

XLIV CONVEGNO SIDEA

Produzioni Agroalimentari tra rintracciabilità e sicurezza: analisi economiche e politiche di intervento
Taormina, 8-10 novembre 2007

Analisi dell'efficienza tecnica ed ecologica dei metodi di tariffazione diretti ed indiretti dell'acqua irrigua[§]

Giannoccaro G., Prospero M., Zanni G.

*Università degli Studi di Foggia, Dip. PrIME, Via Napoli 25, 71100 Foggia
Contatto: Prospero Maurizio, m.prosperi@unifg.it*

Abstract

Direct water pricing, based on volumetric method, is said to be more efficient than other pricing methods. However, it requires high management and monitoring costs. The objective of this paper is to evaluate the relative efficiency of different indirect water pricing methods. For this purpose, the Data Envelopment Analysis (DEA), is performed on the simulation of different types of pricing schemes on representative farms, located in Italy (Apulia region). This study highlights variations in agriculture incomes, water consumption, agriculture employment and environmental impact, resulting from the change in water pricing schemes. According to our results, by applying the indirect water pricing on irrigated surface, or on irrigated crops-specific inputs, the loss in terms of efficiency is negligible, while the indirect water pricing based on irrigation outputs causes some significant losses.

Keywords: Water Pricing Policy; Efficiency; DEA; Linear Programming

1. Introduzione

La progettazione e la programmazione di interventi e misure finalizzati ad utilizzare in maniera efficiente le scarse dotazioni idriche disponibili, sono al centro del nuovo corso segnato dalla Direttiva CE 60/2000. La direttiva raccomanda al decisore pubblico di incrementare l'efficienza di utilizzo dell'acqua attraverso l'applicazione di tariffe che tengano conto del costo pieno.

L'obiettivo del presente lavoro consiste, nel valutare l'efficienza di tre sistemi di tariffazione indiretta, confrontati con una tariffazione diretta, ed in particolare mettendone in evidenza le implicazioni dal punto di vista ecologico.

Per la stima dell'efficienza di impiego della risorsa idrica è stata adottata la tecnica della *Data Envelopment Analysis* (DEA). Applicazioni di DEA per la valutazione dell'efficienza delle politiche

§ Il lavoro è frutto della collaborazione degli autori. Tuttavia G. Zanni, che ha coordinato la ricerca, ha curato il paragrafo 2, G. Giannoccaro ha curato i paragrafi 3, 4.1 e 4.2, M. Prospero ha curato i paragrafi 4.3 e 5. Gli obiettivi e le conclusioni sono state scritte in modo congiunto dagli autori.

sono riportate in Bono e Matranga (2005), Glass et al. (2006). In particolare, è stata adottata una variante a due stadi della DEA, per mezzo della quale sono state stimate separatamente l'efficienza tecnica e quella ecologica.

L'applicazione pratica è stata condotta su un'area rappresentativa dell'ambiente mediterraneo, localizzata in Italia (Regione Puglia) implementando un modello di programmazione lineare (PL) di tipo multi-agente, a livello di bacino.

La struttura del presente lavoro si articola come segue. Nella seconda parte vengono approfondite le politiche di tariffazione dell'acqua in agricoltura e le relative implicazioni. La terza sezione è dedicata alla metodologia impiegata, mentre nella quarta sezione sono illustrate le caratteristiche della zona di studio e specificate le variabili relative agli scenari di *pricing*. Infine nella quinta e sesta sezione sono illustrati rispettivamente i risultati e alcune considerazioni relative alla metodologia utilizzata ed alle implicazioni derivanti dai risultati della ricerca.

2. Metodi di tariffazione e relative implicazioni

Gli strumenti economici di gestione della domanda di acqua sono applicati con l'obiettivo di recuperare tutti i costi di approvvigionamento idrico; nello specifico il costo di distribuzione, il costo opportunità e delle esternalità ambientali. Tuttavia, riguardo al recupero di tutti i costi, includendo anche quelli ambientali, i metodi basati sul prezzo presentano alcune aspetti difficoltosi. In primis l'acqua non è un bene scambiabile per tanto non è governata dalle forze del mercato, ed inoltre la determinazione del costo ambientale risulta complicato (EEB, 2001).

Esistono vari metodi di attribuire un costo dell'acqua per il settore agricolo (OECD, 1999). A continuazione si riassumono le caratteristiche dei principali metodi di tariffazione distinti in diretti ed indiretti.

Tariffazioni volumetriche. I meccanismi di tariffazione volumetrica dell'acqua si basano sulla quantità effettiva di acqua addotta durante una stagione o un anno. In questi sistemi gli utilizzatori sono individualmente responsabili della gestione e pagamento della quantità di risorsa che ricevono. In linea generale si possono distinguere due modalità di tariffazione volumetrica:

- a) Applicazione di un prezzo per la risorsa usata durante la stagione o anno, con una tariffa unica per unità di volume .
- b) Applicazione di un prezzo per la risorsa usata durante la stagione o anno, con una tariffa differenziata in base ai volumi.

Dalla letteratura economica (Tsur, 2003) tale metodo di tariffazione viene indicato come il più efficiente e trasparente. L'introduzione di sistemi a tariffe differenziate, crescenti in ragione dei volumi,

rappresenta, inoltre, un metodo per assicurare a tutti gli utenti l'approvvigionamento di livelli minimi ad un costo accessibile. L'aspetto più problematico riguarda i notevoli costi necessari per controllare puntualmente tutti i consumi, nonché quelli necessari per imputarli al reale utilizzatore. Inoltre, tale meccanismo non prende in considerazione il "*polluter pays principle*", in quanto non è provata nessuna evidenza dell'esistenza di una relazione diretta fra consumo di acqua ed inquinamento. Infine, le tariffe basate sui volumi ignorano il principio di equità (Tsur e Dinar, 1997) e di giustizia.

Tariffazioni non-volumetriche. Le tariffazioni non volumetriche dell'acqua irrigua fanno riferimento a unità di base quali input, output, superficie o sono basati sul valore della terra. Questi metodi non presentano l'oneroso processo di quantificare i volumi individualmente, presentando una facile implementazione ed amministrazione, il che spiega la loro grande diffusione. Tuttavia, da un punto di vista teorico, la tariffazione indiretta è considerata poco efficiente, dovuto all'incapacità di responsabilizzare gli utilizzatori finali e spingerli ad un uso razionale della risorsa (Johansson, 2000). La tariffazione per superficie (irrigabile o irrigata) grava sugli utenti che possono servirsi di infrastrutture comuni di distribuzione dell'acqua, nonché dotate di fonti idriche proprie (pozzi, acque di falda, corsi d'acqua provenienti da altre aree).

La tariffazione degli input si fonda sul concetto che l'acqua è un input della produzione indispensabile ed insostituibile, senza il quale l'attivazione di un determinato processo produttivo non è possibile. In termini microeconomici, l'acqua e gli altri input specifici per le colture irrigue (piantine, sementi, ecc.) rappresentano un esempio di beni complementari. Pertanto, la tariffazione degli input si ripercuote sull'acqua di irrigazione. Analogamente al metodo precedente, la tariffazione può gravare sugli output, ossia sulle produzioni che non prescindono dall'irrigazione. Il vantaggio delle tariffazioni sugli input e sugli output risiede nella possibilità opportuna di differenziarle secondo la tipologia colturale.

3. Metodologia

La metodologia di analisi comprende due fasi principali. La prima consiste nell'implementazione di un modello di programmazione lineare (PL) multiagente a livello di bacino (Tisdell 2001; Berbel e Gutierrez 2005, Chinnici et al. 2006), per mezzo del quale effettuare le simulazioni delle diverse politiche di *pricing*. L'output del modello consiste nel valore del reddito agricolo (funzione obiettivo), nell'entità degli input utilizzati e degli output prodotti, nonché nella misurazione degli impatti ambientali¹ (OECD, 2001).

¹ Essi sono: consumo di risorsa, rilascio di nitrati e rischio pesticidi.

La seconda fase della metodologia, invece, consiste nel calcolo dell'efficienza per mezzo della DEA, che consente di calcolare l'efficienza tecnica ed ecologica, in termini relativi. Partendo da una definizione generica di efficienza come rapporto tra la somma pesata di output ed input multipli.

Un vantaggio nell'impiego della DEA consiste nel fatto che non richiede l'assunzione a priori dei pesi, in quanto essi vengono calcolati per mezzo di un algoritmo di programmazione lineare.

In questo studio viene adottata una variante del modello di base della DEA, il cosiddetto modello CCR, inizialmente proposto da Charnes, Cooper e Rhodes nel 1978 (Charnes et al. 1978)², proposta da Korhonen e Luptacik (2004), in cui si applica una DEA a due stadi, che consente di distinguere l'efficienza tecnica e quella ecologica:

a) misura dell'efficienza tecnica della politica '0' (h_0) secondo il modello classico CCR, considerando solo gli m input ed k output desiderati. In questa fase si utilizza un modello denominato "*Frontier Economics*", che corrisponde al modello standard utilizzato dalla DEA, in cui vengono calcolati i pesi relativi agli output (μ_r) ed agli input (ν_j), soggetto al vincolo che le loro somme pesate siano inferiori o uguali a 1 :

$$\max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^k \mu_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m \nu_j x_{j0}} \quad (1)$$

$$\text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^k \mu_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m \nu_j x_{ij}} \leq 1, \quad j=1, 2, \dots, n$$

$$\mu_r, \nu_j \geq \epsilon, \quad r=1, 2, \dots, k; i=1, 2, \dots, m$$

$$\epsilon > 0 \quad (\text{Non-Archimedean}).$$

b) calcolo dell'efficienza ecologica (g_0), come il rapporto tra la somma pesata degli output desiderati, rispetto a quella degli output indesiderati (anche denominato come modello "*Deep Ecology*"):

$$\max g_0 = \frac{\sum_{r=1}^k \mu_r y_{r0}}{\sum_{s=k+1}^p \mu_s y_{s0}} \quad (2)$$

$$\text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^k \mu_r y_{rj}}{\sum_{s=k+1}^p \mu_s y_{sj}} \leq 1, \quad j=1, 2, \dots, n$$

$$\mu_r, \mu_s \geq \epsilon, \quad r=1, 2, \dots, p$$

$$\epsilon > 0 \quad (\text{Non-Archimedean}).$$

Infine, gli indicatori di efficienza calcolati nei passaggi a) e b) (efficienza tecnica ed efficienza ecologica) sono inseriti come output

² Per una trattazione più dettagliata della DEA, si faccia riferimento a Cooper et al. (2000), dove viene riportata anche un'esaustiva rassegna bibliografica.

in un nuovo modello DEA, avente gli input pari all'unità, il quale consente di calcolare un indicatore di eco-efficienza.

4. Applicazione empirica

4.1 Descrizione dell'area di studio

La ricerca è stata condotta nella provincia di Foggia, nell'area amministrativa del Consorzio della Bonifica della Capitanata (CBC). Esso riunisce 39 amministrazioni comunali per un'estensione complessiva di 442 mila ha totali a cui corrispondono 415 mila ha di SAU. Il clima dell'area è a carattere mediterraneo, con estati secche e caratterizzate da temperature elevate, ed inverni miti. Mediamente le precipitazioni ammontano a 400-600 mm di pioggia all'anno, con un'evapotraspirazione annuale di riferimento di 930 mm, inoltre si registrano periodi siccitosi prolungati.

La superficie attrezzata e potenzialmente irrigabile dalla rete rappresenta circa il 32% della SAU. I volumi idrici consortili variano fortemente negli anni e in alcuni casi sono nulli. L'accumulazione negli invasi dipende essenzialmente dalle precipitazioni piovose. In media sono adottati circa 106 milioni di m³ di acqua nella stagione irrigua che ha inizio ad aprile e termina a novembre. Oltre alla fonte consortile, le aziende ricorrono all'emungimento sotterraneo per soddisfare le esigenze idriche degli ordinamenti produttivi. In Tab.1 sono quantificati i volumi idrici provenienti da fonti extra-consortili, e le corrispondenti superfici irrigate, ricavati come differenza tra i fabbisogni irrigui complessivi e i volumi adottati dalla rete consortile i cui dati sono stati forniti dallo stesso ente gestore.

Tabella 1 - Stima di volumi idrici e superfici irrigate extra-consortili

	<i>Volume addotto (M mc)</i>	<i>Fabbisog no idrico (M mc)</i>	<i>Deficit idrico (M mc)</i>	<i>Acqua extra- consor tile</i>	<i>Sup. irrigata (ha)</i>	<i>Diffe- renziale (ha)</i>	<i>Extra- consor- tile</i>
ISTAT*	106,589	195,765	89,176	45,55%	80.709	11.909	17,31%
CASI 3**	131,000	330,922	199,922	60,41%	121.266	67.600	55,75%

Fonte: *) Elaborazione propria a partire dai dati ISTAT; **) INEA, progetto CASI 3

Il fenomeno dell'irrigazione da fonti extra-consortili assume una dimensione rilevante, raggiungendo il 60% dei volumi complessivi stagionali (INEA, 2001b).

4.2 Modello di simulazione territoriale.

Ai fini dell'implementazione del modello di PL, è stata condotta un'aggregazione territoriale a partire dalla base dati provinciali (ISTAT, 2003). Il primo gruppo, il più numeroso (18.199) è costituito

da aziende con meno di 5 ha di SAU, una superficie media inferiore a 2,5 ha, una figura imprenditoriale concreta rappresentata dal conduttore-proprietario, per il quale l'attività agricola costituisce solo una forma di integrazione del reddito. Le colture predominanti sono colture legnose (vite e olivo) che nell'insieme ricoprono il 50% della superficie coltivata e al contempo la maggior parte della superficie irrigua. Tra le colture erbacee, il frumento ricopre il 40% della SAU aziendale, mentre appena il 3% è ripartita tra colture orticole.

Si addensano nel secondo gruppo (tra 5 e 20 ha) 13.063 aziende di superficie media intorno a 10 ha, condotte in forma diretta dal conduttore, imprenditore agricolo a titolo principale. Egli si dedica all'attività costantemente, assorbendo la maggior parte delle ore di lavoro necessarie e ricorrendo a manodopera avventizia nei periodi di punta. Nel riparto colturale dominano le colture cerealicole (68% frumento), messe in rotazione con colture industriali come pomodoro e barbabietola (3% e 2% rispettivamente), non meno con ortaggi da pieno campo (2%). Le colture legnose occupano nell'insieme il 20% della superficie aziendale.

La terza tipologia aziendale (più di 20 ha) rappresenta il gruppo più esiguo (4.720) in termini numerici, esso gestisce la maggioranza della superficie dell'area. La superficie media aziendale ammonta a 43 ha, prevale la conduzione diretta da parte del conduttore, che impiega in proporzione maggiore manodopera extra-aziendale per soddisfare il calendario di lavoro. L'indirizzo produttivo è di tipo cerealicolo estensivo (75 % cereali), a cui si accompagnano colture industriali e ortaggi da pieno campo. Le colture arboree occupano complessivamente il 9% della SAU (olivo 5% e vite 3%). La maggior parte delle operazioni colturali è meccanizzata.

Per le tre tipologie aziendali è stata assunta una funzione obiettivo identica di massimizzazione del reddito familiare. Le aziende sono generalmente gestite da un imprenditore concreto il quale è interessato a massimizzare tutte le remunerazioni percepite dai fattori di produzione conferiti: terra, lavoro e capitale. Pertanto si assume che il reddito familiare corrisponde alla differenza tra la produzione agricola lorda ed i costi sostenuti per l'attività sia di tipo variabile che fisso. Fra i costi variabili il costo della risorsa idrica è computata separatamente sia quando è fornita dal Consorzio, che quando è prelevata dalla falda artesiane. Sono stati considerati i pagamenti diretti alle aziende conformemente alla normativa comunitaria in vigore.

La matrice tecnica delle attività è stata redatta considerando le fonti di informazioni della rete RICA e del CBC, sulla base delle tecniche colturali più diffuse nell'area e dei relativi rendimenti medi. I prezzi dei fattori e delle produzioni si riferiscono alla media degli ultimi

quattro anni secondo il bollettino della Camera di Commercio provinciale.

I vincoli di disponibilità delle risorse attengono alla superficie agricola utilizzata e al lavoro aziendale secondo la categoria lavorativa. La dotazione di capitale rispecchia il risultato dell'indagine campionaria condotta presso le aziende dalla quale è emersa una certa reticenza al credito agrario. La risorsa idrica presenta due limitazioni: la dotazione totale a livello di bacino delle fonti consortile ed extra-consortile, nonché le restrizioni superficiali secondo il quadro attuale. Le rotazioni agronomiche entrano nel modello in qualità di vincoli tecnici. Inoltre si assume invariabile la dimensione aziendale.

4.3. Scenari di politiche di pricing

Il caso di studio si basa sulla simulazione della situazione attuale e di otto politiche di pricing, che verranno descritte di seguito.

1. Baseline. Attualmente l'acqua distribuita dal Consorzio è soggetta ad una tariffa binomia, sia in base alla superficie servita dagli impianti in pressione, sia in base ai volumi effettivamente utilizzati, secondo un metodo di tariffazione con tariffe crescenti per blocchi di consumo (0,09 Euro/mc per 2050 mc/ha, 0,18 Euro/mc per addizionali 950 mc/ha, 0,24 Euro/mc per gli ulteriori consumi). Non sono vigenti delle forme di regolamentazione dirette né per le acque sotterranee, né per le acque superficiali.

1a. Baseline+. Si ipotizza il mantenimento dell'attuale metodo di tariffazione, pur considerando un adeguamento delle tariffe (raddoppio delle attuali tariffe), reso necessario per recuperare il costo pieno, per effetto del completo recepimento della Dir.60/2000. Si intende in tal modo una riduzione dei consumi di acqua derivante dal CBC, ma si prospetta anche una sua sostituzione con l'acqua derivante da altre fonti.

2. Vol tax. Si ipotizza l'obbligatorietà di misurare i volumi di acqua emunti anche dalle fonti idriche alternative al CBC. In tal modo, gli agricoltori non solo dovrebbero farsi carico del costo privato necessario per il sollevamento e la messa in pressione dell'acqua (stimata in 0,09 Euro/mc), ma devono pagare una tassa per l'utilizzo della risorsa (ulteriori 0,09 Euro/mc), in modo da esercitare un maggiore controllo sull'utilizzo delle acque derivanti da altre fonti.

3a. Sup_tax. Si assume una radicale semplificazione del sistema di tariffazione, con l'applicazione di un unico sistema di tariffazione unico sulla superficie effettivamente irrigata (pari a 79 Euro/ha, stimato dividendo gli attuali introiti del CBC sull'intera superficie irrigua), indipendentemente dalla fonte di approvvigionamento. Gli agricoltori verrebbero incentivati ad usare l'acqua del CBC, in quanto le altre fonti richiedono dei costi aggiuntivi per

l'emungimento e la messa in pressione. La tariffa unica ad ettaro dovrebbe orientare gli agricoltori ad utilizzare l'acqua verso le colture piu' convenienti, senza creare distorsioni della produzione.

3b. Sup_tax+. Si tratta di uno metodo di tariffazione analogo al *3a.*, ma con tariffe per superficie piu' elevate (pari a 316 Euro/ha), al fine di perseguire, una riduzione di superfici irrigate e di acqua

4a. Input_tax. Si ipotizza una tariffazione indiretta, calcolata in base al valore degli input specifici delle colture irrigue (sementi e piantine, materiale pacciamante, manichette, ecc.). In tal modo, si riuscirebbe a far gravare indirettamente l'onere dell'acqua irrigua (sia CBC che di altre fonti) a seconda della coltura.

4b. Input_tax+. Si tratta di uno scenario analogo al precedente, ma con una maggiorazione del 30% delle tariffe applicate. Ci si attende un'ulteriore riduzione dell'impatto ambientale.

5a. Output_tax. Si propone un metodo di tariffazione indiretta, con un valore della tariffa commisurato in base alla produttività dell'acqua irrigua somministrata.

5b. Output_tax+. Questo scenario e' analogo al precedente, ma con un raddoppio delle tariffe. Ci si attende, anche in questo caso, una certa riduzione dei consumi idrici.

5. Risultati

Dalla simulazione delle diverse politiche di tariffazione sono emerse alcune differenze significative. Come si evince dall'analisi della Tab.2, lo scenario *1a.* è l'unico in cui si consegue un risparmio di risorsa idrica gestita dal CBC³. Per quanto riguarda l'acqua proveniente da altre fonti, invece, le opzioni *2.*, *3b.*, *4b.*, e *5b.*

L'opzione *2.*, risulta la preferibile, in quanto a fronte di una riduzione sostanziale di acqua da altre fonti di circa il 10%, si verifica solo una riduzione del 3% in termini di reddito agricolo. Nel caso delle altre opzioni, invece, si verificano perdite di reddito molto piu' consistenti. Per quanto riguarda gli indicatori ambientali, invece, le variazioni sono poco rilevanti. Questo risultato è da interpretarsi nel senso che se si persegue una riduzione della pressione ambientale, la politica tariffaria ha uno scarso effetto, mentre sarebbe auspicabile un'innovazione delle tecniche colturali (es. tecniche di produzioni piu' eco-compatibili) oppure puntare su una maggiore diffusione di buone pratiche di coltivazione.

Effettuando l'analisi dell'efficienza tecnica (step 1), emerge che i metodi volumetrici (opzioni *1.*, *1a.*, *2.*) sono quelli in assoluto i più efficienti. I metodi di tariffazione per superficie, e quello basato sulla tassazione degli input mostrano un indice di efficienza molto simile, molto vicino all'unità.

³ La colonna corrispondente alla voce "acqua residua" si riferisce all'acqua residua proveniente da altre fonti.

Tab 2 - Risultati delle simulazioni delle politiche di pricing

Simulazioni	Input			Output desiderati			Output indesiderati	
	Consumi H ₂ O (Mmc)		Capitale (M Eur)	Reddito (M Eur)	Copertura (M Indic.)	H ₂ O resi- dua (Mmc)	Pesticidi (M Indic.)	Nitrati (M t)
	CBC	Altre fonti						
1. Baseline	106,50	89,31	318,7	313	42,50	0	1215	0,352
1a. Baseline+	97,77	89,31	321,3	304	42,63	0	1212	0,358
2. Vol_tax	106,50	80,58	320,5	305	42,63	8,73	1212	0,358
3a. Sup_tax	106,50	89,31	319,3	309	42,64	0	1213	0,358
3b. Sup_tax+	106,50	80,58	320,8	280	42,63	8,73	1212	0,358
4a. Input_tax	106,50	89,31	321,9	305	42,79	0	1216	0,357
4b. Input_tax+	106,50	80,58	325,9	296	42,78	8,73	1216	0,357
5a. Output_tax	106,50	89,31	330,0	289	42,79	0	1216	0,357
5b. Output_tax+	106,50	80,58	338,3	271	42,78	8,73	1216	0,357

Fonte: Nostre elaborazioni

Nel caso, invece, della tassazione degli output, si verifica un livello di efficienza significativamente inferiore, attestandosi su valori pari a 0,93 e 0,89, soprattutto dovuti ad un eccessivo impiego di capitale e di lavoro (Tab.3).

Tab 3 - Analisi dell'efficienza tecnica (Step 1)

Simulazioni	Score	ECESSO DI INPUT					CARENZA di OUTPUT Reddito
		Terra	Lavoro	Capitale	Acqua irrigua		
					CBC	Altre fonti	
1. Baseline	1	0	0	0	0	0	0
1a. Baseline+	1	0	0	0	0	0	0
2. Vol_tax	1	0	0	0	0	0	0
3a. Sup_tax	0,9957	1,5328	0	3,2931	0,9042	0,7583	0
3b. Sup_tax+	0,9967	0	0	0,3588	0	0	0
4a. Input_tax	0,9782	0	0,1645	4,3753	0,3965	0,3325	0
4b. Input_tax+	0,9710	0	0,2982	5,4815	0,0751	0	0
5a. Output_tax	0,9269	0	0,1559	11,6254	0,3757	0,3151	0
5b. Output_tax+	0,8890	0	0,2730	16,0601	0,0688	0	0

Fonte: nostre elaborazioni

La spiegazione economica di tali risultati, probabilmente risiede nel fatto che la tassazione degli output andrebbe a penalizzare i processi produttivi maggiormente remunerativi, e pertanto si andrebbero a favorire invece quelli meno remunerativi, determinando così una perdita di efficienza del settore. Per quanto riguarda, invece, l'analisi dell'efficienza ecologica, non sono state evidenziate differenze significative tra i vari scenari (Tab. 4).

Tali risultati mostrano che il metodo di tariffazione non consente di favorire le coltivazioni caratterizzate da un impatto ambientale più contenuto. In realtà, le colture realizzate nell'area in esame non differiscono molto nella tecnica produttiva (fertilizzazione e controllo patogeni) e, comunque, non esiste una relazione diretta ed univoca tra il consumo di acqua irrigua ed impatto ambientale. Per ridurre significativamente l'impatto ambientale sarebbe necessario incentivare tecniche di produzione a basso impiego di input,

l'adozione di buone pratiche agronomiche, l'assistenza tecnica, nonché azioni di monitoraggio e controllo da parte delle istituzioni preposte alla tutela ambientale.

Tab. 4 - Analisi dell'efficienza ecologica (Step 2)

Simulazioni	Score	ECESSO DI OUTPUT INDESIDERATO		CARENZA DI OUTPUT DESIDERATO		
		Pesticidi	Nitrati	Reddito	Copertura del suolo	Acqua residua altre fonti
1. Baseline	1	0	0	0	0	0
1a. Baseline+	0,9999	0	265686	0	0	0,9037
2. Vol_tax	1	0	0	0	0	0
3a. Sup_tax	1	0	0	0	0	0
3b. Sup_tax+	1,0000	0	0	25	0	0
4a. Input_tax	1	0	0	0	0	0
4b. Input_tax+	1	0	0	0	0	0
5a. Output_tax	1,0000	0	0	16	0	0
5b. Output_tax+	1,0000	0	0	25	0	0

Fonte: Nostre elaborazioni

Inoltre, sebbene in alcuni esempi si ottiene una contenuta riduzione dei consumi idrici, tutti gli scenari sperimentati comportano una perdita di reddito. I presupposti inclusi in questo lavoro risultano fornire gli indizi che possono risolvere la questione. Se la tecnologia è fissa, i diritti dell'acqua non sono commerciali e le assegnazioni della risorsa sono riparate dagli Enti erogatori sotto forma di autorizzazioni o quote, allora la domanda di acqua sarà molto probabilmente anelastica. Inoltre, considerando che negli ambienti di coltivazione con clima mediterraneo, la disponibilità di acqua è limitata e l'irrigazione è una pratica imprescindibile per la realizzazione di colture ad elevata redditività, la modifica del metodo di tariffazione avrà una ripercussione maggiore sul reddito agricolo, piuttosto che sugli impatti ambientali.

6. Considerazioni conclusive

La ricerca presentata in questo articolo ci consente di soffermarci sui seguenti aspetti. Il primo tipo di risultato riguarda l'applicazione della DEA a due stadi per il confronto di scenari di politica idrica diversi. Tale strumento consente di effettuare un ordinamento delle diverse opzioni di politica, basato sul criterio oggettivo dell'efficienza tecnica ed ecologica, e potrebbe così essere utilizzato per agevolare la scelta dei decisori.

In secondo luogo, dal confronto tra i diversi metodi di tariffazione, emerge che i sistemi di tariffazione per superficie e per mezzo della tariffazione degli input, non sembrano significativamente meno efficienti del metodo volumetrico, ma essendo relativamente più semplici da adottare, potrebbero essere consigliabili.

Infine, la tariffazione idrica non sembra essere consigliabile per ridurre l'impatto ambientale, in quanto un eventuale aumento delle tariffe, consentirebbe di ridurre gli impatti, ma provocherebbe anche una significativa riduzione del reddito agricolo.

Bibliografia

- Berbel J., Gutierrez C. (eds) (2005): Sustainability of European Agriculture under Water Framework Directive and Agenda 2000, EC, Bruxelles.
- Bono F, Matranga D. (2005): "Measures of efficiency in the environmental context", In: S.I.S. 2005 - Statistica e Ambiente, 21-23 Settembre 2005, Messina, Italy
- Chinnici G., Gallerani V., Giannoccaro G., Prosperi M., Raggi M., Viaggi D., Zanni G. (2006): "Regolazione dell'uso dell'acqua a scopo irriguo: opzioni ed effetti negli scenari post riforma 2003", Atti del Convegno SIDEA 2006, Assisi, Italy.
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. (1981): "Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through", *Management Science* Vol.27, 6: 668-697, US
- Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. (2000): *Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London
- Dinar A. (2000): "The political economy of Water Pricing Reforms", Oxford University Press, Washington DC
- EEB (European Environmental Bureau) (2001). Handbook on EU Water Policy under the Water Framework Directive. Disponibile in internet: www.eeb.org/activities/water/EEB-Water-Handbook-Absolut-Final2001.pdf
- INEA, Istituto Nazionale di Economia Agraria (2001a): Stato dell'irrigazione in Puglia. Volume Primo, Roma.
- Glass J.C., McCallion G., McKillop D.G., Rasaratnam S., Stringer K.S. (2006): Implications of variant efficiency measures for policy evaluations in UK higher education, *Socio-Economic Planning Sciences* 40, pagg.119-142
- INEA (2001b): "Il progetto CASI - Guida tecnica e presentazione dei risultati", INEA, Roma, 2001
- ISTAT, Istituto Nazionale di Statistica (2003): 5° Censimento nazionale dell'agricoltura, ISTAT, Roma.
- Johansson R.C. (2000): Pricing irrigation water: a literature survey, World Bank Policy Research Working Paper 2449. Washington, DC: World Bank
- Korhonen P.J., Luptacik M. (2004): "Eco-efficiency analysis of power plants: An extension of data envelopment analysis", *European Journal of Operational Research*, 154: 437-446
- OECD (1999). Agriculture Water Pricing in OECD Countries – Working Party on Economics and Environmental Policy Integration
- OECD (2001): Environmental indicators for agriculture. Volume 3 - Methods and Results. OECD, Paris.
- Tisdell J G (2001): The environmental impact of water markets: an Australian case-study. *Journal of Environmental Management* 62: 113-120.
- Tsur Y., Roe T., Doukkali R., Dinar A. (2003): "Pricing Irrigation Water: Principles and cases from developing countries", Resources for the Future, Washington DC
- Tsur, Y. and Dinar, A. (1997). On the relative efficiency of alternative methods for pricing irrigation water and their implementation. *World Bank Economic Review*, 11, 243-262.