiesti nella fase di depurazione, a livelli troppo elevati arrecando un notevole aumento dei costi. Infine il concatenarsi di questi svantaggi portano ad un aumento della sfiducia nell'utilizzo e nella costruzione di impianti di depurazione (Wim van der Hoek, 2001).

L'assenza delle necessarie precauzioni di sicurezza comporta danni significativi e gravi conseguenze sulla salute dei consumatori, per gli alimenti esposti e per i lavoratori agricoli.

Le acque reflue possono contenere un elevato quantitativo di sostanze nutritive che porterebbe benefici economici alle aziende, grazie all'apporto di macro e micro nutrienti ma anche sali e metalli pesanti che col tempo possono accumularsi nel suolo con effetti negativi. Possono causare un aumento dei fenomeni di salinizzazione dei suoli, disgregazione della struttura del suolo e quindi una netta riduzione della qualità del suolo con effetti negativi per le colture.

Un ulteriore effetto positivo è legato alla potenzialità di ricarica delle falde acquifere sotterranee, andando a contrastare il fenomeno di esaurimento dei pozzi di intrusione di acqua marina all'interno delle falde acquifere nelle zone costiere. Ma allo stesso tempo potrebbe causare l'inquinamento delle falde a causa dei fenomeni di lisciviazione di sostanze nutritive e sali.

Il D.M. 185/2003 prevede che l'acqua reflua depurata venga utilizzata in ambito irriguo prendendo in considerazione specifiche modalità di irrigazione, favorendo quelle tipologie di sistemi di irrigazione che consentono di non far entrare in contatto la parte edule della pianta con l'acqua reflua depurata e consentendo un ampio risparmio idrico.

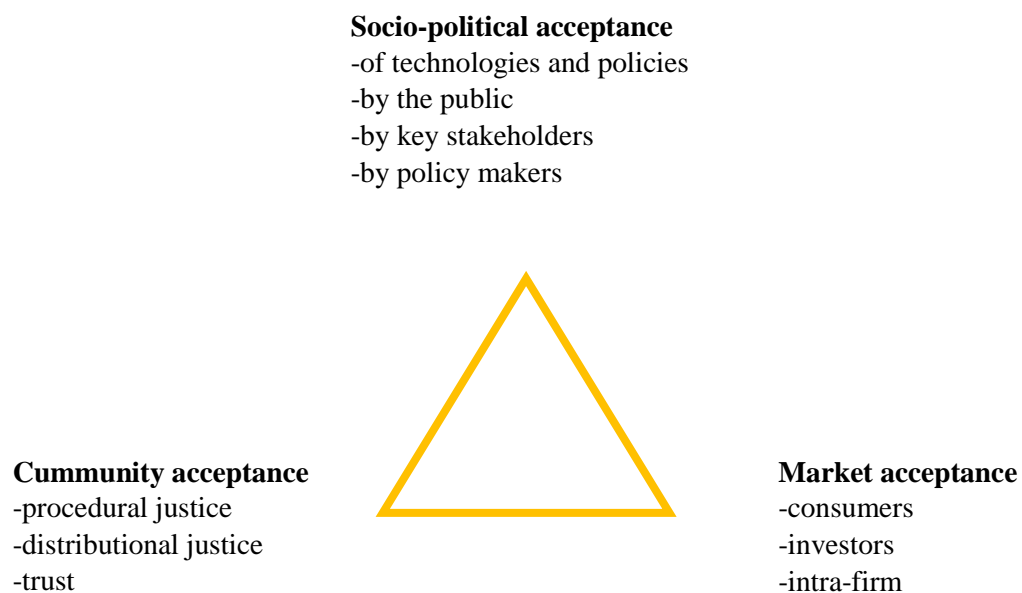
L'impatto positivo o negativo delle acque reflue dipende dalle modalità di utilizzo, dalle caratteristiche delle acque reflue, dalla tipologia di suolo dalla tipologia di coltura e infine dalla tipologia di falda (Rubino et al 2015).

3 Modellizzazione concettuale dell'acceptabilità sociale: prospettiva economica

3.1 Accettabilità sociale – Analisi dell'acceptabilità di mercato

Questo lavoro si propone di analizzare quale possa essere il motivo che rallenta l'utilizzo delle acque reflue depurate, basandosi solo su una delle tre dimensioni dell'acceptabilità sociale, cioè l'acceptabilità di mercato. Come già accennato l'acceptabilità sociale non presenta una vera e propria definizione ma quella che più si avvicina e quella proposta da Wüstenhagen, che la divide in tre dimensioni (Figura 2).

Figura 2: Il triangolo dell'acceptabilità sociale



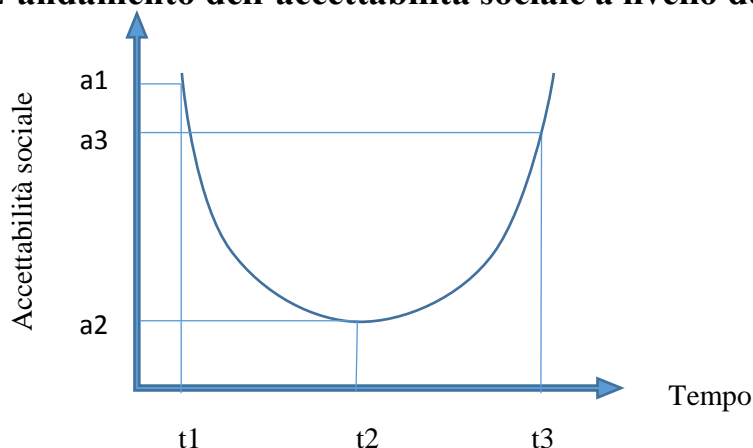
Fonte: Wüstenhagen et.al, 2007.

Accettabilità socio-politica: rappresenta il livello più ampio e generale di acceptabilità da parte della popolazione, istituzioni e organismi pubblici interessati. L'acceptazione da parte del pubblico verso nuove tecnologie e politiche è generalmente alta e ciò ha portato ad una riduzione dell'importanza di questo fattore. Tuttavia un'alta acceptabilità a livello globale, si scontra a livello locale, (quello del cittadino o nello specifico in questo lavoro

dell'agricoltore), con gli interessi dei cittadini e genera movimenti di opposizione in grado di bloccare il progetto mostrando così una manifestazione di mancanza di accettabilità (Lopolito, 2014).

Accettabilità della comunità: Seconda dimensione dell'accettabilità sociale, essa si riferisce all'accettazione da parti della comunità (residenti, autorità locali) interessate dal progetto. Questa dimensione rappresenta l'arena in cui si svolge il dibattito sul NIMBY (La comunità supporta le energie rinnovabili purché non siano nel loro "cortile"), esso rappresenta l'acronimo al movimento di opposizione alle tecnologie. La particolarità dell'accettazione della comunità è che ha una dimensione temporale. L'accettazione segue un modello ad U, dove in una prima fase (t1), l'accettazione è massima per poi calare al minimo (t2), poiché la comunità si confronta con la realizzazione del progetto ed infine risalire nuovamente (t3) una volta che il progetto è attivo e funzionante. (Figura 3) L'accettabilità della comunità è la percezione della distribuzione di costi e benefici che deve essere il più possibile equa, giusta e chiara (Wolsink 2010, Wolsink 2007, Lopolito, 2012).

Figura 3: L'andamento dell'accettabilità sociale a livello della comunità



Fonte: Wolsink (2007), Lopolito et.al, (2012)

Accettabilità di mercato: Rappresenta l'ultima dimensione dell'accettabilità e fa riferimento all'accettabilità dei consumatori e investitori. Essa prende in considerazione le potenzialità e i vincoli nell'adozione e implementazione di una innovazione da parte del mercato. L'accettazione di mercato identifica

come il mercato risponde all'adozione dell'innovazione, in questo caso delle acque reflue depurate. Se la rifiuta l'accettabilità è “bassa” se la richiede è “alta”. Questa dimensione è fortemente influenzata dalla richiesta dei singoli consumatori, essi possono chiedere o meno quantità crescenti di questa innovazione. Inoltre l'attenzione dell'accettabilità di mercato non va associata solo ai consumatori ma anche agli investitori. Essa è fortemente influenzata dalla percezione dei benefici e dei rischi degli attori economici sull'introduzione dell'innovazione.

Lo studio dell'accettabilità di mercato è fondamentale per capire l'accettabilità socio-politica dei principali stakeholder, rappresentati dalle associazioni di categoria G.D.O., C.B.C., A.Q.P. e di verificare se il problema dell'accettabilità sussiste o se sia legato ad altri motivi.

L'accettabilità, come già affermato precedentemente, è fondamentale per garantire il successo di un progetto di riutilizzo delle acque reflue depurate in agricoltura poiché gli agricoltori sono i principali soggetti che ne faranno utilizzo e se questi non ne beneficiano non ha senso sostenere per i stakeholder i costi di depurazione rispettando il DM 185/2003. Infatti se l'accettabilità sociale delle acque reflue è “bassa” si può andare incontro a una forte resistenza. Una bassa accettabilità può essere legata, secondo la letteratura, alla mancanza di fiducia e di informazioni e alla paura di eventuali rischi: quali i rischi per la salute pubblica, (Salibaa 2018) la sicurezza e le poche informazioni date dall'ente che si occupa del trattamento o della distribuzione (Assefa , 2007, Joberta 2007, Zoellner 2008).

Inoltre l'accettabilità può essere influenzata dall'atteggiamento nei confronti delle problematiche ambientali, dalla fiducia nell'istituzione promotrice, dall'età del soggetto coinvolto e dal livello di studio (Prosperi 2015). Basti pensare che la sola percezione delle caratteristiche estetiche, come colore, odore e sapore, possono far variare l'accettabilità delle acque reflue depurate.

La percezione dei rischi percepiti e il livello di conoscenza sono elementi imprescindibili e un punto di partenza per passare alla fase di utilizzo.

E' fondamentale conoscere l'accettabilità nei confronti di questa fonte alternativa poiché può diventare un promotore di successo per ogni tipologia di economia circolare.

3.2 Quadro teorico di riferimento per modellizzare le decisioni degli agricoltori

In questo lavoro l'analisi dell'accettabilità di mercato da parte degli agricoltori nei confronti dell'utilizzo delle acque reflue viene condotta esaminando le domande, i commenti e il comportamento che l'agricoltore assume durante l'utilizzo delle acque reflue depurate in un sistema di simulazione che replica l'attività imprenditoriale dell'agricoltore in più campagne agricole.

L'intera struttura della tesi e del prototipo di simulazione si basa sulla teoria dell'economia neoclassica.

Il paradigma dell'economia neoclassica si basa sulla distribuzione delle risorse in modo efficiente, sulla volontà delle imprese a massimizzare⁷ il profitto⁸ senza prendere in considerazione processi innovativi.

Questa condizione si verifica grazie a specifiche presupposti identificate dai postulati della economia neoclassica:

Elevato numero di soggetti: Insieme di un elevato numero di compratori e venditori che non sono in grado di influenzare il prezzo di vendita né a ribasso né a rialzo. L'attività sperimentale condotta nel presente studio, prende in considerazione solo due soggetti, che effettuano scelte aziendali vincolate dalla disponibilità di risorse e da un sistema di prezzi delle produzioni agricole.

⁷ Massimizzare: Massimizzazione del profitto lo si ottiene quando il costo marginale è uguale al prezzo di vendita del prodotto o quando la differenza tra i ricavi totali e i costi totali è massima.

⁸ Profitto è la remunerazione dell'attività imprenditoriale cioè l'attività svolta dall'imprenditore nella gestione ed organizzazione dell'impresa.

Omogeneità dei prodotti venduti: Il bene o il prodotto che i soggetti vendono è identico per entrambi, senza nessuna differenza sia nelle caratteristiche che nelle modalità di vendita. Non si verifica una differenziazione del prodotto venduto. In questa condizione nessun soggetto venditore alzerebbe il prezzo del proprio prodotto poiché nessuno accetterebbe di comprare lo stesso bene ad un prezzo maggiore. Inoltre il compratore si rivolgerebbe ad un altro venditore per ottenere un prezzo migliore. L'impresa è *price taker*. Nella maggior parte dei casi, il prezzo è determinato dalla domanda e dall'offerta e i compratori o venditori non hanno alcuna influenza sul prezzo. Le aziende sono omogenee e si inseriscono all'interno di un sistema di concorrenza perfetta.

Informazioni: Tutte le imprese possiedono le stesse informazioni e i consumatori hanno ben chiare le loro preferenze garantendo una perfetta trasparenza di mercato. Inoltre le informazioni e le tecnologie che caratterizzano un determinato ambiente sono accessibili a tutti.

Dimensione aziendale: Le imprese sono molto piccole, tutte delle medesime dimensioni, definite atomistiche, così da non avere la capacità di influenzare il mercato.

Accesso al mercato: Non sono presenti vincoli o barriere che impediscono l'entrata delle imprese in quel mercato specifico. Considerando ciò l'analisi dell'accettabilità di mercato verrà valutata esaminando la sensibilità dell'agricoltore alla presenza di acque reflue depurate e la volontà di acquisire e pagare le stesse.

La volontà di accettare (WTA – Willingness to accept) è la quantità minima di denaro a cui una persona è disposta ad abbandonare un bene. Viceversa la disponibilità a pagare (WTP – Willingness to pay) è l'importo massimo che un individuo è pronto a sacrificare per procurarsi un bene o evitare una difficoltà. Inoltre il WTP è uno strumento di valutazione dei costi e dei benefici degli interventi ambientali che hanno come obiettivo quello di migliorare la salute umana.

3.2.1 Carbon Credit

I WasteWaterCredit o crediti di acqua reflua (WWC) ipotizzati in questo lavoro, prendono spunto da uno dei sistemi di controllo dell'emissione di anidride carbonica, il Carbon Credit. Questo strumento nasce per il controllo, a livello internazionale, delle emissioni di gas serra attraverso la generazione di crediti di carbonio, seguita da una fase di compravendita degli stessi. L'intero sistema genera una sorta di mercato di azioni (creato attraverso il protocollo di Kyoto) per incentivare economicamente i Paesi a ridurre le emissioni di anidride carbonica e per punire chi inquina.

Il mercato dei titoli di carbonio si basa sul quantitativo di CO₂ prodotta, espresso in tonnellate, facendo così pagare ai Paesi più inquinanti un contributo e incentivando economicamente i Paesi virtuosi.

Un ente sovranazionale stabilisce, per ogni Paese partecipante che ha sottoscritto il protocollo di Kyoto, un valore massimo di emissione di anidride carbonica.

Ogni Paese avrà come obiettivo quello di emettere meno emissioni di CO₂ rispetto alla quota ad esso assegnata.

Di conseguenza si vengono a creare due possibili scenari.

- Il primo riguarda i soggetti che si sono comportati in maniera virtuosa, riducendo le emissioni rispetto al valore massimo richiesto. Lo stato virtuoso genera dei crediti che possono essere immessi all'interno di un sistema di mercato di titoli per essere venduti ai soggetti non virtuosi ad un prezzo stabilito dalla compravendita;
- Il secondo scenario è rappresentato dai soggetti non virtuosi e esso raggruppa tutti i soggetti che hanno superato la soglia di emissione di anidride carbonica assegnata e che quindi si trovano di fronte all'obbligo di pagare un'ammenda per le emissioni in eccesso, pari a 100 euro per

tonnellata di CO2 prodotta (Direttiva 2003/87 CE) o a comprare i crediti di carbonio generati dai paesi virtuosi.

Questo sistema circolare ha trovato numerosi ostacoli che hanno portato alla scomparsa del sistema stesso. L'insuccesso è dovuto sia a fenomeni di frodi, da parte di enti privati che generavano crediti fraudolenti, ma anche alla mancata adesione degli Stati Uniti, uno dei principali Paesi produttori di CO2. Gli Stati Uniti infatti, si sono opposti alla definizione di una quota massima di emissione che avrebbe portato probabilmente ad una riduzione della loro crescita economica (Europol, Lifegate).

3.2.2 WasteWaterCredit

I dati sull'accettabilità di mercato vengono raccolti attraverso l'analisi della reazione degli agricoltori durante lo svolgimento della simulazione del prototipo tramite il sistema dei WasteWaterCredit. L'analogia tra i Carbon Credit e i WWC sta nel fatto che in entrambi i casi si "fissa" il quantitativo massimo, e agli operatori viene concessa la possibilità di negoziare i diritti. Questo è vero anche per i WWC, poiché che si fissa il tetto massimo di acqua "green" che si può utilizzare (CBC e/o anche sotterranea). I WWC sono i crediti d'acqua reflua ideati al fine di favorire l'accettabilità di mercato degli agricoltori.

Il prototipo ipotizza la presenza di due aziende agricole identiche, aventi le stesse caratteristiche strutturali, le stesse dimensioni e la medesima dotazione di acqua assegnata. L'unica differenza è che solo ad una di esse (Azienda 1 presente nel distretto 1 dove vengono distribuite le acque reflue) viene distribuita acqua reflua depurata miscelata al 50% a norma di legge e l'altro 50% proviene da acqua superficiale.

In confronto all'azienda 1 viene strutturata l'azienda 2 presente nel distretto 2. Essa non possiede le acque reflue depurate, quindi l'acqua distribuita è solo di origine superficiale. Ogni azienda ha una disponibilità annuale di acqua

identica prefissata all'inizio di ogni campagna agricola. I WasteWaterCredit vengono assegnati a tutte le aziende presenti nel distretto 1 e si generano ogniqualvolta un'azienda del distretto utilizza acqua reflua depurata (ogni metro cubo di acqua reflua utilizzata genera un credito).

I crediti generati a tempo (t) potranno, ad inizio campagna del secondo anno (t-1), essere convertiti in acqua (ogni credito corrisponde a 1 m³) o venduti ad altri agricoltori, appartenenti a distretti diversi o anche allo stesso distretto, tramite una fase di compravendita, che va conclusa prima dell'inizio della campagna agricola.

4 Ambiente di simulazione delle decisioni (Materiali e metodi)

4.1 Impostazione del prototipo WWC

Lo schema di analisi utilizza l'ausilio di un modello di foglio di calcolo elettronico per effettuare le simulazioni. Ogni campagna agraria è strutturata in 5 fasi e segue un ciclo ben definito. In ogni fase del ciclo e per tutti i cicli verrà preso nota di tutto ciò che gli agricoltori conferiscono delle domande, dei commenti e delle risposte che gli agricoltori si scambiano tra loro tutto al fine di ottenere la reale percezione degli agricoltori sulla possibilità reale di utilizzare le acque reflue. La distribuzione della risorsa idrica è affidata al Consorzio per la Bonifica della Capitanata, che distribuisce l'acqua nei due distretti senza che ci siano delle differenze.

- Il distretto 1 corrisponde al distretto all'interno della quale viene distribuita dal CBC, acqua miscelata (50% di acqua reflua depurata, derivante dall'Acquedotto Pugliese (AQP) e 50% di acqua superficiale). Queste aziende generano WasteWaterCredit pari al quantitativo di acqua reflua depurata utilizzata in m³.
- Il distretto 2 corrisponde al distretto dove il CBC distribuisce solo acqua derivante dagli invasi.

I crediti avranno validità annuale poiché il loro ammontare deriva dal quantitativo reale di acqua reflua depurata utilizzata e non di quella messa a disposizione dal CBC. Le aziende che generano questi crediti, prima dell'inizio della stagione irrigua dell'anno successivo (t-1) potranno intraprendere tre tipologie di azioni: Vendere, Utilizzarli, Perderli. Questi crediti potranno essere utilizzati all'interno dell'azienda stessa ad un costo pari a zero, se vengono venduti l'azienda che li acquista avrà diritto ad una disponibilità maggiore in base al numero di crediti acquistati, se non segue queste prime due tipologie di azioni andranno persi.

I costi dei WasteWaterCredit sono quantificabili dalla contrattazione tra gli agricoltori che sono disposti a pagare i crediti per avere una disponibilità maggiore di acqua. Quindi i benefici dei WWC non sono direttamente espressi in termini economici ma vengono quantificati dalle contrattazioni. La differenza tra i due valori identifica il surplus sociale creato dal commercio di beni.

Avvenuta la fase di compravendita le aziende con i crediti potranno riscattarli, mentre il Consorzio per la Bonifica della Capitanata fornirà un quantitativo pari a 1 m³ per ogni credito riscattato ad un contributo di distribuzione pari a 0,12 euro (non vengono prese in considerazione la suddivisione in scaglioni). Verranno effettuate due simulazioni del prototipo dei WWC. Ogni simulazione conta un numero di 3 soggetti. Il primo soggetto è il master di controllo, egli regola il sistema di simulazione, salva i dati ottenuti, determina i tempi di ogni fase della simulazione e prende appunti sul comportamento degli agricoltori. Gli altri due soggetti sono gli agricoltori. Ad ognuno di essi verrà affidata, in maniera casuale, la gestione di un'azienda, una rientrante all'interno del distretto 1 dove sono presenti le acque reflue depurate e l'altra presente nel distretto 2, dove sono presenti solo acque superficiali.

Il sistema di simulazione è strutturato in 4 schermate: Al master verrà affidato il controllo del quadro di comando e del Quadro di controllo; gli agricoltori utilizzeranno rispettivamente il foglio distretto 1 e il foglio distretto 2.

Gli agricoltori potranno utilizzare solo ed unicamente il foglio di calcolo elettronico assegnato, senza aver la possibilità di osservare ciò che l'altro agricoltore sta effettuando o come il master genera le variabili.

- Il Quadro di comando: corrisponde ad un foglio di modello di calcolo elettronico a cui viene dato il compito di generare variabili di sistema che causano la volatilità dei prezzi di mercato e la riduzione della disponibilità idrica (Tabella 11).

Tabella 11: Quadro di comando utilizzato dal master di controllo

Dotazione CBC		20000		
- Dotaz. Acqua superficiale		10000		
- Dotaz. Acqua depurata		10000		
Acquisto acqua supplementare		0		
Totale acqua disponibile		20000		
Totale acqua consumata		0	Verifica	OK

Fonte: nostra elaborazione

- Il Quadro di Controllo: sistema utilizzato per salvare i dati ottenuti ad ogni ciclo di campagna agricola.
- Distretto 1: Verrà affidato all'agricoltore 1, il quale avrà la possibilità di selezionare tra le 8 colture messe a disposizione in una dimensione massima di 20 ha, generando crediti in funzione dell'acqua utilizzata l'anno precedente.
- Distretto 2: Verrà affidato all'agricoltore 2, il quale avrà la possibilità di selezionare tra le 8 colture messe a disposizione in una dimensione massima di 20 ha e non potrà generare i WWC (Tabella 12).

Tabella 12: Modello di calcolo foglio Distretto 1

Dotazione CBC		20000	Acqua al m3	€ 0,12	UTENTE 1 - Area 1			
- Dotaz. Acqua superficiale		10000			Water credits maturati (WC t)	0		
- Dotaz. Acqua depurata		10000			Water credits in vendita (WC t-1)	7500	valore	
Acquisto acqua supplementare		0			Vendita water credits	0	€ 0,00	
Totale acqua disponibile		20000			Acquisto water credits	0	€ 0,00	
Totale acqua consumata		0	Verifica	OK				
1 - Coltura	-	ha	12		2 - Coltura	-	ha	0
Costo/ha	€ -	totale	€ -		Costo/ha	€ -	totale	€ -
mc/ha	0	totale mc	0		mc/ha	0	totale mc	0
Spesa irrigua	€ -				Spesa irrigua	€ -		
Resa/ha	0	tot resa	-		Resa/ha	0	tot resa	0
Prezzo	€ -	PLV	€ -		Prezzo	€ -	PLV	€ -
Costi totali	€ -	Marg lord	€ -		Costi totali	€ -	Marg lord	€ -
3 - Coltura	-	ha	0		4 - Coltura	-	ha	0
Costo/ha	€ -	totale	€ -		Costo/ha	€ -	totale	€ -
mc/ha	0	totale mc	0		mc/ha	0	totale mc	0
Spesa irrigua	€ -				Spesa irrigua	€ -		
Resa/ha	0	tot resa	0		Resa/ha	0	tot resa	0
Prezzo	€ -	PLV	€ -		Prezzo	€ -	PLV	€ -
Costi totali	€ -	Marg lord	€ -		Costi totali	€ -	Marg lord	€ -
PLV	€ -				Verifica piano terra < 20 ha	OK		12 ha usati
Costi Totali	€ -				acqua	OK		
Margine lordo totale	€ -				Water credits venduti < WC maturati	OK		
Ricavi vendita WaterCredits (+)	€ -							
Costi Acquisto WaterCredits (-)	€ -							
REDDITO AZIENDALE	€ -							

Nota: In rosso parte presente solo nel foglio distretto 1.

Fonte: nostra elaborazione

Agli agricoltori verrà data la possibilità di comunicare tra loro, ma non quella di comunicare con il master di controllo. Al fine di stimolare l'attività degli agricoltori viene previsto l'utilizzo di un insieme di variabili del sistema, che non potranno essere modificate dall'agricoltore ma solo dal master di controllo.

4.2 Raccolta ed elaborazione dati

4.2.1 Variabili di contesto, non controllate dall'imprenditore

Il prototipo prevede la presenza di variabili fisse (costanti) e variabili di sistema. Le variabili del sistema non sono attributi del singolo ma del sistema e sono le seguenti: (Tabella 13).

Tabella 13: Variabili del sistema

Variabili del sistema	
Prezzi di mercato dei prodotti PC	Casuale
Dotazione di acqua WE	20.000-15.000
Contributo distribuzione acqua PW	0,12
Prezzi attribuito al credito Pwwc	Contrattazione

Fonte: nostra elaborazione

Prezzi di mercato dei prodotti - PC

Il valore dei prezzi di mercato dei prodotti che gli agricoltori possono osservare è ottenuto attraverso l'analisi dei prezzi stabiliti dalla Camera di Commercio di Foggia dal 2003 al 2016 (Tabella 14). Questi valori, data la variabilità del valore del denaro, sono stati normalizzati tutti all'anno 2017 affinché la differenza della percezione del valore del denaro non creasse una variazione di prezzi elevata. I valori di ogni singolo prodotti sono stati moltiplicati per il valore dell'anno corrente (Tabella 15).

Tabella 15: Coefficiente di conversione per la determinazione dei prezzi correnti in prezzi reali

Valore di 1 euro riferito al 2017	
2003	1,229 Euro
2004	1,206
2005	1,185
2006	1,162
2007	1,142
2008	1,107
2009	1,099
2010	1,082
2011	1,053
2012	1,022
2013	1,011
2014	1,009
2015	1,010
2016	1,011

Fonte: Istat Elaborazione dati

Al fine di creare un sistema di simulazione che generi un prezzo simile alla realtà, si costruisce una curva gaussiana inversa dei prezzi dalla quale verrà prelevato un valore in maniera casuale.

Successivamente la scelta dei valori viene stabilita attraverso una selezione casuale dei prezzi, andando a variare la probabilità con la quale un determinato prezzo sulla curva si verifica.

Il primo passo è calcolare la media aritmetica dei prezzi così da ottenere la tendenza centrale, ovvero la posizione centrale di un insieme di numeri in una distribuzione statistica dei prezzi ottenuti dal 2003 al 2016 normalizzati al 2017 a causa della variazione del valore della moneta,

$$(\text{Media}) = \sum_{i=1}^n \frac{p_i}{n} \quad (1)$$

Successivamente viene calcolata la **deviazione standard**, che stima quanto i valori si discostino dal valore medio. La deviazione standard utilizza la seguente equazione,

$$(\text{Deviazione Standard}) = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (2)$$

Il valore x corrisponde al valore della media aritmetica mentre n rappresenta la dimensione del campione.

Il valore della probabilità, la media aritmetica e la deviazione standard verranno utilizzati per il calcolo dell'inversa della distribuzione normale affinché si abbia una cifra numerica del valore del prodotto.

I valori della probabilità (corrispondente alla distribuzione normale) vengono ipotizzati al 80% e al 20%. Il primo dato indica la probabilità che il simulatore scelga un valore di prezzo sulla curva dell'inversa della distribuzione normale. Se il dato è pari a 20% il sistema andrà a prelevare un prezzo sulla curva pari al 20% del valore di mercato del prodotto.

Lo scopo di tutto ciò è generare valori casuali dei prezzi di mercato, da una curva di distribuzione inversa alla normale o identificata anche gaussiana inversa. Essa corrisponde all'inversa della distribuzione normale cumulativa per la media e la deviazione standard. Inserendo l'equazione si otterranno due numeri corrispondenti al valore scelto al prodotto (Tabella 16).

Tabella 16: Valori della media aritmetica, deviazione standard e inversa della distribuzione normale

MEDIA	dev.st	INV.NORM.N(probabilità;media;dev.st)			
€ 27,98	6,29	€ 42,62	€ 24,68		
€ 19,84	3,20	€ 27,29	€ 18,16		
€ 80,44	25,82	€ 140,50	€ 66,90		
€ 155,32	56,28	€ 286,25	€ 125,81	Probabilità	0,99
€ 39,85	7,68	€ 57,71	€ 35,83	Probabilità	0,3
€ 41,68	6,68	€ 57,22	€ 38,18		
€ 64,98	28,90	€ 132,20	€ 49,83		
€ 28,03	4,35	€ 38,16	€ 25,75		
€ 26,27	3,78	€ 35,07	€ 24,28		
€ 36,97	6,14	€ 51,25	€ 33,75		
€ 39,49	6,97	€ 55,71	€ 35,83		
€ 29,66	7,04	€ 46,04	€ 25,96		
€ 27,78	3,85	€ 36,74	€ 25,76		
€ 42,23	10,01	€ 65,52	€ 36,98		
€ 28,19	5,06	€ 39,96	€ 25,54		
€ 26,50	4,90	€ 37,90	€ 23,93		
€ 39,58	9,62	€ 61,97	€ 34,53		
€ 21,79	4,50	€ 32,25	€ 19,43		
€ 25,01	7,20	€ 41,75	€ 21,23		
€ 10,02	2,59	€ 16,04	€ 8,66		
€ 25,47	6,96	€ 41,67	€ 21,82		
€ 27,45	7,99	€ 46,04	€ 23,26		
€ 49,52	10,01	€ 72,81	€ 44,27		
€ 43,55	8,59	€ 63,53	€ 39,05		

Fonte: nostra elaborazione

La variazione dei prezzi di mercato viene stabilita e gestita dal master di controllo attraverso l'utilizzo di una macro (Tabella 17).

Tabella 17: Variazione dei prezzi delle colture a disposizione

Prezzo	Copia Valore	Scelta Valori	Valore casuale
€ 24,68	0	1	0,65
€ 16,04	1	0	0,43
€ 49,83	0	0	0,31
€ 125,81	0	0	0,00
€ 44,27	0	1	0,94
€ 23,26	0	1	0,88
€ 63,53	1	0	0,07

Fonte: nostra elaborazione

Dato la presenza di due valori estratti dall'equazione dell'inversa della normale, verrà utilizzato un simulatore di numeri 0 e 1. Se il sistema estrae un valore 1 apparirà il valore scelto corrispondente al 80%, viceversa se estrae il valore 0 apparirà il valore equivalente al 20%. (Figura 9). Queste informazioni fornite dal sistema all'agricoltore, non potranno essere modificate se non da master di controllo. Nel rispetto dei postulati dell'economia neoclassica, gli agricoltori coinvolti nella simulazione avranno sempre lo stesso livello di informazioni ed omogeneità di dimensione aziendale.

Dotazione di acqua WE

Ogni agricoltore avrà a disposizione 20.000 m³ di acqua distribuita dal Consorzio per la Bonifica della Capitanata per i primi 10 cicli. Successivamente la disponibilità viene ridotta del 25% quindi a 15.000 m³, simulando un periodo di scarsità d'acqua.

Contributo dotazione acqua

L'impossibilità di prendere in considerazione la divisione del contributo in scaglioni in base al quantitativo in m³ di acqua utilizzata, rende difficile l'analisi delle numerose variabili coinvolte. Si è dunque preferito svolgere l'analisi accorpendo le tre fasce in un'unica quota pari a 12 cent al m³. Tale quota è valida per entrambe le aziende presenti nei distretti.

Prezzo dei WasteWaterCredit

Il valore dei crediti viene stabilito attraverso la contrattazione tra gli agricoltori. Chi li detiene avrà la possibilità di chiedere una disponibilità maggiore di acqua, (l'acqua derivante dal riscatto dei WWC dovrà sempre essere tener conto del contributo di distribuzione attuato dal CBC). Il numero di crediti generati è pari al quantitativo di acqua utilizzata dall'agricoltore del distretto 1.

Questi crediti hanno un valore annuale e potranno essere utilizzati nell'anno successivo alla generazione.

4.2.2 Scelte dell'imprenditore

Oltre alle variabili fisse sono presenti le variabili delle scelte affidate agli agricoltori ed esse sono: (Tabella 18).

Tabella 18: Variabili soggette a modificazioni da parte dell'agricoltore

Agente	Agricoltore 1	Agricoltore 2
Size	20 ha	20 ha
Water	20.000 m ³	20.000 m ³
Ordinamento Colturale	- Grano duro - Pomodoro da industria - Carciofo - Asparago - Olivo da olio - Vite da vino - Cece - Maggese	- Grano duro - Pomodoro da industria - Carciofo - Asparago - Olivo da olio - Vite da vino - Cece - Maggese
Reflue	[0-10] (t 1)	0
Profitto	PLV - Costi	PLV - Costi
WasteWaterCredit	Reflue a t-1	0

Fonte: nostra elaborazione

Ogni azienda avrà a sua disposizione 20 ettari che potranno essere utilizzate senza la presenza di vincoli di condizionalità e di Greening. La stessa disponibilità di acqua è identica per entrambe le aziende e il contributo di distribuzione è pari a 0,12 euro al m³ e non varia tra i due distretti. Ogni agricoltore può scegliere diverse tipologie di colture irrigue e non irrigue tra quelle elencate in Tabella 19.

Tra le colture irrigue a disposizione si ha il pomodoro da industria, il carciofo per usi industriale, l'asparago, l'olivo da olio, la vite da vino mentre tra le colture seccagne si ha il frumento duro e il cece.

Nel rispetto del postulato dell'economia neoclassica riguardante l'omogeneità di informazioni, ad entrambi gli agricoltori vengono fornite tutte le informazioni necessarie per decidere quale tipologia di coltura scegliere. Per

ogni coltura vengono forniti i dati relativi ai costi per l'impianto ad ettaro, la quantità prodotta in quintali e il prezzo di vendita. (Tabella 19).

Tabella 19: Colture selezionate ai fini di analisi.

Coltura	mc	Costo ha	Quantità	Prezzo
-				
Grano duro	0	€ 700,00	45	€ 24,68
Pomodoro lungo	5000	€ 8.000,00	800	€ 16,04
Carciofo annuale	6000	€ 12.000,00	150	€ 49,83
Asparago	6000	€ 6.000,00	70	€ 125,81
Olivo olio	2000	€ 2.000,00	60	€ 44,27
Vite vino	3000	€ 4.000,00	300	€ 23,26
Cece	0	€ 550,00	30	€ 63,53

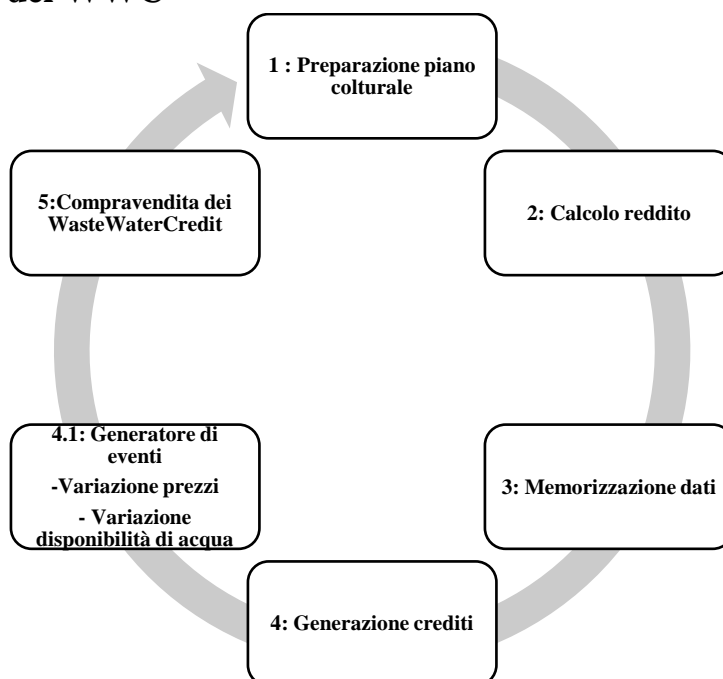
Fonte: nostra elaborazione

L'obiettivo dell'agricoltore è quello di massimizzare il reddito scegliendo tra le varie colture messe a disposizione.

4.3 Fasi del flusso del prototipo

Il prototipo si svolgerà in 5 fasi consecutive al fine di analizzare l'accettabilità di mercato dell'agricoltore (Figura 4):

Figura 4: Fasi del ciclo di una campagna agricola nel sistema di simulazione dei WWC



Fonte: nostra elaborazione

- La prima fase corrisponde alla preparazione del piano colturale. Ogni agricoltore potrà scegliere la tipologia di coltura e gli ettari destinati a tale coltura in funzione della disponibilità di acqua e alla dimensione della azienda (20 ha).
- Conclusa la fase di preparazione del piano colturale inizia la seconda fase che coincide con il calcolo del reddito, effettuato automaticamente dal sistema di simulazione.
- Qui si conclude l'anno agrario e i dati ottenuti verranno memorizzati dal master di controllo all'interno del Quadro di Controllo.
- La quarta fase corrisponde alla generazione dei WWC, calcolati in base al quantitativo di acqua reflua depurata e utilizzata dall'agricoltore presente nel distretto 1.
- L'ultima fase è quella della compravendita, durante la quale gli agricoltori potranno cedere o ad acquistare i WWC.

In tutte le fasi di simulazione gli agricoltori potranno comunicare tra loro.

Le simulazioni delle compagnie agricole si ripeteranno per 15 cicli, da cui i primi 5 sono di training cioè di adattamento dell'agricoltore all'utilizzo del prototipo. Seguono altri 10 cicli nel corso dei quali verrà utilizzato il sistema di generatore di eventi. Il prototipo modificherà il prezzo di mercato cercando di simulare la volatilità dei prezzi di mercato, in turni prestabiliti per entrambe le simulazioni (Turni 6 – 8 -10 -14). Inoltre verrà introdotta una riduzione della risorsa idrica, simulando un evento di carenza di acqua, dal ciclo numero 10 al 15, riduzione della disponibilità fornita dal CBC da 20.000 a 15.000 m³. (Tabella 20).

Tabella 20: Simulazione eventi

Turno	Eventi		
	Training	Volatilità di mercato	Crisi idrica
1	x		
2	x		
3	x		
4	x		
5	x		
6		x	
7			
8		x	
9			
10		x	x
11			x
12			x
13			x
14		x	x
15			x

Fonte: nostra elaborazione

Per ogni fase del prototipo verrà monitorata la sensibilità dell'agricoltore alla presenza delle acque reflue depurate ai fini dell'attività di tesi.

5 Risultati

5.1 Evoluzione del reparto colturale nelle zone con e senza acque reflue

Per ottenere dati significativi, sono state effettuate due simulazioni con due agronomi/agricoltori per simulazione.

L'accettabilità di mercato delle acque reflue è stata analizzata attraverso la registrazione del comportamento dell'intera simulazione per analizzare come gli agricoltori si pongono dinanzi alla presenza delle acque reflue depurate.

Sono state riportate le domande, i commenti e le interazioni che gli agricoltori sono scambiati tra loro. Inoltre è stato registrato il quantitativo di acque reflue depurate che l'agricoltore presenta nel distretto 1 utilizzato.

In entrambe le simulazioni gli agricoltori sono stati registrati prima dell'utilizzo delle acque reflue, durante e al termine della simulazione. Nel primo caso, dopo aver mostrato il prototipo e fornito le informazioni relative alla presenza di due distretti di acque reflue depurate sono sorte solo tre domande.

Le prime domande, sorte ad entrambi gli agricoltori della prima simulazione, si riferiscono ai prezzi di mercato dei prodotti (commodity), alla volatilità del mercato e alle eventuali ripercussioni derivanti dall'utilizzo delle acque reflue (incertezza). Da queste domande si è dedotto un elevato livello di incertezza circa l'utilizzo delle acque reflue depurate. Queste domande sono state fondamentali per capire se l'incertezza degli agricoltori potrà essere superata, raggiungendo un'accettabilità elevata grazie ai WWC, o meno.

Nella seconda prova è stata registrata nelle fasi iniziali solo la domanda relativa alla volatilità di mercato.

Risulta fondamentale considerare che, dopo aver posto le domande iniziali, nessun agricoltore ha posto domande relative alla qualità e alla conformità di legge sulle acque reflue depurate. La mancanza di domande da parte

dell'agricoltore quindi ha dato conferma di un mancato interesse sulla tipologia di acqua utilizzata.

Successivamente gli agricoltori hanno posto domande di natura tecnica circa la tipologia di distribuzione delle acque reflue depurate, cioè se le due tipologie di acque potessero essere separate in due condotte e non miscelate.

Durante i primi 5 cicli, gli agricoltori hanno interagito in entrambi i casi utilizzando la disponibilità massima di acqua concessa, mostrando un livello di accettabilità delle acque reflue molto alto e generando a loro volta il quantitativo massimo di WWC.

Durante i cicli che vanno da 6 al 15, lì dove compaiono le variazioni dei prezzi e la riduzione della disponibilità di acqua, gli agricoltori all'interno del distretto 1 hanno utilizzato tutta l'acqua a disposizione generando il massimo dei crediti. In entrambi i casi l'agricoltore del distretto 1 non ha venduto i crediti, mantenendo la possibilità di avere una disponibilità di acqua maggiore rispetto all'agricoltore presente nel distretto 2.

Al termine della simulazione gli agricoltori hanno mostrato un'accettabilità massima ad utilizzare l'acqua reflua depurata soprattutto grazie alla presenza dei WWC.

5.2 Evoluzione del valore dei WWC scambiati dall'agricoltore

Nelle due prove di simulazione per quanto riguarda il comportamento verso l'utilizzo dei WasteWaterCredit sono stati ottenuti risultati simili tra loro. In entrambe le simulazioni il mercato dei WWC non è partito nonostante ci siano state delle offerte.

Primo caso studio

IL primo caso studio è stato effettuato tramite l'attività di simulazione di due agricoltori. Essi dopo aver scelto la tipologia di azienda hanno riportato i seguenti dati. (Tabella 21).

Tabella 21: Contrattazione nei diversi turni simulazione 1

Turno	Offerte	Accettate (A) / Rifiutato (R)	Crediti Generati (t)	Crediti Utilizzati (t-1)	Crediti Persi (t-1)
1	0	R	5.000	0	0
2	0	R	9.000	5.000	0
3	0	R	10.000	9.000	0
4	0	R	10.000	10.000	0
5	0	R	10.000	10.000	0
6	0,25	A- 500 WWC	10.000	10.000	0
7	0	R	10.000	10.000	0
8	0	R	10.000	10.000	0
9	0	R	10.000	1.000	9000
10	0	R	10.000	10.000	0
11	0	R	7.500	10.000	400
12	0	R	7.500	7.500	300
13	0	R	7.500	7.500	300
14	0	R	7.500	7.500	300
15	0	R	7.500	7.500	300
16	0	R	7.500	7.500	300

Fonte: nostra elaborazione

Nella prima simulazione l'azienda 1 ha generato dei crediti d'acqua pari al massimo del numero di crediti potenziali che poteva generare mostrando una volontà a massimizzare il reddito, non considerando la tipologia di acqua.

Nelle fasi di contrattazione di ogni ciclo dei crediti l'azienda 1 non ha venduto i WWC tranne in un turno (6) dove ha ceduto i crediti all'agricoltore 2. Nel turno 6 l'agricoltore 1 ha deciso di vendere i propri crediti all'azienda 2, ma ciò ha generato una notevole riduzione di reddito che ha bloccato tutte le successive contrattazioni dei WWC. Nel turno 9 non sono stati utilizzati 9000 WWC, a seguito la perdita di 400 WWC al turno 11 e di 300 WWC per i turni che vanno dal 12 al 16.

L'azienda 1 ha mostrato quindi un'accettabilità di mercato molto alta, dovuta proprio alla volontà di generare i WWC ed utilizzarli all'interno dell'azienda stessa (Tabella 22).

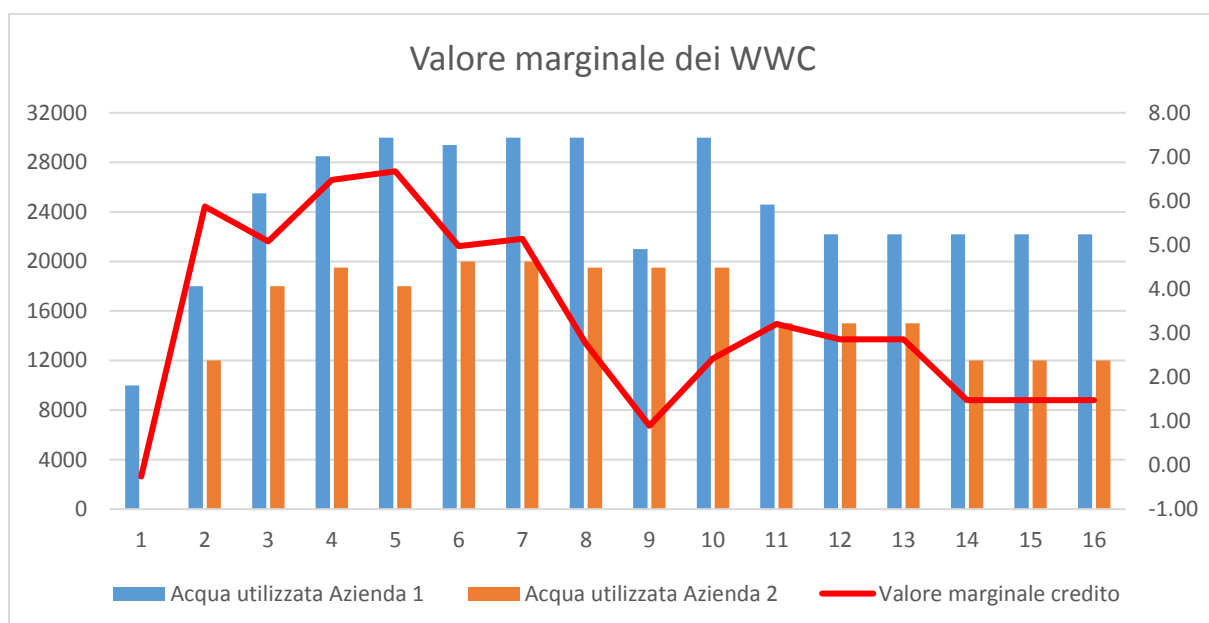
Tabella 22: Quadro di controllo simulazione 1

AZ 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Acqua utilizzata	10000	18000	25500	28500	30000	29400	30000	30000	21000	30000	24600	22200	22200	22200	22200	22200
Crediti generati (t-1)	5000	9000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	7500	7500	7500	7500	7500	7500
Crediti venduti (t)	0	5000	9000	10000	10000	500	10000	10000	10000	10000	10000	7500	7500	7500	7500	7500
Prezzo crediti venduti	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Credi Acquistati (t)	0	5000	9000	10000	9500	10000	10000	10000	10000	10000	7500	7500	7500	7500	7500	7500
Prezzo crediti acquistati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reddito aziendale	€ 21.314	€ 82.134	€ 98.195	€ 114.683	€ 119.599	€ 105.916	€ 107.757	€ 66.899	€ 51.614	€ 66.899	€ 46.096	€ 43.499	€ 43.499	€ 43.499	€ 43.499	€ 43.499
AZ 3 - ZONA 2																
Acqua utilizzata	0	12000	18000	19500	18000	20000	20000	19500	19500	19500	15000	15000	15000	12000	12000	12000
Crediti generati (t-1)																
Crediti venduti (t)																
Prezzo crediti venduti																
Credi Acquistati (t)	0	0	0	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prezzo crediti acquistati	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reddito aziendale	€ 22.607	€ 29.291	€ 47.358	€ 49.947	€ 52.888	€ 56.215	€ 56.340	€ 39.270	€ 42.652	€ 42.715	€ 22.057	€ 22.057	€ 22.057	€ 32.457	€ 32.457	€ 32.457

Fonte: nostra elaborazione

I WWC quindi assumono un valore marginale importante per gli agricoltori (Figura 5).

Figura 5: Variazione valore marginale dei WWC



Nota: Sulle ascisse numero cicli, sulle ordinate metri cubi di acqua utilizzata dalle due aziende

Fonte: nostra elaborazione

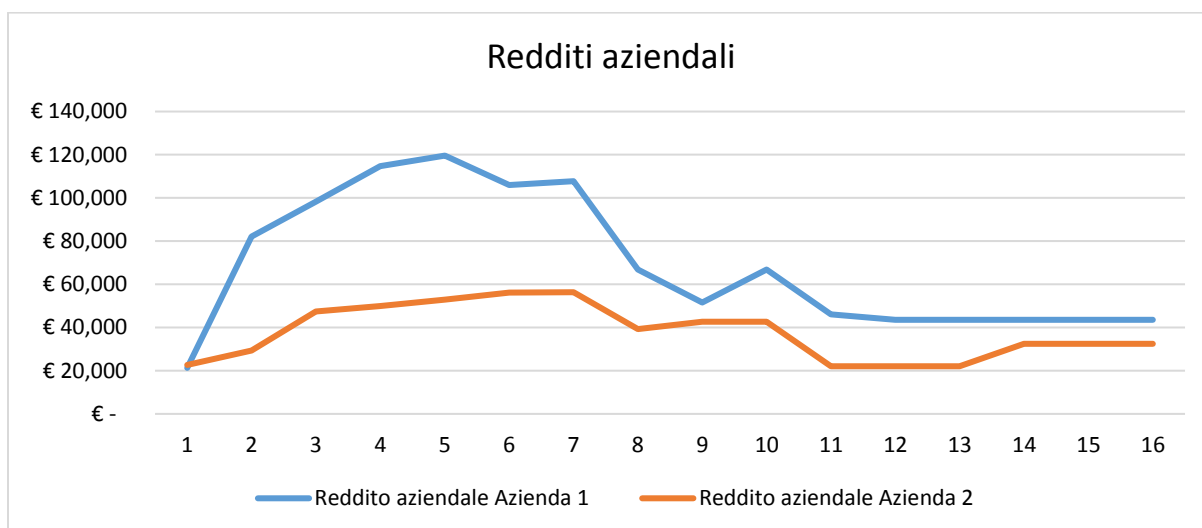
Il valore marginale dei WasteWaterCredit, mostrato nello schema, corrisponde alla differenza del reddito dell'azienda 1 e dell'azienda 2 diviso il numero di crediti generati.

Il credito nella fase iniziale, data l'assenza di crediti, è pari a zero. Successivamente aumenta il suo valore fino a superare i 6 euro al WWC. Ciò

indica che il WWC possiede un valore ombra, cioè il valore di un bene calcolato senza tener conto del reale valore monetario che esso può assumere nell'ambito della libera contrattazione di mercato. Esso viene calcolato solo in condizione di concorrenza perfetta e, in genere, non coincide mai con il valore di mercato di tale bene.

A seguire il grafico che mostra la differenza tra i redditi. La presenza dei crediti comporta un aumento significativo del reddito dell'agricoltore 1 rispetto all'agricoltore 2, in tutte le fasi di utilizzo dei WWC ha portato ad una percezione positiva dell'acqua reflua depurata (Figura 6).

Figura 6: Differenza dei redditi aziendali Prova numero 1



Nota: Sulle ascisse numero sono presenti i cicli di simulazione, sulle ordinate il valore in euro dei redditi.

Fonte: nostra elaborazione

La presenza dei WasteWaterCredit, anche in una fase sfavorevole del mercato genera sempre un reddito maggiore rispetto all'azienda che non li utilizza, favorendo il miglioramento paretiano. La migliore performance dell'azienda 1 a fine simulazione ha spinto l'azienda 2 a richiedere la possibilità di avere in dotazione le acque reflue depurate per generare i WWC.

Secondo Caso studio

Nel secondo caso di studio i dati ottenuti sono simili alla prima simulazione, andando quindi a confermare la volontà degli agricoltori di utilizzare le acque reflue depurate. Un'importante differenza rispetto alla prima simulazione è il numero di richieste dell'azienda 2 per comprare i WWC. Infatti l'azienda 2 ha effettuato 5 proposte raggiungendo valore pari a 1.40 euro al WWC. Questi dati sono di notevole importanza poiché rappresentano il valore che l'agricoltore assegna a una disponibilità maggiore di acqua. Nonostante le offerte, l'azienda 1 presente all'interno del distretto 1 non ha accettato in nessun turno le offerte effettuate dall'azienda 2, presente all'interno del distretto 2. Da ciò si evince che l'azienda 1 desidera una disponibilità di acqua maggiore, sia che si tratti di acqua reflua depurata o di acqua superficiale, mostrando un'accettabilità di mercato molto alta (Tabella 23).

Tabella 23: Contrattazione nei diversi turni simulazione 2

Turno	Offerte	Accettate (A) / Rifiutato (R)	Crediti Generati (t)	Crediti Utilizzati (t-1)	Crediti Persi (t-1)
1	0,75	R	10.000	0	0
2	0	R	10.000	5.000	0
3	1,00 1,35	R R	10.000	9.000	0
4	1,40	R	10.000	10.000	0
5	0	R	10.000	10.000	0
6	0	R	10.000	10.000	0
7	0	R	10.000	10.000	0
8	0	R	10.000	10.000	0
9	0,70	R	10.000	10.000	0
10	0	R	10.000	10.000	0
11	0	R	7.500	9.960	40
12	0	R	7.500	7.500	0
13	0	R	7.500	7.500	0
14	0	R	7.500	7.500	0
15	0	R	7.500	7.500	0
16	0	R	7.500	7.500	0

Fonte: nostra elaborazione

Nella seconda simulazione l'azienda 1 ha generato il massimo del numero di crediti potenziali che poteva generare mostrando una volontà a massimizzare il reddito, anche in questo caso, non considerando la tipologia di acqua. Nelle fasi

di contrattazione di ogni ciclo dei crediti l'azienda 1 non ha venduto in nessun turno i WWC ma li ha utilizzati tutti (Tabella 24).

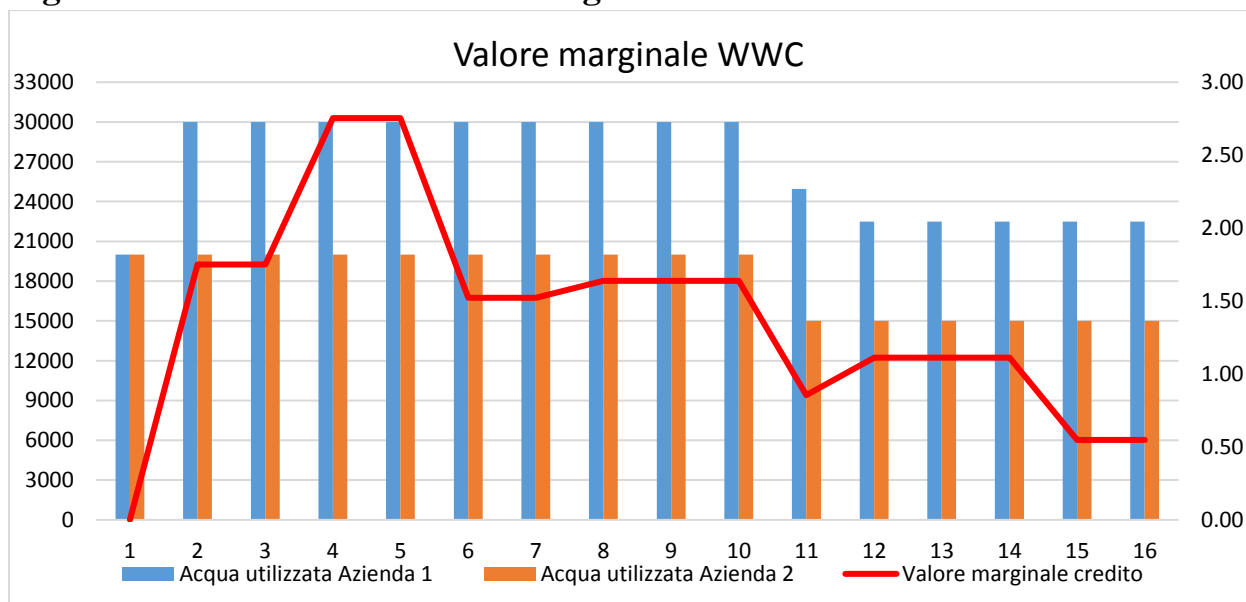
Tabella 24: Quadro di controllo simulazione 2

AZ 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Acqua utilizzata Azienda 1	20000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	30000	24960	22500	22500	22500	22500	22500	
Crediti generati (t-1)	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	7500	7500	7500	7500	7500	7500	
Crediti venduti (t)	0	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	7500	7500	7500	7500	7500	
Prezzo crediti venduti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Credi Acquistati (t)	0	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	7500	7500	7500	7500	7500	
Prezzo crediti acquistati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reddito aziendale Azienda 1	€ 39.039	€ 58.628	€ 58.628	€ 68.658	€ 68.658	€ 65.139	€ 65.139	€ 68.658	€ 68.658	€ 68.658	€ 39.043	€ 40.965	€ 40.965	€ 40.965	€ 31.792	€ 31.792	€ 855.385
					p	p	ph										
AZ 3 - ZONA 2																	
Acqua utilizzata Azienda 2	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	
Crediti generati (t-1)																	
Crediti venduti (t)																	
Prezzo crediti venduti																	
Credi Acquistati (t)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Prezzo crediti acquistati	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reddito aziendale Azienda 2	€ 39.025	€ 41.117	€ 41.117	€ 41.117	€ 41.117	€ 49.916	€ 49.916	€ 52.261	€ 52.261	€ 52.261	€ 32.626	€ 32.626	€ 32.626	€ 32.626	€ 27.684	€ 27.684	€ 645.983

Fonte nostra elaborazione

L'azienda 1 ha mostrato in tutti i cicli di simulazione un' accettabilità di mercato molto alta, considerando che è stata utilizza tutta la disponibilità di acqua concessa dal CBC e dall'utilizzo dei WasteWaterCredit. A seguire il grafico che fa riferimento al valore marginale dei WWC della seconda simulazione (Figura 7).

Figura 7: Variazione del valore marginale dei WWC



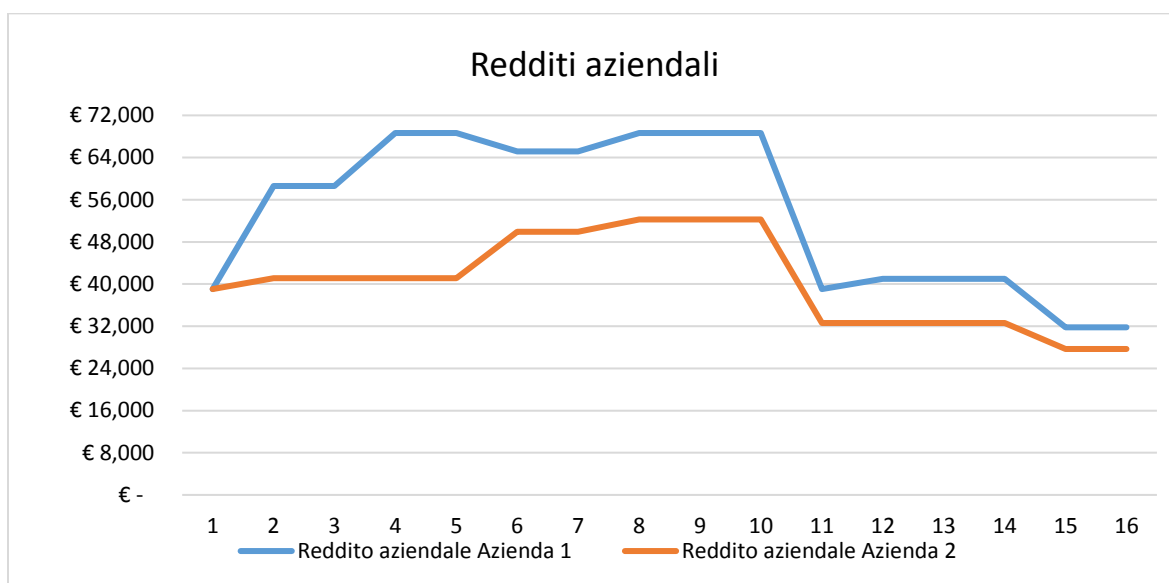
Note: Sulle ascisse numero cicli, sulle ordinate metri cubi di acqua utilizzata dalle due aziende

Fonte: nostra elaborazione

In questa simulazione il credito ha raggiunto un valore ombra molto elevato rispetto al valore del contributo di distribuzione dell'acqua del CBC, mostrando un notevole valore economico per l'agricoltore della risorsa idrica.

Anche nella seconda simulazione, la presenza dei WWC ha portato un aumento del reddito dell'agricoltore in tutti i cicli di simulazione, sia in condizioni di mercato sfavorevoli sia in situazioni di carenza idrica (Figura 8).

Figura 8: Differenza dei redditi aziendali Prova numero 2



Nota: Sulle ascisse numero sono presenti i cicli di simulazione, sulle ordinate il valore in euro dei redditi.

Fonte: nostra elaborazione

Infine l'accettabilità di mercato, anche nella seconda simulazione, è stata massima grazie all'utilizzo delle acque reflue depurate poiché la generazione dai WWC ha portato una disponibilità di acqua maggiore, quindi la possibilità di coltivare colture irrigue ad altro reddito.

5.3 Sintesi

L'attività ha permesso di far luce sulle principali barriere socio-tecniche che hanno impedito l'utilizzo su larga scala delle acque reflue depurate in agricoltura. L'analisi delle barriere socio-tecniche è stata effettuata tramite l'utilizzo di un sistema di simulazione di campagne agrarie che introduceva

l'obbligo di utilizzo delle acque reflue depurate, a norma di legge, ad alcuni agricoltori.

In una prima fase di analisi della normativa delle acque reflue europee e nazionale sono state esaminate le opportunità e minacce nell'impiego irriguo delle acque reflue depurate allo scopo di costruire un sistema che fosse in grado di abbattere le barriere di una mancata accettabilità da parte degli agricoltori. Al fine di conoscere il livello di accettabilità di mercato degli agricoltori è stato strutturato un prototipo di simulazione di campagne agrarie interattivo. Nelle simulazioni sono stati coinvolti, per simulazione, 2 agricoltori a cui si è arrogato il compito di decidere se utilizzare o meno le acque reflue depurate. L'accettabilità di mercato è stata dunque analizzata sia a partire dai risultati ottenuti dalla simulazione che dai commenti e domande che gli agricoltori hanno avanzato.

Nella prima fase, alla presentazione del prototipo gli agricoltori hanno effettuato una serie di domande incentrate sul valore di mercato dei prodotti e sulla volatilità dei mercati mostrando un basso interesse sulla tipologia di acqua utilizzata. Inoltre l'introduzione dei WasteWaterCredit, sistema di crediti d'acqua dove l'utilizzo reale di un metro cubo di acqua genera un WWC, vendibile o utilizzabile nella stagione agricola successiva riscattando m³ di acqua in più rispetto alla disponibilità assegnata dall'ente di distribuzione, ha permesso di analizzare come il fattore acqua sia importante per l'agricoltore e come una maggiore disponibilità, indipendente dalla tipologia, sia richiesta dall'agricoltore. Durante le fasi di simulazione, a partire dal quantitativo di acqua reflua depurata utilizzata, si è dimostrato una ridottissima resistenza all'impiego di acque reflue depurate. Gli agricoltori dopo aver compreso il sistema di simulazione, hanno preso in considerazione la possibilità di scambiare i WWC.

In seguito il sistema WWC ha permesso, all'azienda che genera i WWC, il raggiungimento di un miglioramento paretiano del reddito andando a

compensare le esternalità positive che l'agricoltore, utilizzando le acque reflue depurate, sostiene.

Durante la simulazione sono emersi valori di WWC molto elevati, scarsamente raffrontabili alla situazione reale (gravata da molti vincoli) e pertanto questo potrebbe aver impedito ai 2 agricoltori di contestualizzare le scelte in base alle loro percezioni.

Infine dall'attività si è dedotto che l'accettabilità delle acque reflue depurate è massima se relazionata sia all'introduzione di un sistema che premia gli agricoltori virtuosi, quali i WWC, e sia alla possibilità di vendere il prodotto senza ripercussioni.

6 Discussione e Conclusioni

Nelle nuove politiche di economia circolare, il riutilizzo delle acque non convenzionali come le acque reflue depurate può effettivamente contribuire a ridurre il divario tra la crescente domanda di acqua degli agricoltori e la disponibilità di acqua sempre più ridotta, specialmente in territori semiaridi come la Puglia.

Il riutilizzo delle acque si propone come una concreta soluzione non solo quando la siccità o la scarsità strutturale dell'acqua rende impossibile la realizzazione o il completamento di una campagna agricola ma anche in condizioni di disponibilità di acqua.

Per riutilizzare la risorsa idrica, l'accettabilità sociale rappresenta il punto di partenza per garantire il successo di un progetto di riutilizzo e per scongiurare l'eventuale rischio di investimenti onerosi per la costruzione di impianti di depurazione, che non porterebbero a risultati economici positivi.

L'accettabilità di mercato è poi la base da cui partire per affrontare il tema dell'accettabilità sociale circa l'utilizzo di acque non convenzionali. L'accettabilità sociale è molto complessa da analizzare poiché può essere influenzata da molti fattori tra cui, ad esempio, la percezione del singolo per la risorsa.

L'attività di ricerca condotta, ha fatto luce sul modo in cui gli agricoltori recepiscono le acque reflue depurate. Infatti, da quanto si è potuto osservare, a partire dai due casi studio, è emerso il grado di consapevolezza degli agricoltori circa l'importanza della disponibilità di una risorsa idrica maggiore e di come questo incida sul reddito.

Gli agricoltori a fine simulazione hanno osservato la differenza di reddito dovuto ai WWC, mostrandosi ben disposti a generare i WWC dato la loro disponibilità di acqua reflua depurata e la possibilità di ottenerne in quantitativi maggiori. D'altra parte è emerso la maggiore attenzione degli agricoltori al reddito più che alla tipologia di acqua fornita.

Inoltre la presenza dei WasteWaterCredit è la chiave di volta della accettabilità di mercato, in quanto in grado di consentire all'agricoltore di superare, gli eventuali problemi di opposizione. I WWC andrebbero a ricompensare l'agricoltore per l'esternalità positive.

Questa attività di ricerca rappresenta solo l'inizio della gestione delle acque reflue depurate dato che oltre all'accettabilità degli agricoltori, bisogna tener conto dell'accettabilità di altri stakeholder interessati come il C.B.C., l'A.Q.P., le industrie e le GDO. Infine resta da superare l'ostacolo dell'accettabilità dei consumatori: un mancato acquisto del prodotto comporterebbe la fine della filiera dei prodotti irrigati con l'acqua reflua depurata. In un sistema di filiera servirebbe, quindi, confermare l'accettabilità in tutti i stakeholder. La vendita del prodotto dovrebbe essere favorita e non ostacolata dato che l'acqua reflua depurata è un tipo di acqua controllata e monitorata giornalmente a differenza degli invasi privati di pozzi e fiumi.

L'accettabilità può essere ulteriormente stabilizzata fornendo certificati di qualità, ad esempio il marchio Water Saving per i prodotti agricoli ottenuto utilizzando acque reflue trattate o acquistando i WasteWaterCredit al fine di diffondere un sistema eco-sostenibile di economia circolare.

Quindi la sensibilizzazione e l'educazione dell'agricoltore e del consumatore sono fondamentali per superare le barriere socio-tecniche a tal punto da cambiare la percezione pubblica. Tali campagne di sensibilizzazione devono essere organizzate dagli agricoltori sensibilizzando l'intera comunità. Alla luce di questo lavoro l'utilizzo delle acque reflue depurate in agricoltura non sarebbe solo fonte di una maggiore disponibilità di acqua ma consentirebbe anche un recupero di energie, (produzione di energia elettrica, per digestione anaerobica dei fanghi di depurazione) e in ultimo una riduzione sia di emissione dei gas serra sia dell'inquinamento.

Ringraziamenti

A conclusione di questo lavoro di tesi, è doveroso porre i miei più sentiti ringraziamenti alle persone che ho avuto modo di conoscere in questo importante percorso della mia vita e che mi hanno aiutato a crescere sia dal punto di vista professionale che umano.

Mi è difficile in poche righe ricordare tutte le persone che hanno contribuito a rendere migliore questa fase della mia vita.

Ringrazio gli agricoltori che hanno mostrato interesse e volontà a partecipare alle simulazioni. Vorrei ringraziare il prof. Lopolito e il prof. Prospero, rispettivamente relatore e co-relatore di questo lavoro di tesi di laurea magistrale oltre che per l'aiuto fornitomi in tutti questi anni e le grandi conoscenze che mi hanno trasmesso, per la disponibilità che mi hanno offerto per tutto il periodo di stesura ma soprattutto per la passione che mi hanno tramandato verso questa tematica a me cara.

Inoltre, vorrei esprimere la mia sincera gratitudine ai miei compagni di corso, per i numerosi consigli durante la ricerca. Infine, ho desiderio di ringraziare con affetto la mia famiglia per il sostegno ed il grande aiuto che mi hanno dato ed in particolare la mia ragazza per essermi stata vicino ogni momento durante questi anni di lavoro.

Se ho raggiunto questo traguardo lo devo anche alla continua presenza di voi tutti, per avermi fatto capire che potevo farcela, incoraggiandomi a non arrendermi mai.

Diego

Bibliografia

- Arpa Puglia – (2018) Piano di monitoraggio dei corpi idrici superficiali della regione Puglia, Programma di Monitoraggio per il triennio 2016-2018
- Arpa Puglia – (2015) Servizio di monitoraggio superficiali della regione Puglia, Monitoraggio Operativo, Relazione di riallineamento Anno 2015
- Assefa G., (2007), - Social sustainability and social acceptance in technology assessment: A case study of energy technologies. *Technology in Society*, Volume 29, Issue 1, January 2007, Pages 63-78
- Basnyat S. et al, (2007),- Formal socio-technical barrier modelling for safety-critical interactive systems design *Safety Science*, Volume 45, Issue 5, June 2007, Pages 545-565
- Bell M. et al, (2014), - Socio-technical barriers to the use of energy-efficient timber drying technology in New Zealand, *Energy Policy*, Volume 67, April 2014, Pages 747-755
- Benjamin K. et al. (2011)- The socio-technical barriers to Solar Home Systems (SHS) in Papua New Guinea: “Choosing pigs, prostitutes, and poker chips over panels” *Energy Policy*, Volume 39, Issue 3, March 2011, Pages 1532-1542
- Biavati et al. (2008)- *Microbiologia ambientale – Depurazione biologica delle acque* – pag 539 – 580
- Borin M. (2003)– *Fitodepurazione, Soluzione per il trattamento dei reflui con le piante, Edagricole*,
- Cecchetti – (2008) - *Riutilizzo delle acque reflue fito-depurate in agricoltura. ISPRA.*
- Cecere, G., Corrocher, N., Mancusi, M.L., 2016. *Financial Constraints and Public Funding for Eco-innovation: Empirical Evidence on European SMEs (No. def046)*. Università Cattolica del SacroCuore, Dipartimenti e Istituti di ScienzeEconomiche (DISCE).
- CORTE DEI CONTI EUROPEI, (2015) *Il finanziamento dell’UE agli impianti di trattamento delle acque reflue urbane nel bacino idrografico danubiano: occorrono ulteriori sforzi per aiutare gli Stati membri a conseguire gli obiettivi della politica dell’UE in materia di acque reflue.*
- D’Arcangelo G. (2005)- *Acque reflue della Capitanata, La sperimentazione di Trinitapoli, Consorzio per la Bonifica della Capitanata quaderni, Claudio Granzi Editore*
- D.lgs. 152/2006 DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 *Norme in materia ambientale.*

- DECRETO MINISTERIALE 12 giugno 2003, n. 185 «Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152». (G.U. 23 luglio 2003, n. 169).
- Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000. Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque
- Direttiva 2003/87/CE del parlamento europeo e del consiglio del 13 Ottobre 2003, che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio.
- Elser J., et al., (2011),- A broken biogeochemical cycle. Article in Nature, 478(7367), 29–31 October 2011
- Pescod, M.B. (1992) Wastewater treatment and use in agriculture. Other. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. Gallerani V. - McGraw Hill Manuale di estimo, Seconda edizione, Economia.
- Grillo N. et al. (2011)- Fitodepurazione, Come sistema di trattamento delle acque reflue, Geva edizione
- Gupta, H., & Barua, M. K. (2018). A framework to overcome barriers to green innovation in SMEs using BWM and Fuzzy TOPSIS. Science of The Total Environment, 633, 122–139.
- Hartling, E.C., (2001). Laymanization –an engineer's guide to public relations. Water Environ. Technol. 13 (4), 45–48.
- Hojnik, J., Ruzzier, M., 2016. Drivers of and barriers to eco-innovation: a case study. International Journal of Sustainable Economy 8 (4), 273–294
- ISPRA (2016) Pesticides in water Italian monitoring 2016. Institute for Environmental Protection and Research Reports 289/2018
- Istat - (2017): Focus- giornata mondiale dell'acqua - 22 marzo 2017.
- Joberta A. et al, (2007), - Local acceptance of wind energy: Factors of success identified in French and German case studies. Energy Policy, Volume 35, Issue 5, May 2007, Pages 2751-2760
- Lopez A. et Vurro M., (2008),- Planning agricultural wastewater reuse in southern Italy: The case of Apulia Region. Desalination, Volume 218, Issues 1–3, 5 January 2008, Pages 164-169
- Lopolito et al. (2014) Potenzialità e sostenibilità socio-economica e ambientale del settore delle bioraffinerie in provincia di Foggia. FrancoAngeli

- Lopolito et al. (2012) Valutazione dell'accettabilità sociale dei progetti di impianti a biomassa solida tramite l'impiego di Fuzzy Cognitive maps. 2012 Rivista: ECONOMIA & DIRITTO AGROALIMENTARE
- Mallett A. , (2007), – Social acceptance of renewable energy innovations: The role of technology cooperation in urban Mexico. *Energy Policy*, Volume 35, Issue 5, May 2007, Pages 2790-2798
- Maruyama Y. et al., (2007),– The rise of community wind power in Japan: Enhanced acceptance through social innovation. *Energy Policy*, Volume 35, Issue 5, May 2007, Pages 2761-2769
- Mateo-Sagasta J. et al. (2015). Global wastewater and sludge production, treatment and use. In Drechsel, Pay; Qadir, Manzoor; Wichelns, D. (Eds.). *Wastewater: economic asset in an urbanizing world*. Dordrecht, Netherlands: Springer. pp. 15-38.
- Mihelcic JR et al. (2015) - Global potential of phosphorus recovery from human urine and feces. *Chemosphere*, Volume 84, Issue 6, August 2011, Pages 832-839
- Mojid M.A. et al., (2010) – Farmers' perceptions and knowledge in using wastewater for irrigation at twelve peri-urban areas and two sugar mill areas in Bangladesh. *Agricultural Water Management*, Volume 98, Issue 1, 1 December 2010, Pages 79-86
- Prosperi M. et al. (2015) - Adoption of biodegradable mulching films in agriculture: is there a negative prejudice towards materials derived from organic wastes? *Italian Journal of Agronomy* 2016; volume 11:716
- Rinaldi et al. (2002). Relazioni tra variazioni climatiche, risorse idriche e produzioni in Capitanata nell'ultimo decennio. *Proceedings of the AIAM Congress 'L'Agrometeorologia nel Mediterraneo, Acireale, Italy*. 6-7.
- Rubino P. et al., (2015) – Linee guida per il riutilizzo irriguo delle acque reflue depurate, Progetto Pon In.Te.R.R.A.
- Salibaa R. et al. (2018),- Stakeholders' attitude towards the reuse of treated wastewater for irrigation in Mediterranean agriculture. *Agricultural Water Management*, Volume 204, 31 May 2018, Pages 60-68
- Sato, T., et al.(2013). Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. *Agricultural Water Management*, Vol. 130, pp. 1–13.
[dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2013.08.007](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.08.007)
- Sauter R. et al. (2007) – Strategies for the deployment of micro-generation: Implications for social acceptance *Energy Policy*, Volume 35, Issue 5, May 2007, Pages 2770-2779

- Salgot M. e Folch M., (2018)- Accepted Manuscript, Wastewater treatment and water reuse, *Current Opinion in Environmental Science & Health*, Volume 2, April 2018, Pages 64-74
- UNESCO - (2017a): La risorsa inesplorata- Rapporto mondiale delle Nazioni Unite sullo sviluppo delle risorse idriche 2017 - World Water Assessment Programme - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
- UNESCO – (2017b) UN World Water Development Report, Wastewater: The Untapped Resource.
- Wim van der Hoek et al. (2001) - Reuse of Wastewater, a Global Perspective, Wastewater reuse in agriculture in Vietnam: Water management, environment and human health aspects, 14 March 2001, pag 4-6
- Wolsink M, (2010) - Contested environmental policy infrastructure: Socio-political acceptance of renewable energy, water, and waste facilities. *Environmental Impact Assessment Review*, Volume 30, Issue 5, September 2010, Pages 302-311
- Wolsink M., (2007) - Planning of renewables schemes: Deliberative and fair decision-making on landscape issues instead of reproachful accusations of non-cooperation. *Energy Policy*, Volume 35, Issue 5, May 2007, Pages 2692-2704
- Wüstenhagen et al., (2007), - Social acceptance of renewable energy innovation: An introduction to the concept. *Energy Policy*, Volume 35, Issue 5, May 2007, Pages 2683-2691
- Zanni G. et al.,(2015),- La direttiva quadro sull'acqua 60/2000 e la regolazione dell'uso dell'acqua in agricoltura, *Acqua e agricoltura in Italia. Valutazione di scenari e strumenti di supporto alle decisioni.* FrancoAngeli, Pag 15-31
- Zhen-Yu Zhao, (2016) - What hinder the further development of wind power in China?—A socio-technical barrier study, *Energy Policy*, Volume 88, January 2016, Pages 465-476
- Zoellner J. et al. ,(2008)– Public acceptance of renewable energies: Results from case studies in Germany. *Energy Policy*, Volume 36, Issue 11, November 2008, Pages 4136-4141

SITOGRAFIA

ACQUEDOTTO PUGLIESE:

<http://www.aqp.it/portal/page/portal/MYAQP/SERVIZI/Servizio%20di%20depurazione>

AQUASAT: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_res/index.stm#maps

ARPA PUGLIA:

http://www.arpa.puglia.it/web/guest/monitoraggio_operativo

EUROPEAN Environment Agency:

<https://www.eea.europa.eu/themes/water/water-management>

Europol: <https://www.europol.europa.eu/newsroom/news/carbon-credit-fraud-causes-more-5-billion-euros-damage-for-european-taxpayer>

EUROSTAT- Europa statistics

https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Water_statistics

ISTAT: <http://rivaluta.istat.it/Rivaluta/>

ISTAT: <https://www.istat.it/it/archivio/184142>

Lifegate: <https://www.lifegate.it/persone/news/fondo-verde-clima-progetti>

NIMBY: <http://www.nimbyforum.it/>

ONU-UNRIC: <https://www.unric.org/it/agenda-2030/30738-obiettivo-n6-garantire-a-tutti-la-disponibilita-e-la-gestione-sostenibile-dellacqua-e-delle-strutture-igienico-sanitarie>

Progetto DEMOWARE: <http://www.irsa.cnr.it/index.php/ita/news-2/item/85-workshop-il-progetto-demoware-e-il-riuso-delle-acque-in-agricoltura-in-puglia>

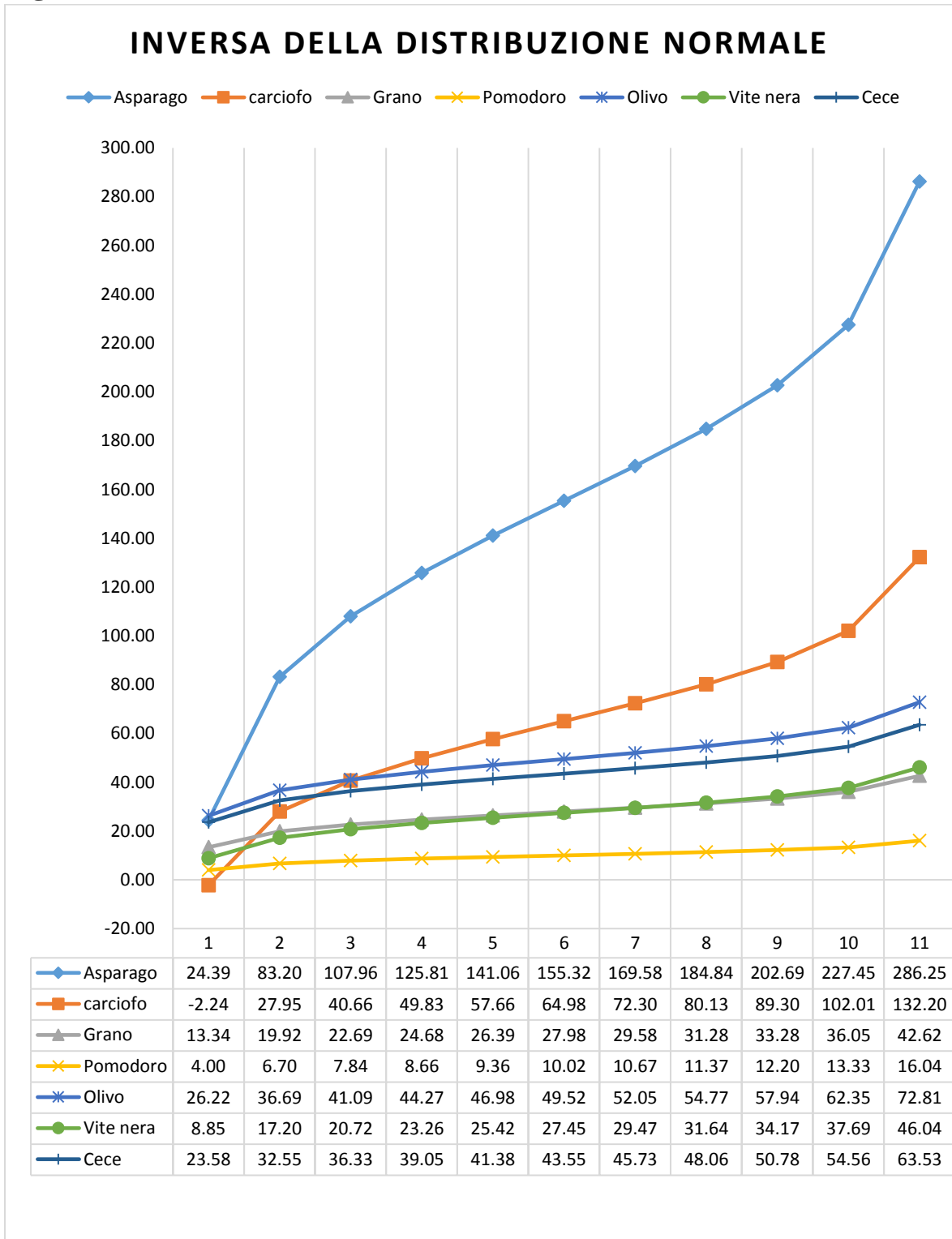
Appendice

Tabella 14: Prezzi di mercato normalizzati al 2017

RIPORTATO AL 2017	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Min	Max
GRANO DURO q	€ 21,93	€ 18,66	€ 16,61	€ 19,53	€ 30,82	€ 39,36	€ 22,28	€ 21,96	€ 30,60	€ 28,99	€ 26,97	€ 30,53	€ 31,58	€ 25,82	€ 16,61	€ 39,36
AVENA q	€ 21,58	€ 20,52	€ 16,84	€ 14,56	€ 18,51	€ 22,07	€ 16,55	€ 17,36	€ 25,12	€ 22,38	€ 15,63	€ 19,86	€ 23,37	€ 22,09	€ 14,56	€ 25,12
AGLIO q	€ 54,08	€ 37,39	€ 47,40	€ 125,50	€ 84,51	€ 65,31	€ 63,74	€ 67,08	€ 47,39	€ 44,97	€ 35,39	nq	nq	nq	€ 35,39	€ 125,50
ASPARAGI q	€ 219,99	€ 237,58	€ 213,30	€ 196,38	€ 161,02	€ 73,06	€ 114,30	€ 119,02	€ 108,46	€ 94,02	€ 105,14	€ 141,26	€ 215,13	nq	€ 73,06	€ 237,58
BIETOLE da costa q	€ 55,31	€ 27,74	€ 30,81	€ 24,40	€ 33,12	€ 38,75	€ 40,66	€ 32,46	€ 32,64	€ 30,66	€ 33,36	€ 25,23	€ 33,33	€ 30,30	€ 24,40	€ 55,31
BROCCOLETTI q	€ 54,08	€ 30,15	€ 42,66	€ 30,21	€ 36,54	€ 35,42	€ 35,17	€ 36,79	€ 34,75	€ 30,66	€ 40,44	€ 33,30	€ 42,42	€ 29,29	€ 29,29	€ 54,08
CARCIOFI per us cad 1000	nq	€ 96,48	nq	€ 46,48	€ 34,26	€ 99,63	nq	€ 64,92	nq	€ 40,88	€ 30,33	nq	nq	nq	€ 30,33	€ 99,63
CAROTE q	€ 36,87	€ 31,36	nq	€ 26,73	€ 34,26	€ 25,46	€ 27,48	€ 27,05	€ 26,33	€ 27,59	€ 29,32	€ 30,27	€ 26,26	€ 19,19	€ 19,19	€ 36,87
CATALOGNA q	€ 31,95	€ 22,91	nq	€ 26,73	€ 31,98	€ 31,00	€ 30,77	€ 20,56	€ 25,27	€ 26,57	€ 27,30	€ 25,23	nq	nq	€ 20,56	€ 31,98
CAVOLFIORI: con q	€ 38,10	€ 27,74	€ 34,37	€ 30,21	€ 33,12	€ 25,46	€ 31,87	€ 25,97	€ 26,33	€ 30,66	€ 37,41	€ 34,31	€ 48,48	€ 29,29	€ 25,46	€ 48,48
CAVOLU broccoli q	€ 38,10	€ 32,56	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq	€ 46,41	nq	nq	€ 32,56	€ 46,41
CAVOLU cappucci q	€ 33,18	€ 22,91	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq	nq	€ 36,40	nq	nq	nq	€ 22,91	€ 36,40
CAVOLU verze q	€ 33,18	€ 22,91	nq	€ 29,05	€ 30,83	€ 24,35	€ 27,48	€ 28,13	€ 25,27	€ 25,55	€ 33,36	€ 22,20	nq	nq	€ 22,20	€ 33,36
CETRIOLI q	€ 60,22	€ 30,15	nq	€ 31,37	€ 35,40	€ 34,32	€ 38,47	€ 29,21	€ 25,27	€ 33,73	€ 43,47	nq	€ 24,24	nq	€ 24,24	€ 60,22
CIME DI RAPE q	€ 33,18	€ 24,12	€ 30,81	€ 24,40	€ 27,41	€ 21,03	€ 26,38	€ 23,80	€ 23,17	€ 21,46	€ 30,33	€ 35,32	€ 35,35	nq	€ 21,03	€ 35,35
CIPOLLE bianche q	€ 33,18	€ 33,77	€ 21,33	€ 27,89	€ 34,26	€ 32,10	€ 31,87	€ 33,54	€ 18,74	€ 26,57	€ 26,29	nq	€ 28,28	€ 27,27	€ 18,74	€ 34,26
CIPOLLE sponzal q	€ 54,08	€ 54,27	€ 24,89	€ 34,86	€ 35,40	€ 36,53	€ 46,16	€ 45,44	€ 34,64	€ 36,79	€ 28,31	nq	nq	nq	€ 24,89	€ 54,27
FINOCCHI q	€ 27,04	€ 18,09	€ 28,44	€ 22,08	€ 22,84	€ 26,57	€ 27,48	€ 20,56	€ 25,27	€ 16,35	€ 16,18	€ 15,14	€ 20,20	€ 22,22	€ 15,14	€ 28,44
MELANZANA q	€ 27,04	€ 15,68	€ 10,67	€ 17,43	€ 28,55	€ 24,35	€ 21,98	€ 20,56	€ 25,27	€ 18,90	€ 24,26	€ 39,35	€ 29,29	nq	€ 10,67	€ 39,35
POMODORO da li q	€ 6,15	€ 6,03	nq	€ 9,30	nq	€ 11,07	€ 8,79	€ 6,60	€ 14,00	€ 11,04	€ 12,42	€ 10,59	€ 9,76	nq	€ 6,03	€ 14,00
UVA BIANCA Tref q	nq	€ 15,92	€ 16,00	€ 19,56	€ 30,45	€ 18,22	€ 16,90	€ 15,69	€ 29,48	€ 35,26	nq	€ 20,18	€ 17,17	nq	€ 15,69	€ 35,26
UVA NERA Troia i q	nq	€ 37,31	€ 17,78	€ 21,59	€ 31,41	€ 17,59	€ 17,58	nq	€ 31,06	€ 36,28	nq	€ 31,78	€ 32,93	nq	€ 17,58	€ 37,31
OLIVE OLIU-3 Zoi q	nq	nq	€ 44,82	€ 55,68	€ 60,91	€ 46,63	€ 39,38	€ 42,11	€ 40,55	€ 41,04	€ 33,19	€ 65,84	€ 52,18	nq	€ 33,19	€ 65,84
CECE	nq	nq	nq	€ 36,25	€ 37,39	€ 35,26	€ 31,92	€ 32,16	€ 51,29	€ 55,19	€ 45,45	€ 36,75	€ 48,23	€ 52,02	€ 31,92	€ 55,19

Fonte: nostra elaborazione

Figura 9: Inversa della distribuzione normale delle colture analizzate



Fonte: nostra elaborazione

Tabella 4 - Valori limiti di emissione in acque superficiali e in fognatura;

Numero parametro	SOSTANZE	Unità di misura	Scarico in acque superficiali	Scarico in rete fognaria (*)
1	pH	-	5,5-9,5	5,5-9,5
2	Temperatura	°C	(1)	(1)
3	Colore	-	Non percettibile con diluizione 1:20	Non percettibile con diluizione 1:40
4	Odore	-	Non deve essere causa di molestie	Non deve essere causa di molestie
5	Materiali grossolani	-	Assenti	Assenti
6	Solidi sospesi totali (2)	mg/L	<= 80	<= 200
7	BOD5 (come O2) (2)	mg/L	<= 40	<= 250
8	COD (come O2) (2)	mg/L	<= 160	<= 500
9	Alluminio	mg/L	<= 1	<= 2,0
10	Arsenico	mg/L	<= 0,5	<= 0,5
11	Bario	mg/L	<= 20	-
12	Boro	mg/L	<= 2	<=£ 4
13	Cadmio	mg/L	<= 0,02	<= 0,02
14	Cromo totale	mg/L	<= 2	<= 4
15	Cromo VI	mg/L	<= 0,2	<= 0,20
16	Ferro	mg/L	<= 2	<= 4
17	Manganese	mg/L	<= 2	<= 4
18	Mercurio	mg/L	<= 0,005	<= 0,005
19	Nichel	mg/L	<= 2	<= 4
20	Piombo	mg/L	<= 0,2	<= 0,3
21	Rame	mg/L	<= 0,1	<= 0,4
22	Selenio	mg/L	<= 0,03	<= 0,03
23	Stagno	mg/L	<= 10	-
24	Zinco	mg/L	<= 0,5	<= 1,0
25	Cianuri totali (come CN)	mg/L	<= 0,5	<= 1,0
26	Cloro attivo libero	mg/L	<= 0,2	<= 0,3
27	Solfuri (come S)	mg/L	<= 1	<= 2
28	Solfiti (come SO2)	mg/L	<= 1	<= 2
29	Solfati (come SO3) (3)	mg/L	<= 1000	<= 1000

30	Cloruri (3)	mg/L	<= 1200	<= 1200
31	Fluoruri	mg/L	<= 6	<= 12
32	Fosforo totale (come P) (2)	mg/L	<= 10	<= 10
33	Azoto ammoniacale (come NH ₄) (2)	mg /L	<= 15	<= 30
34	Azoto nitroso (come N) (2)	mg/L	<= 0,6	<= 0,6
35	Azoto nitrico (come N) (2)	mg /L	<= 20	<= 30
36	Grassi e olii animali/vegetali	mg/L	<= 20	<= 40
37	Idrocarburi totali	mg/L	<= 5	<= 10
38	Fenoli	mg/L	<= 0,5	<= 1
39	Aldeidi	mg/L	<= 1	<= 2
40	Solventi organici aromatici	mg/L	<= 0,2	<= 0,4
41	Solventi organici azotati (4)	mg/L	<= 0,1	<= 0,2
42	Tensioattivi totali	mg/L	<= 2	<= 4
43	Pesticidi fosforati	mg/L	<= 0,10	<= 0,10
44	Pesticidi totali (esclusi i fosforati) (5)	mg/L	<= 0,05	<= 0,05
	tra cui:			
45	- aldrin	mg/L	<= 0,01	<= 0,01
46	- dieldrin	mg/L	<= 0,01	<= 0,01
47	- endrin	mg/L	<= 0,002	<= 0,002
48	- isodrin	mg/L	<= 0,002	<= 0,002
49	Solventi clorurati (5)	mg/L	<= 1	<= 2
50	<i>Escherichia coli</i> (6)	UFC/100mL	Nota	
51	Saggio di tossicità acuta (7)		Il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del 50% del totale	Il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del 80% del totale

Fonte: D.lgs. 152/2006 tab.2 – Allegato 5, parte terza

(*) I limiti per lo scarico in rete fognaria indicati in tabella 3 sono obbligatori in assenza di limiti stabiliti dall'autorità d'ambito o in mancanza di un impianto finale di trattamento in grado di rispettare i limiti di emissione dello scarico finale. Limiti diversi stabiliti dall'ente gestore devono essere resi conformi a quanto indicato alla nota 2 della tabella 5 relativa a sostanze pericolose.

1. Per i corsi d'acqua la variazione massima tra temperature medie di qualsiasi sezione del corso d'acqua a monte e a valle del punto di immissione non deve superare i 3°C. Su almeno metà di qualsiasi sezione a valle tale variazione non deve superare 1°C. Per i laghi la temperatura dello scarico non deve superare i 30°C e l'incremento di temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3°C oltre 50 metri di distanza dal punto di immissione. Per i canali artificiali, il massimo valore medio della temperatura dell'acqua di qualsiasi sezione non deve superare i 35°C, la condizione suddetta è subordinata all'assenso del soggetto che gestisce il canale. Per il mare e per le zone di foce di corsi d'acqua non significativi, la temperatura dello scarico non deve superare i 35°C e l'incremento di temperatura del corpo recipiente non deve in nessun caso superare i 3°C oltre i 1000 metri di distanza dal punto di immissione. Deve inoltre essere assicurata la compatibilità ambientale dello scarico con il corpo recipiente ed evitata la formazione di barriere termiche alla foce dei fiumi.
2. Per quanto riguarda gli scarichi di acque reflue urbane valgono i limiti indicati in tabella 1 e, per le zone sensibili anche quelli di tabella 2. Per quanto riguarda gli scarichi di acque reflue industriali recapitanti in zone sensibili la concentrazione di fosforo totale e di azoto totale deve essere rispettivamente di 1 e 10 mg/L.
3. Tali limiti non valgono per lo scarico in mare, in tal senso le zone di foce sono equiparate alle acque marine costiere, purché almeno sulla metà di una qualsiasi sezione a valle dello scarico non vengano disturbate le naturali variazioni della concentrazione di solfati o di cloruri.
4. Sono inclusi in questo parametro PCB e PCT
5. Esclusi i composti come i pesticidi clorurati rientranti sotto i parametro 44, 45, 46,47 e 48.
6. All'atto dell'approvazione dell'impianto per il trattamento di acque reflue urbane, da parte dell'autorità competente andrà fissato il limite più opportuno in relazione alla situazione ambientale e igienico sanitaria del corpo idrico recettore e agli usi esistenti. Si consiglia un limite non superiore ai 5000 UFC/100mL
7. Il saggio di tossicità è obbligatorio. Oltre al saggio su *Daphnia magna*, possono essere eseguiti saggi di tossicità acuta su *Ceriodaphnia dubia*, *Selenastrum capricornutum*, batteri bioluminescenti o organismi quali *Artemia salina*, per scarichi di acqua salata o altri organismi tra quelli che saranno indicati dall'ANPA in appositi documenti tecnici predisposti al fine dell'aggiornamento delle metodiche di campionamento ed analisi. In caso di esecuzione di più test di tossicità si consideri il risultato peggiore. Il risultato positivo della prova di tossicità non determina l'applicazione diretta delle sanzioni di cui al Titolo V, determina altresì l'obbligo di approfondimento delle indagini analitiche, la ricerca delle cause di tossicità e la loro rimozione.

Tabella 5: Limiti di emissione per unità di prodotto riferiti a specifici cicli produttivi.

Settore produttivo	Quantità scaricata per unità di prodotto (o capacità di produzione)	Media mensile	Media giorno (*)
Cadmio			
Estrazione dello zinco, raffinazione del piombo e dello zinco, industria dei metalli non ferrosi e del cadmio metallico			
Fabbricazione dei composti del cadmio	g/kg grammi di Cd scaricato per chilogrammo di Cd trattato	0,5	
Produzione di pigmenti	g/kg (grammi di Cd scaricato per chilogrammo di Cd trattato)	0,3	
Fabbricazione di stabilizzanti	g/kg al (grammi di Cd scaricato per chilogrammo di Cd trattato)	0,5	
Fabbricazione di batterie primarie e secondarie	g/kg al (grammi di Cd scaricato per chilogrammo di Cd trattato)	1,5	
Galvanostegia	g/kg al (grammi di Cd scaricato per chilogrammo di Cd trattato)	0,3	

Mercurio (settore dell'elettrolisi dei cloruri alcalini)			
Salamoia riciclata - da applicare all'Hg presente negli effluenti provenienti dall'unità di produzione del cloro	g Hg /t di capacità di produzione di cloro, installata	0,5	
Salamoia riciclata - da applicare al totale del Hg presente in tutte le acque di scarico contenenti Hg provenienti dall'area dello stabilimento industriale.	g Hg /t di capacità di produzione di cloro, installata	1	
Salamoia a perdere - da applicare al totale del Hg presente in tutte le acque di scarico contenenti Hg provenienti dall'area dello stabilimento industriale.	g Hg /t di capacità di produzione di cloro, installata	5	
Mercurio (settori diversi da quello dell'elettrolisi dei cloruri alcalini)			
Aziende che impiegano catalizzatori all'Hg per la produzione di cloruro di vinile	g/t capacità di produzione di CVM	0,1	
Aziende che impiegano catalizzatori all'Hg per altre produzioni	g/kg mercurio trattato	5	
Fabbricazione dei catalizzatori contenenti Hg utilizzati per la produzione di CVM	g/kg al mese mercurio trattato	0,7	
Fabbricazione dei composti organici ed inorganici del mercurio	g/kg al mese mercurio trattato	0,05	
Fabbricazione di batterie primarie contenenti Hg	g/kg al mese mercurio trattato	0,03	
Industrie dei metalli non ferrosi - Stabilimenti di recupero del mercurio * - Estrazione e raffinazione di metalli non ferrosi *			
Stabilimenti di trattamento dei rifiuti tossici contenenti mercurio			
Esaclorocicloesano (HCH)			
Produzione HCH	g HCH/t HCH prodotto	2	
Estrazione lindano	g HCH/t HCH trattato	4	
Produzione ed estrazione lindano	g HCH/t HCH prodotto	5	
DDT			
Produzione DDT compresa la formulazione sul posto di DDT	g/t di sostanze prodotte, trattate o utilizzate- valore mensile	4	8
Pentaclorofenolo (PCP)			
Produzione del PCP Na idrolisi dell'esalorobenzene	g/t di capacità di produzione o capacità di utilizzazione	25	50
Aldrin, dieldrin, endrin, isodrin			
Produzione e formulazione di: Aldrin e/ o dieldrin e/o endrin e/o isodrin	g/t capacità di produzione o capacità di utilizzazione	3	15
Produzione e trattamento di HCB	g HCB/t di capacità di produzione di HCB	10	

Esaclorobenzene (HCB)			
Produzione di percloroetilene (PER) e di tetracloruro di carbonio (CCl4) mediante perclorurazione	g HCB/t di capacità di produzione totale di PER + CCl4	1,5	
Produzione di tricloroetilene e/o percloroetilene con altri procedimenti *			
Esaclorobutadiene			
Produzione di percloroetilene (PER) e di tetracloruro di carbonio (CCl4) mediante perclorurazione	g HCBD/t di capacità di produzione totale di PER + CCl4	1,5	
Produzione di tricloroetilene e/o di percloroetilene mediante altri procedimenti			
Cloroformio			
Produzione clorometani del metanolo o da combinazione di metanolo e metano	g CHCl3/ t di capacità di produzione di clorometani	10	
Produzione clorometani mediante clorurazione del metano	g CHCl3/ t di capacità di produzione di clorometani	7,5	
Tetracloruro di carbonio			
Produzione di tetracloruro di carbonio mediante perclorurazione – procedimento con lavaggio	g CCl4 /t di capacità di produzione totale di CCl4 e di percloroetilene	30	40
Produzione di tetracloruro di carbonio mediante perclorurazione – procedimento senza lavaggio	g CCl4 /t di capacità di produzione totale di CCl4 e di percloroetilene	2,5	5
Produzione di clorometani mediante clorurazione del metano (compresa la clorolisi sotto pressione a partire dal metanolo. (*))			
Produzione di clorofluorocarburi (*)			
1,2 dicloroetano (EDC)			
Unicamente produzione 1,2 dicloroetano	g/t	2,5	5
Produzione 1,2 dicloroetano e trasformazione e/o utilizzazione nello stesso stabilimento tranne che per l'utilizzazione nella produzione di scambiatori di calore	g/t	5	10
Utilizzazione di EDC per lo sgrassaggio dei metalli (in stabilimenti industriali diversi da quelli del punto precedente (**))			
Trasformazione di 1,2 dicloroetano in sostanze diverse dal cloruro di vinile	g/t	2,5	5
Tricloroetilene			
Produzione di tricloroetilene (TRI) e di percloroetilene (PER) (**)	g/t	2,5	5
Utilizzazione TRI per lo sgrassaggio dei metalli (**)	g/t		

Triclorobenzene (TCB)			
Produzione di TCB per disidroclorazione e/o trasformazione di TCB	g/t	10	
Produzione e trasformazione di clorobenzeni mediante clorazione (**)	g/t	0,5	
Percloroetilene (PER)			
Produzione di tricloroetilene (TRI) e di percloroetilene (procedimenti TRI-PER)	g/t	2,5	5
Produzione di tetracloruro di carbonio e di percloroetilene (procedimenti TETRA-PER) (**)	g/t	2,5	20
Utilizzazione di PER per lo sgrassaggio metalli (**)			
Produzione di clorofluorocarbonio (*)			

Fonte: D.lgs. 152/2006 tab.2 – Allegato 5, parte terza

(*) qualora non diversamente indicato, i valori indicati sono riferiti a medie mensili. Ove non indicato esplicitamente si consideri come valore delle media giornaliera il doppio di quella mensile.

(**) Per i cicli produttivi che hanno uno scarico della sostanza pericolosa in questione, minore al quantitativo annuo indicato nello schema seguente, le autorità competenti all'autorizzazione possono evitare il procedimento autorizzativo. In tal caso valgono solo i limiti di Tab 3.

Tabella 6. Limiti di emissione per le acque reflue urbane ed industriali che recapitano sul suolo

		Unità di misura	(Il valore della concentrazione deve essere minore o uguale a quello indicato)
1	pH		6 – 8
2	SAR		10
3	Materiali grossolani	-	Assenti
4	Solidi sospesi totali	mg/L	25
5	BOD5	mg O2/L	20
6	COD	mg O2/L	100
7	Azoto totale	mg N /L	15
8	Fosforo totale	mg P /L	2
9	Tensioattivi totali	mg/L	0,5
10	Alluminio	mg/L	1
11	Berillio	mg/L	0,1
12	Arsenico	mg/L	0,05
13	Bario	mg/L	10

14	Boro	mg/L	0,5
15	Cromo totale	mg/L	1
16	Ferro	mg/L	2
17	Manganese	mg/L	0,2
18	Nichel	mg/L	0,2
19	Piombo	mg/L	0,1
20	Rame	mg/L	0,1
21	Selenio	mg/L	0,002
22	Stagno	mg/L	3
23	Vanadio	mg/L	0,1
24	Zinco	mg/L	0,5
25	Solfuri	mg H ₂ S/L	0,5
26	Solfiti	mg SO ₃ /L	0,5
27	Solfati	mgSO ₄ /L	500
28	Cloro attivo	mg/L	0,2
29	Cloruri	mg Cl/L	200
30	Fluoruri	mg F/L	1
31	Fenoli totali (1)	mg/L	0,1
32	Aldeidi totali	mg/L	0,5
33	Solventi organici aromatici totali (2)	mg/L	0,01
34	Solventi organici azotati totali (1)	mg/L	0,01
35	Saggio di tossicità su <i>Daphnia magna</i> (vedi nota 8 di tabella 3)	LC5024h	il campione non è accettabile quando dopo 24 ore il numero degli organismi immobili è uguale o maggiore del 50% del totale
36	<i>Escherichia coli</i> -	UFC/100 mL	

Fonte: D.lgs. 152/2006 tab.2 – Allegato 5, parte terza

Tabella 7: Sostanze per le quali non possono essere adottati da parte delle regioni(1), o da parte del gestore della fognatura(2), limiti meno restrittivi di quelli indicati in tabella 3 rispettivamente per lo scarico in acque superficiali e per lo scarico in fognatura.

1	Arsenico
2	Cadmio
3	Cromo totale
4	Cromo esavalente
5	Mercurio
6	Nichel
7	Piombo
8	Rame
9	Selenio
10	Zinco
11	Fenoli (3)
12	Oli minerali persistenti e idrocarburi di origine petrolifera persistenti
13	Solventi organici aromatici
14	Solventi organici azotati
15	Composti organici alogenati (compresi i pesticidi clorurati)
16	Pesticidi fosforati
17	Composti organici dello stagno
18	Sostanze di cui è provato il potere cancerogeno, pericolose per l'ambiente acquatico

Fonte: D.lgs. 152/2006 tab.2 – Allegato 5, parte terza

(1) Per quanto riguarda gli scarichi in corpo idrico superficiale, nel caso di insediamenti produttivi aventi scarichi con una portata complessiva media giornaliera inferiore a 50 m³, per i parametri della tabella 5, ad eccezione di quelli indicati sotto i numeri 2, 4, 5, 7, 15, 16, e 17 le regioni e le province autonome nell'ambito dei piani di tutela, possono ammettere valori di concentrazione che superano di non oltre il 50% i valori indicati nella tabella 3, purché sia dimostrato che ciò non comporti un peggioramento della situazione ambientale e non pregiudica il raggiungimento gli obiettivi ambientali.

(2) Per quanto riguarda gli scarichi in fognatura, purché sia garantito che lo scarico finale della fognatura rispetti i limiti di tabella 3, o quelli stabiliti dalle regioni ai sensi dell'articolo 28 comma 2, l'ente gestore può stabilire per i parametri della tabella 5, ad eccezione di quelli indicati sotto i numeri 2, 4, 5, 7, 11, 14, 15, 16 e 17, limiti di accettabilità i cui valori di concentrazione superano quello indicato in tabella 3.

Tabella 25: Valori limite delle acque reflue all'uscita dell'impianto di recupero secondo D.M.185/2003

	Parametro	Unità di misura	Valore limite
Parametri chimico fisici	pH		6-9,5
	SAR		10
	Materiali grossolani		Assenti
	Solidi sospesi totali	mg/L	10
	BOD5	mg O2/L	20
	COD	mg O2/L	100
	Fosforo totale	mg P/L	2
	Azoto totale	mg N/L	15
	Azoto ammoniacale	mg NH4/L	2
	Conducibilità elettrica	ìS/cm	3000
	Alluminio	mg/L	1
	Arsenico	mg/L	0,02
	Bario	mg/L	10
	Berillio	mg/L	0,1
	Boro	mg/L	1,0
	Cadmio	mg/L	0,005
	Cobalto	mg/L	0,05
	Cromo totale	mg/L	0,1
	Cromo VI	mg/L	0,005
	Ferro	mg/L	2
	Manganese	mg/L	0,2
	Mercurio	mg/L	0,001
	Nichel	mg/L	0,2
	Piombo	mg/L	0,1
	Rame	mg/L	1
	Selenio	mg/L	0,01
	Stagno	mg/L	3
	Tallio	mg/L	0,001
	Vanadio	mg/L	0,1
	Zinco	mg/L	0,50
	Cianuri totali (come CN)	mg/L	0,05
	Solfuri	mg H2S/L	0,5
	Solfiti	mg SO3/L	0,5
	Solfati	mg SO4/L	500
	Cloro attivo	mg/L	0,2
	Cloruri	mg Cl/L	250
	Fluoruri	mg F/L	1,5
	Grassi e oli animali/vegetali	mg/L	10
	Oli minerali – <i>Nota 1</i>	mg/L	0,05
	Fenoli totali	mg/L	0,1
	Pentaclorofenolo	mg/L	0,003
	Aldeidi totali	mg/L	0,5
	Tetracloroetilene, tricloroetilene (somma delle concentrazioni dei parametri specifici)	mg/L	0,01
Solventi clorurati totali	mg/L	0,04	
Triometani (somma delle concentrazioni)	mg/L	0,03	
Solventi organici aromatici totali	mg/L	0,01	

	Benzene	mg/L	0,001
	Benzo(a)pirene	mg/L	0,00001
	Solventi organici azotati totali	mg/L	0,01
	Tensioattivi totali	mg/L	0,5
	Pesticidi clorurati (ciascuno) <i>nota 2</i>	mg/L	0,0001
	Pesticidi fosforati (ciascuno)	mg/L	0,0001
	Altri pesticidi totali	mg/L	0,05
Parametri microbiologici	Escherichia coli <i>Nota 3</i>	UFC/100mL	10(80% dei campioni) 100 valore puntuale max
	Salmonella		Assente

Fonte: Decreto ministeriale 185/2003 "Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2 del D.Lgs n152 n 1999