

Modelli di coordinamento verticale compatibili con lo sviluppo di filiere bio-energetiche[#]

Gianluca Nardone^{*1}, Emilio De Meo¹, Antonio Seccia², Rosaria Viscecchia¹

¹Dipartimento di Scienze delle Produzioni e dell'Innovazione nei Sistemi
Agro-alimentari Mediterranei, Università di Foggia
Via Napoli 25, 71100 Foggia

²Dipartimento di Economia e Politica Agraria, Estimo e Pianificazione Rurale, Università di Bari
Via Amendola 165/A, 70126 Bari

Società Italiana di Economia Agraria

Riassunto

Una delle prospettive per lo sviluppo delle biomasse destinate a combustibile solido consiste nello sviluppo di filiere locali caratterizzate da coesistenza di fase agricola e fase industriale. A tal fine, però, è necessario implementare un efficace coordinamento verticale tra le parti, con la definizione di contratti che scongiurino il pericolo di eventuali comportamenti opportunistici e garantiscano gli investimenti industriali di forniture stabili e costanti nel tempo. Prendendo spunto da un progetto di una centrale a biomasse alimentata da sorgo nel foggiano, il presente studio riflette sui pagamenti da prevedere in un eventuale contratto per mantenere la fedeltà dell'agricoltore allo stesso. In particolare, poiché l'impresa agricola è dotata di maggiore flessibilità potendo optare annualmente per la coltura meglio remunerata dal mercato, si ipotizza che tale fedeltà possa essere ottenuta legando i pagamenti contrattuali al prezzo della principale coltura alternativa a quella per uso energetico. I risultati del presente lavoro sembrano indicare l'opportunità di fissare un prezzo di acquisto della materia prima che possa essere legato al prezzo del grano in quanto coltura più diffusa sul territorio e che più di ogni altra, in seguito al disaccoppiamento introdotto dalla riforma della PAC, soggiace ad oscillazioni repentine del prezzo di mercato. Utilizzando i dati del Distretto 12 del Consorzio di Bonifica di Capitanata esteso su 11.300 ettari (contro i 20.000 richiesti dalla proposta in questione), è stato possibile organizzare le circa 600 imprese in cinque cluster ognuno dei quali identificato da un'azienda rappresentativa. Con un modello di programmazione lineare sono state condotte simulazioni inserendo nelle opzioni dell'imprenditore il sorgo da biomassa e zuccherino in modalità sia estensiva che intensiva. Attraverso un processo di aggregazione, si è potuto constatare che con un prezzo del grano duro sui 15 €/q il prezzo ritenuto conveniente dall'agricoltore per l'inserimento della coltura energetica nell'ordinamento oscilla intorno ai 50 €/t (superiore ai 40 €/t offerti nel progetto industriale). Si è inoltre identificata una forte correlazione tra il prezzo del grano duro e il prezzo con il quale il sorgo entra nella pianificazione aziendale, tanto che il prezzo da prevedere eventualmente nel contratto supererebbe i 70 € nel caso in cui il grano raggiungesse i 40 €. Tali risultati, pur non offrendo indicazioni circa la convenienza della parte industriale a pagare prezzi maggiori per la biomassa, rappresentano comunque elementi fondamentali per poter riflettere sulle clausole contrattuali capaci di impedire fenomeni di *hold-up* e *moral hazard*.

Parole chiave: biomasse, coordinamento verticale, contratti, *hold-up*.

Summary

MODELS OF VERTICAL COORDINATION CONSISTENT WITH THE DEVELOPMENT OF BIO-ENERGETICS

To foster the development of the biomasses for solid fuel it is fundamental to build up a strategy at a local level in which co-exists farms as well as industrial farms. To such aim, it is necessary to implement an effective vertical coordination between the stakeholders with the definition of a contract that prevents opportunistic behaviors and

[#] Il lavoro è frutto della collaborazione degli Autori. Tuttavia, la Premessa e le Conclusioni vanno attribuite a G. Nardone, il paragrafo 2 a A. Seccia, il paragrafo 3 a E. De Meo, e il paragrafo 4 a R. Viscecchia.

Si ringrazia il prof. Massimo Monteleone per la gentile concessione delle informazioni relative alle caratteristiche tecnico-agronomiche delle colture bio-energetiche ed il dott. Maurizio Prospero per il prezioso contributo nella realizzazione del caso studio.

^{*} Autore corrispondente: tel.: +39 0881 589316; fax: +39 0881 589349. Indirizzo e-mail: g.nardone@unifg.it

guarantees the industrial investments of constant supplies over the time. Starting from a project that foresees a biomass power plant in the south of Italy, this study reflects on the payments to fix in an eventual contract in such a way to maintain the fidelity of the farmers. These one have a greater flexibility since they can choose the most convenient crop. Therefore, their fidelity can be obtained tying the contractual payments to the price of the main alternative crop to the energetic one. The results of the study seem to indicate the opportunity to fix a purchase price of the raw materials linked to the one of durum wheat that is the most widespread crop in the territory and the one that depends more on a volatile market. Using the data of the District 12 of the province of Foggia Water Consortium with an area of 11.300 hectares (instead of the 20.000 demanded in the proposal), it has been possible to organize approximately 600 enterprises in five clusters, each of them identified by a representative farm. With a model of linear programming, we have run different simulations taking into account the possibility to grow sorghum in different ways. Through an aggregation process, it has been calculated that farmers may find it convenient to supply the energetic crop at a price of 50 €/t when the price of durum wheat is 150 €/t. Anyway, this price is lower than the one offered by firm that is planning to build the power plant. Moreover, it has been identified a strong correlation between the price of the durum wheat and the price that makes convenient for the farmers to grow the sorghum. When the price of wheat goes up to 400 €/t then the price that must be paid to the farmers for the energetic crop is 70 €/t. Even though these results offer no definitive indications about the economic convenience of industrial firms to pay greater prices for the biomasses, they represent an important step towards the definition of contractual clauses that may prevent phenomena of hold-up and moral hazard.

Key-words: biomasses, vertical coordination, contracts, hold-up.

1. Premessa

Il dibattito sulle prospettive delle filiere bio-energetiche sta richiamando un crescente interesse, sia in ambito accademico sia in ambito politico, in virtù delle potenziali risposte che queste possono fornire rispetto alle problematiche agricole, ambientali ed energetiche. Gli evidenti freni allo sviluppo di tali filiere, legati principalmente alla minore convenienza rispetto al costo dei combustibili fossili nonché alle manifeste difficoltà degli impianti di raggiungere economie di scala e di reperire la materia prima, hanno determinato una particolare attenzione a costruire adeguate politiche di incentivazione basate su obblighi di produzione di energia da fonti rinnovabili, contributi per le colture energetiche, certificati verdi e, non ultimo, sostegno alla ricerca e sviluppo.

Tali strumenti incentivanti non riescono ad affrontare efficacemente gli specifici limiti strutturali ed organizzativi delle filiere bio-energetiche che, soprattutto nel caso di biomasse per combustibile solido, dipendono fortemente da un'organizzazione su scala locale tale da ridurre l'incidenza dei costi di trasporto. Un'organizzazione secondo un tale schema richiederebbe, però, che gli investimenti industriali possano essere garantiti da forme di integrazione verticale tra gli operatori coinvolti che assicurino forniture stabili e costanti nel tempo e scongiurino il pericolo di eventuali comportamenti opportunistici.

In questa ottica, il presente studio si propone di analizzare le caratteristiche del coordinamento verticale individuando quelle modalità maggiormente compatibili con lo sviluppo di una filiera bio-energetica e con particolare riferimento alla definizione delle clausole contrattuali che possano rendere sostenibile una filiera a bio-combustibili solidi in provincia di Foggia. L'impostazione teorica deriva da due considerazioni di base. Da una parte si considera che con l'integrazione contrattuale le parti stabiliscono le modalità con le quali si disciplina la transazione economica con particolare riferimento ai pagamenti quale parametro principale per giudicare la convenienza o meno ad avviare il rapporto economico. D'altra parte, è anche vero che mentre per il cliente industriale esiste una specificità nella richiesta di materia prima che non può che essere di provenienza locale, l'impresa agricola fornitrice è dotata di maggiore flessibilità potendo valutare l'eventuale convenienza a pianificare la coltura meglio remunerata dal mercato. Ciò determina la possibilità di comportamenti opportunistici e di problemi di *hold-up* o di *moral hazard*, con inevitabili ripercussioni sulla sostenibilità dell'investimento.

Prendendo spunto da un progetto reale che prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da biomassa di origine agricola sul territorio della Capitanata, si è inteso verificare se il prezzo alla produzione

proposto fosse in grado di incentivare gli imprenditori agricoli a modificare la pianificazione aziendale a favore di colture energetiche, nel caso specifico il sorgo. Tale prezzo è stato determinato a condizioni di mercato definite, ovvero avendo fissato il prezzo della principale coltura alternativa a quella per uso energetico. Per arrivare a definire clausole contrattuali tali da disincentivare comportamenti opportunistici, si è scelto poi di verificare come il prezzo concordato dovesse modificarsi in risposta ad aumenti del prezzo della coltura alternativa individuata.

2. Il coordinamento verticale

Il concetto di integrazione verticale fa riferimento alle diverse strategie di incorporazione all'interno di una stessa impresa, o comunque sotto il suo controllo, di attività, processi, funzioni, prodotti e capacità produttive precedentemente realizzate all'esterno di essa. Le scelte di integrazione da parte delle imprese possono riguardare un coordinamento più o meno stretto e vengono definite scelte di *make* o *buy* a significare le due alternative estreme a disposizione dell'impresa: l'internalizzazione del processo produttivo a valle o a monte o l'azione attraverso il mercato a cui è demandato il ruolo di coordinamento e quindi di "armonizzazione" dei processi produttivi.

Tra le due forme estreme esiste una varietà di soluzioni intermedie che possono essere ricondotte alle categorie di quasi integrazione e di integrazione contrattuale. La prima si realizza quando le imprese realizzano forme di collegamento sistematico con altre unità produttive a monte e a valle senza acquisire quote nel capitale di rischio (per es. il *franchising*). L'integrazione contrattuale si ha, invece, quando i legami tra gli operatori di stadi contigui avvengono per contratto. Rappresenta un grado ancora minore di coinvolgimento dell'impresa nella gestione dei suoi partner.

La scelta del *make* o *buy* si basa ovviamente su una serie di valutazioni economiche sull'alternativa che consente all'impresa di raggiungere un maggiore livello di redditività. L'integrazione risulterebbe giustificata rispetto all'esternalizzazione se l'impresa conseguisse un livello superiore di profittabilità dallo svolgi-

mento congiunto di due o più attività rispetto all'opzione di attività realizzate da imprese giuridicamente ed economicamente distinte. La letteratura economica e manageriale ha prodotto numerose spiegazioni teoriche in relazione alla individuazione delle determinanti della convenienza per i processi di integrazione verticale. È possibile tentare una sintesi dei diversi contributi teorici raggruppandoli in tre grandi filoni che saranno di seguito, molto brevemente, esposti.

Il primo filone è quello che fa riferimento all'approccio *strutturalista neoclassico*. Nell'ambito di tale paradigma sono state elaborate diverse teorie che si riferiscono a specifiche determinanti dell'integrazione verticale delle imprese (Stigler, 1961; Bain, 1959). Secondo questa impostazione, la spinta all'integrazione verticale è data dall'esistenza a livello di settore, quindi esogenamente alle imprese, di meccanismi che rendono vantaggiosa economicamente la scelta *make* o *buy*.

Le determinanti economiche principali si riferiscono alla struttura dei costi, in particolare alla possibilità per l'impresa di poter conseguire economie di scala, di scopo e di esperienza attraverso scelte di integrazione verticale o, al contrario, di disintegrazione, a seconda della natura del prodotto, dei processi produttivi e delle caratteristiche del settore in cui opera, come ad esempio il grado di concentrazione. In relazione ai processi produttivi, la condizione di efficienza tecnica può essere presupposto di vantaggio di un processo di integrazione verticale, determinata dalla presenza in un dato settore di tecnologie aventi specifiche caratteristiche tecnico-economiche in termini di indivisibilità o di dimensioni minime. Un ulteriore fattore è dato dalla localizzazione economica, a causa dell'assenza, in alcune aree, di fornitori di materie prime o di semilavorati o di lavorazioni specializzate, che può spingere le imprese a cercare soluzioni organizzative di integrazione verticale in alternativa all'approvvigionamento in aree distanti con maggiori oneri di organizzazione e di trasporto.

L'impostazione strutturalista propone anche una interpretazione legata alle funzioni di costo dei singoli attori coinvolti nel processo di integrazione verticale, nei casi in cui si riscontra un elevato grado di interdipendenza fra le funzioni di costo dei medesimi. In tali situazioni, può

esistere un forte condizionamento della competitività di un'impresa da parte delle scelte produttive realizzate da un'altra senza che la prima tragga vantaggio in termini di profittabilità o che si raggiunga un equilibrio dato dalla massimizzazione congiunta dei profitti di entrambe.

Un secondo approccio è quello *istituzionale o del governo dell'impresa* e fa riferimento alle teorie dell'informazione, dei contratti, dell'agenzia e alle nuove teorie dell'impresa. In questo caso si individuano due principali filoni teorici: quello che considera l'organizzazione interna dell'impresa, originato da Berle e Means (1932) e sviluppato in seguito da altri autori (Fama, Jensen e Meckling), e quello che considera i confini esterni dell'impresa, che prende origine da Coase (1937) e che in seguito ha condotto alla teoria dei costi di transazione e dei diritti di proprietà (Williamson e Grossman-Hart-Moore). Per entrambi i filoni, comunque, è possibile riconoscere un ambito tematico comune, quello della incompletezza della contrattazione. Nel primo caso, essa è riferita ai rapporti interni all'impresa, tra ogni soggetto che agisce da "principale" ed il suo "agente", mentre nel secondo è il mercato l'ambito in cui le imperfezioni contrattuali si manifestano.

Lo strumento dei contratti, in alcuni casi impliciti cioè fondati su regole non scritte ma note, regola i rapporti interni all'impresa fra proprietari e manager, ma anche fra manager e dipendenti, fra proprietari e finanziatori esterni. Tuttavia, essendo il contesto in cui tali meccanismi di interazione avvengono caratterizzato da razionalità limitata ed informazione asimmetrica, i contratti sono necessariamente incompleti.

Un fecondo filone sui rapporti di agenzia tra "principale" e "agente" si è sviluppato nella letteratura della gestione d'impresa. Quest'ultima, non viene più concepita come semplice profilo tecnologico legato ai costi produttivi perché il rapporto di agenzia implica nuove tipologie di costi: quelli relativi al controllo del principale sull'eventuale azione sleale del suo agente (*monitoring costs*), quelli di cauzione, tramite i quali l'agente offre garanzie e rassicura il principale che non si comporterà slealmente (*bonding costs*) ed, infine, i costi connessi alla perdita di valore che l'impresa sostiene nel processo di delega data all'agente dal principale (*residual loss*) (Jensen e Meckling, 1976). Secondo questo ap-

proccio, elaborato negli anni Settanta da autori come Alchian, Demsetz, Fama, Jensen, Meckling, dunque, l'impresa diviene il luogo di convergenza di contratti complessi in cui l'imprenditore si trova collocato in posizione gerarchicamente superiore alle sue controparti.

Secondo Coase (1937) per l'impresa esiste un limite dimensionale nella gestione gerarchica e nella attività di pianificazione che è rappresentato dalle capacità gestionali e dalle possibilità informative dell'imprenditore. Infatti, al di là una certa dimensione, i costi di gestione, di organizzazione ed informativi eccedono gli eventuali costi di transazione che si sosterebbe se si sostituisse, per alcuni rapporti, il mercato all'impresa. La scelta fra "mercato" e "impresa" è quindi regolata dal confronto tra costi di transazione e costi di gestione. Il concetto di costi di transazione viene introdotto con l'analisi economica delle transazioni: sono costi associati all'atto dello scambio, non specificamente visibili e rilevabili (*hidden costs*) ma della cui esistenza l'impresa ha consapevolezza tanto da mettere in atto comportamenti finalizzati a minimizzarli.

Secondo Williamson (1975), grazie al quale il problema della contrattazione si sposta ai confini esterni dell'impresa, in situazione di scelta fra una relazione di gerarchia (impresa) e una transazione effettuata tra due contraenti indipendenti (mercato), l'integrazione verticale costituisce la soluzione organizzativa efficiente in presenza di elevati costi di transazione.

Il modello di Williamson si basa su due assunzioni comportamentali e tre variabili per spiegare le determinanti specifiche dei costi di transazione da cui possono derivare i livelli di integrazione verticale delle imprese. Le assunzioni comportamentali sono la razionalità limitata e l'opportunismo degli attori. Le variabili economiche sono il possesso di risorse specifiche, l'incertezza e la frequenza delle transazioni.

La razionalità limitata indica che i protagonisti delle contrattazioni di mercato sono caratterizzati da limiti nelle capacità cognitive e di elaborazione delle informazioni per cui non possono prevedere tutte le conseguenze delle proprie decisioni.

L'opportunismo degli attori consiste nel perseguire finalità egoistiche attraverso l'utilizzo parziale o distorto di informazioni con lo scopo di confondere gli interlocutori di mercato.

La specificità delle risorse si riferisce a in-

vestimenti in risorse materiali e immateriali strettamente connessi ad una data transazione non avendo possibilità di impiego alternativo al di fuori di essa (Riordan, Williamson, 1985, Perry 1989).

L'incertezza delle transazioni è connessa alla difficoltà di prevedere le conseguenze giuridico-economiche degli scambi di mercato con riferimento a problemi contrattuali della transazione, non identificabili a priori, e che generano ostacoli nell'esecuzione degli accordi.

La frequenza delle transazioni riguarda la ripetitività nel tempo delle stesse e il peso economico che hanno per le parti coinvolte nella transazione.

Nel caso in cui per un'impresa una determinata transazione di mercato sia contraddistinta da elevata frequenza, da rilevanti investimenti specifici ed elevata incertezza, la soluzione efficiente risulta essere l'integrazione verticale.

In alcuni casi non risultano efficienti né l'integrazione verticale né il mercato concorrenziale, per cui, in tali casi, è necessario stabilire contratti che però sono inevitabilmente incompleti in un ambiente di razionalità limitata ed asimmetria informativa, e quindi esposti al rischio di comportamento opportunistico di una delle parti.

Il terzo e ultimo approccio è quello definito *strategico* secondo il quale alla base delle scelte di integrazione verticale non c'è la natura esogena della transazione economica bensì il comportamento strategico dell'impresa finalizzato a rafforzare le proprie posizioni competitive. La struttura gerarchica di governo permette di gestire risorse immateriali, come l'informazione e l'innovazione, in misura migliore rispetto ad una struttura deverticalizzata composta da numerosi soggetti economicamente e giuridicamente indipendenti.

Si possono individuare due diversi ambiti concettuali che determinano le scelte di integrazione verticale da parte delle imprese: azioni strategiche di integrazione verticale volte a ostacolare l'ingresso nel settore da parte di potenziali concorrenti (Comanor 1967; Comanor e Fech 1985; Blair e Kaserman 1978) e azioni intese a rafforzare la posizione competitiva dell'impresa.

Tra i fattori alla base di strategie di integrazione verticale volte al miglioramento competitivo dell'impresa assumono particolare importanza:

1. Il miglioramento dei flussi informativi di mercato per evitare che pervengano all'im-

presa alterati sia nella qualità che nella quantità (Blair e Kaserman, 1982; Caves e Murphy, 1976).

2. Il controllo della qualità delle materie prime e delle fasi particolarmente rilevanti in termini di generazione della qualità del prodotto finale.
3. L'efficienza e l'efficacia logistica: l'impresa può avere la necessità di migliorare il proprio ciclo manifatturiero e di commercializzazione coerentemente con le modificazioni della domanda di mercato.
4. La tutela economica delle innovazioni: le imprese possono avere la necessità di tutelare le innovazioni prodotte evitandone l'esterernalizzazione.
5. L'assicurazione di uno sbocco di mercato soprattutto nel caso di creazione di nuovi mercati con prodotti innovativi: l'integrazione verticale costituisce una scelta strategica fondamentale per fare affermare un prodotto nel mercato e favorire la penetrazione commerciale.

La scelta di soluzioni che minimizzano il rischio connesso con le attività aziendali e che è strettamente dipendente dall'imprenditore o dal soggetto economico dell'impresa.

3. Il modello di riferimento: la teoria dei contratti, l'imprenditore razionale e massimizzante e i modelli di programmazione lineare

Negli ultimi venti anni la teoria dei contratti ha dato vita a uno dei filoni più fecondi della ricerca economica come attesta il premio Nobel assegnato nel 2001 a George A. Akerlof, Michael A. Spence e Joseph E. Stiglitz per avere analizzato il funzionamento dei mercati in presenza di asimmetria informativa, un concetto importante per capire la natura degli accordi tra soggetti. L'approccio teorico mette al centro dell'interesse il contratto inteso come un accordo volontario tra due o più individui con il quale, indipendentemente dal fatto che esso ne possieda lo status giuridico, essi stabiliscono le modalità attraverso cui debba realizzarsi una certa transazione economica. Tramite il contratto gli individui stabiliscono le azioni che ciascuno deve intraprendere ed il comportamento che ciascuno può aspettarsi dagli altri. Inoltre il contratto stabilisce i pagamenti che devono essere effettuati (Aron, 1984; Hermalin, 1986; Joskow, 1985; Joskow, 1987; Klein, Crawford, Alchian,

1978; Aghion e Bolton, 1987; Dixit, 1983; Townsend, 1979; Hart, 1988; Hart e Holmstrom, 1987).

Le norme contrattuali possono prevedere la specificazione di una serie di azioni che contemplano il volume specifico (max o min) del prodotto oggetto dello scambio, il tipo e la modalità di determinazione della qualità del prodotto, i tempi e modalità di consegna, il sistema di determinazione e modulazione del prezzo, la tecnologia di produzione, la fornitura dei fattori di produzione, l'indennizzo in caso di violazione delle norme. A seconda delle norme contrattuali concordate si distingue tra tre tipologie di contratto che presentano vincoli crescenti: *market specification*, *production management*, *resource providing*.

Il contratto più efficiente ai fini dell'organizzazione delle attività economiche è quello definito completo, caratterizzato dal fatto di prevedere e descrivere tutte le contingenze che potrebbero emergere nello svolgimento della relazione, definire le azioni e i compensi adeguati per ciascuna contingenza e assicurare la certezza dell'esecuzione dei termini contrattuali.

In realtà, i mercati presentano una serie di problematiche (razionalità limitata degli individui, costi di scrittura, informazione asimmetrica tra le parti coinvolte, costi di *enforcement*) che determinano la definizione di contratti di fatto incompleti e quindi condizioni di mercato lontane dall'efficienza. In generale, le conseguenze dell'incompletezza contrattuale possono essere ricondotte a 4 macro categorie: rinegoziazione ex-post dei contratti e problema degli investimenti specifici (*hold-up*); informazione asimmetrica e opportunismo pre-contrattuale; selezione avversa (*adverse selection*); opportunismo post-contrattuale e *moral hazard*.

Nel caso della filiera bio-energetica locale, la specificità degli investimenti unita all'incompletezza contrattuale determina un potenziale problema di *hold-up*, per cui alcuni investimenti, pur se socialmente efficienti, possono non essere realizzati. Un ulteriore problema è legato al fatto che se, successivamente alla realizzazione dell'investimento si verificassero contingenze impreviste tali da rendere opportuno modificare i termini del contratto iniziale, una delle parti può approfittarsi della natura specifica dell'investimento realizzato dall'altra per recedere dal contratto. Anche in questo caso si avrebbero effetti negativi sull'efficienza della transazione.

Possibili soluzioni potrebbero essere rappre-

sentate da particolari contratti a lungo termine, con un orizzonte temporale pari all'intera durata della transazione per cui l'investimento ha rilevanza, in cui siano chiaramente specificate le obbligazioni di ciascuna parte e, in particolare, i criteri di pagamento della fornitura in maniera tale da evitare comportamenti opportunistici. Considerando le opzioni a disposizione dell'agricoltore che produce biomasse, tale modello può trovare una risposta concreta nella definizione di prezzi di fornitura collegati al prezzo di una coltura sostitutiva in un ipotetico piano di produzione di un imprenditore agricolo razionale e massimizzante.

Per poter determinare un tale sistema di pagamento, è possibile utilizzare modelli di programmazione matematica che la letteratura economico-agraria ha ampiamente riconosciuto come strumenti di analisi adeguati per prevedere le scelte colturali dell'imprenditore.

I modelli di programmazione matematica utilizzati in economia sono modelli di ottimizzazione in cui una funzione obiettivo soggetta a vincoli è massimizzata o minimizzata scegliendo opportunamente i valori di specifiche variabili. I vincoli rappresentano le condizioni che definiscono l'ambiente economico, tecnologico ed istituzionale in cui opera l'impresa e determinate variabili esogene fuori dal controllo dell'agente. La soluzione del problema rappresentato dal modello, se esiste, esprime i valori ottimi delle variabili nel rispetto di tutti i vincoli. In particolare la programmazione lineare (PL) costituisce uno strumento basato su un insieme di teoria e metodi di soluzione di problemi che comportano la massimizzazione o la minimizzazione di una funzione matematica di tipo lineare soggetta ad una serie di vincoli lineari (Panattoni e Campus, 1969; Cosentino e de Benedictis, 1979; Chiang, 1984; Hazell e Norton, 1986; Paris, 1991).

Tali modelli possono diventare metodi di previsione se usati per descrivere il comportamento degli agenti in condizioni diverse da quelle in cui operano. Per utilizzare correttamente la programmazione matematica a scopo previsionale si rende necessaria una fase di convalida del modello con cui verificare la sua capacità di replicare la realtà osservata. In pratica, se l'ipotesi comportamentale assunta nel modello è vera e se la struttura dei vincoli è tale da rappresentare adeguatamente i vincoli che l'imprenditore deve fronteggiare nella realtà, il modello dovrebbe fornire i valori osservati del-

le variabili (Cafiero, 2004). Quando ciò non accade si può ricorrere alla calibratura del modello attraverso la modifica di alcuni parametri e di alcuni vincoli in modo da consentire l'aderenza tra la soluzione del modello e la realtà osservata (Mc Carl e Aplan, 1986; Howitt, 1992).

Un ulteriore aspetto da notare, nella definizione del modello di analisi, è la necessità di utilizzare modelli settoriali per simulare e valutare gli effetti di un determinato cambiamento a livello aggregato. I modelli settoriali si differenziano da quelli aziendali per la funzione obiettivo che non è più quella comportamentale degli agricoltori ma è una funzione tale da consentire il raggiungimento di una soluzione coerente con il nuovo equilibrio di mercato. Inoltre, è opportuno notare che la costruzione di tali modelli presenta un ulteriore problema operativo rappresentato dall'aggregazione delle diverse unità produttive del settore.

4. Il caso studio di una filiera energetica locale

Al fine di stabilire la convenienza ad incentivare la formazione di un rapporto stabile regolato dalla stipula di un contratto tra agricoltori ed industriali è stato sviluppato un caso studio in cui si è ipotizzata la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da biomassa di origine agricola in provincia di Foggia. Nel caso specifico, la proposta presentata al ter-

ritorio prevede la realizzazione di un impianto che necessita di una copertura minima di 20.000 ettari da destinare alla coltivazione di sorgo. L'industria di trasformazione sarebbe disposta a concordare un prezzo di acquisto della biomassa di 40-45 €/t attraverso contratti di coltivazione e accordi di fornitura.

Seguendo gli obiettivi del presente lavoro si è cercato di valutare se il prezzo è congruo rispetto agli obiettivi massimizzanti degli agricoltori e se il rapporto contrattuale a prezzo fisso è in grado di garantire flussi di fornitura stabili nel tempo assicurando un costante approvvigionamento all'impianto di trasformazione. Per fare ciò si è voluto verificare il prezzo di ingresso del sorgo nell'ordinamento colturale alle attuali condizioni di mercato e le variazioni nelle forniture a seguito di modifiche del prezzo del grano duro preso come più importante coltura alternativa.

Come area di studio è stato individuato il Distretto 12 del Consorzio di Bonifica di Capitanata in virtù della presenza di aziende vitali, di consistenti dimensioni e con elevata professionalità, oltre che della disponibilità di una base dati strutturata ed aggiornata. Tale Distretto presenta 45 settori estesi su 11.300 ha con il 37% di SAU irrigata. Alle 1.458 ditte catastali presenti corrispondono circa 600 aziende di media e grande dimensione che sono state *clusterizzate* in base alla superficie e all'uso del suolo (fig. 1).

Sono stati isolati cinque cluster di aziende rappresentative del territorio (tab. 1) per cia-



Figura 1. Localizzazione del Distretto 12 di Capitanata (fonte: Consorzio di Bonifica della Capitanata).

Figure 1. Capitanata District 12 localization (source: Consorzio di Bonifica della Capitanata).

Tabella 1. Caratteristiche dei Cluster nel Distretto 12 (fonte: nostre elaborazioni da dati del Consorzio di Bonifica della Capitanata).

Table 1. Disterct 12 Cluster characteristics (source: our elaboration from Consorzio di Bonifica della Capitanata data).

	Cluster				
	1	2	3	4	5
SAT media (ha)	8,9	8,3	11,2	4,1	220,8
SAT totale (ha)	561	1.686	8.218	608	221
% su SAT Distretto	5	15	73	5	2
Imprese	64	215	1001	177	1
% su imprese Distretto	4	15	69	12	0
Numero di settori	3	8	30	3	1
Imprese per settore	21	27	33	59	1
Caratterizzazione	granicole	pomodoricole, orticole	pomodoricole estensive	arboricole	pomodoricole specializzate

scuno dei quali si è proceduto ad individuare le aziende rappresentative su cui sono state condotte le simulazioni che poi, per un processo di aggregazione, hanno condotto ai risultati dell'intero Distretto.

La coltura prevalente è il grano duro che è coltivato laddove, pur essendoci sufficiente disponibilità di acqua, le caratteristiche pedoclimatiche non consentono di raggiungere alti redditi; al contrario la coltura irrigua determinante è il pomodoro da industria, mentre le altre orticole sono ostacolate da problemi di avversità o da stanchezza del terreno (fig. 2).

Nelle simulazioni è stato inserito, come coltura bio-energetica, il sorgo da biomassa e zucherino ipotizzando che, a seconda delle modalità, estensiva o intensiva, di coltivazione possa passare da livelli produttivi di 18t/ha a 25 t/ha. Si tratta di una coltura annuale con ciclo primaverile-estivo, coltivata in rotazione con il grano in sostituzione delle colture irrigue.

Come anticipato, il modello adottato per ciascuno dei 5 cluster di aziende che costituiscono il distretto è un modello di programmazione lineare (PL) che prevede la specificazione di alcune assunzioni: la massimizzazione del reddito lordo e una tecnologia lineare. Il modello può essere descritto come:

$$MaxRL_d = \sum_{j \in J} P_j \cdot q_j + \sum_{j \in I} aiu_j \cdot q_j - \sum_{j \in I} w_j \cdot q_j - \sum_{j \in I} c_{acq} \cdot q_j - w_{acq} - \sum_{j \in I} c_{lav} \cdot w_{lav} + pau$$

soggetto a¹

$$\sum_{j \in I} a_{2j} \cdot q_{jacc} \leq b_{acq}$$

$$\sum_{j \in I} a_{2j} \cdot q_j \leq b_{fam} + b_{extra}$$

$$\sum_{j \in I} a_{3j} \cdot q_{jacc} \leq b_{acq}$$

$$\sum_{j \in I} e_{ji} \cdot q_j \leq 0$$

Con il modello descritto, implementato con il software di programmazione matematica GAMS (General Algebraic Modeling System), è stato possibile verificare il prezzo di ingresso del sorgo nell'ordinamento colturale alle attuali condizioni di mercato ed analizzare i diversi scenari possibili a seguito di modifiche del prezzo del grano.

I risultati ottenuti indicano una forte correlazione tra il prezzo con il quale il sorgo entra nella pianificazione aziendale e il prezzo di mercato del grano duro. In particolare, l'analisi evidenzia che il prezzo del contratto da stipulare per

¹ I termini hanno i seguenti significati: RL_d è il reddito lordo del distretto, J il set dei prodotti realizzati, I il set delle possibili attività, P_j è il vettore dei prezzi di mercato dei prodotti, Q_j è il vettore dei possibili prodotti realizzabili, aiu_j sono gli aiuti accoppiati, w_j i costi variabili per unità di prodotto, C_{acq} il consumo di acqua, W_{acq} il costo dell'acqua, C_{lav} l'impiego di lavoro, W_{lav} il costo del lavoro, pau il pagamento unico aziendale, a_{1j} il fabbisogno unitario terra, b_1 la disponibilità del fattore terra, a_{2j} il fabbisogno unitario lavoro dell'azienda, b_{fam} la disponibilità di lavoro familiare, b_{extra} la disponibilità di lavoro avventizio, a_{3j} il vettore di fabbisogno unitario di acqua, q_{jacc} le produzioni irrigue, b_{acq} la disponibilità del fattore acqua, e e_{ji} il coefficiente di rotazione agronomica.

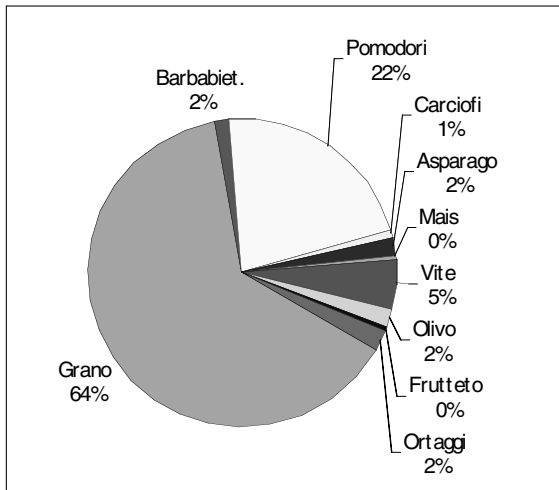


Figura 2. Ordinamento colturale del distretto 12 (fonte: Consorzio di Bonifica della Capitanata).

Figure 2. District 12 cropping system (source: Consorzio di Bonifica della Capitanata).

tonnellata di sorgo passa da un minimo di 50 € quando il prezzo del grano si aggira intorno ai 15 €/q.le e supera la somma di 70 € se il prezzo del grano raggiunge il valore di 40 € (fig. 3).

Inoltre, l'analisi evidenzia che un prezzo di acquisto della biomassa di 40-45 €/t non sarebbe congruo rispetto agli obiettivi massimizzanti degli imprenditori agricoli, neanche nel caso in

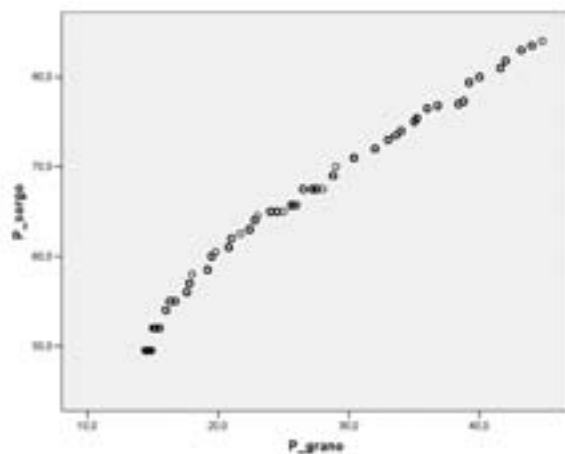


Figura 3. Relazione tra prezzo del sorgo e prezzo del grano (fonte: nostre simulazioni).

Figure 3. Sorghum-weath price relationship (source: our simulation).

cui il prezzo del grano si mantenesse a livelli inferiori ai 20 €/qle, ipotesi assai improbabile vista la crescente tendenza mostrata da questa coltura nell'ultimo biennio e che, stando alle recentissime stime pubblicate dalla FAO, sarebbe destinata ad ulteriori incrementi nel prezzo di vendita.

5. Conclusioni

Una forte integrazione a livello locale costituisce il presupposto per lo sviluppo di filiere bioenergetiche che, come è noto, risultano caratterizzate da bassa redditività del business ed alta incidenza dei costi di trasporto. Il vincolo maggiore a questo tipo di soluzione è rappresentato dalla richiesta di forti investimenti nella fase a valle di costruzione dell'impianto che necessita di garanzie nella fornitura di materia prima. Una possibile soluzione a questa criticità risiede nella definizione di contratti a lungo termine in grado di fidelizzare i fornitori impedendo il più possibile l'eventualità che questi possano assumere comportamenti opportunistici.

I risultati del presente lavoro sembrano indicare l'opportunità di fissare un prezzo di acquisto della materia prima che possa essere legato al prezzo del grano in quanto rappresenta la coltura alternativa più diffusa sul territorio e che più di ogni altra, in seguito al disaccoppiamento introdotto dalla riforma della PAC, soggiace ad oscillazioni repentine del prezzo di mercato.

Lo studio condotto ha quindi consentito di valutare la convenienza della coltivazione di biomasse per il settore agricolo. In particolare, dai risultati ottenuti emerge che il prezzo di 40 o 45 €/t previsto dall'impresa di produzione dell'energia nello specifico caso studio non risulterebbe adeguato ad incentivare gli agricoltori ad inserire la biomassa nella propria pianificazione neanche con un prezzo del grano molto basso. D'altro canto gli industriali, qualora il prezzo del grano si attestasse a circa 35 €/q, come prevedibile dal trend registrato negli ultimi anni, dovrebbero essere disposti a pagare agli imprenditori agricoli un prezzo superiore ai 70 €/t per assicurarsi la fornitura di materia prima.

È ovvio che tali risultati non offrono indicazioni circa la convenienza della parte industriale a pagare prezzi maggiori e pertanto non si possono ritenere esaustivi al fine di individuare l'adeguatezza per l'intera filiera.

Un secondo aspetto che sarebbe opportuno esplorare in ulteriori riflessioni sull'argomento può riguardare l'apporto di politiche tese a promuovere lo sviluppo della filiera. In particolare potrebbe essere utile considerare l'effetto di ulteriori premi accoppiati legati alla produzione di colture energetiche nonché l'implementazione delle potenzialità offerte dal Decreto legislativo 102/2005 in riferimento alla costituzione di Organizzazioni di Produttori (OP) e di Accordi di filiera.

Bibliografia

- Aghion P., Bolton P. 1987. Contracts as a barrier to entry. *American Economic Review*, 77:388-401
- Akerlof G. 1970. The market for lemons: qualitative uncertainty and the market mechanism. *Quarterly Journal of Economics*, 84:488-500.
- Alchian A., Demsetz H. 1972. Production, information costs and economic organization. *The American Economic Review*, 62.
- Aron D. 1984. Ability, moral hazard, and firm diversification. I parte, Mimeo, Department of Economics, University of Chicago.
- Bain J. 1959. *Industrial organization*. Wiley, New York.
- Berle A. A., Means G.C. 1966. *Società per azioni e proprietà privata*. Einaudi, Torino.
- Blair R.D., Kaserman D.L. 1978. Vertical integration, tying and antitrust policy. *American Economic Review*, 68.
- Cafiero C. 2004. Ci si può fidare dei modelli matematici nelle analisi di politica agraria? *Politica Agricola Internazionale*, 1-2.
- Carlton D.W., Perloff J.M. 1997. *Organizzazione industriale*. McGraw-Hill, Milano.
- Caves R., Murphy W.F. 1976. Franchising: firms, markets and intangible assets. *Southern Economic Journal*, 42.
- Chiang A.A. 1984. *Fundamental methods of mathematical economics*. Third Edition. Mc Grow-Hill, Milano.
- Coase R.H. 1937. The nature of the firm. *Economica*, 4.
- Comanor W.S. 1967. Vertical mergers, market power and the anti-trust laws. *American Economic Review*, 57.
- Comanor W.S., Frech H.E. 1985. The competitive effects of vertical agreements. *American Economic Review*, 75.
- Cosentino V., De Benedictis M. 1976. Forme di conduzione ed equilibrio dell'impresa. *Rivista di Economia Agraria*, 2.
- Dixit A. 1983. Vertical integration in a monopolistically competitive industry. *International Journal of Industrial Organization*, 1:63-78.
- Grossman S., Hart O. 1986. The costs and benefits of ownership: a theory of vertical and lateral integration. *Journal of Political Economy*, 691-719.
- Hart O. 1988. Incomplete contracts and the theory of the firms. *Journal of Law, Economics and Organization*, spring.
- Hart O., Holmstrom B. 1987. The theory of contracts. In: Bewly T. (ed.): *Advances in Economic Theory*. Cambridge, Mass., Cambridge UP.
- Hazell P.B., Norton R.D. 1986. *Mathematical programming for economic analysis in agriculture*. Mc Millian Publishing Company, NY.
- Hermalin B. 1986. Adverse selection and contract length. Mimeo, Massachusetts Institute of Technology.
- Howitt R.E. 1992. Positive quadratic programming. Department of Agricultural Economics, University of California, Davis, CA.
- Jensen M., Meckling W. 1976. Theory of the firm: managerial behaviour, agency costs and capital structure. *Journal of Financial Economics*, 3.
- Joskow P. 1985. Vertical integration and long term contracts. *Journal of Law, Economics and Organization*, 1, 33-79.
- Joskow P. 1987. Contract duration and relationship-specific investments. *American Economic Review*, 77, 168-185.
- Klein B., Crawford R., Alchian A. 1978. Vertical integration appropriable rents and the competitive contracting process. *Journal of Law and Economics*, 297-326.
- McCarl B.A., Aplan J. 1986. Validation of linear programming models. *Southern Journal of Agricultural Economics*, Dec.
- Milgrom P., Roberts J. 1994. *Economia, organizzazione e management*. Il Mulino-Prentice Hall, Bologna.
- Panattoni A., Campus F. 1974. *Economia dell'azienda agraria*. Unione Tipografica Editrice Torinese, Torino.
- Paris Q. 1991. *Programmazione lineare, un'interpretazione economica*. Il Mulino, Bologna.
- Perry M.K. 1989. Vertical integration: determinants and effects 2. In: Schmalensee R., Willig R.D. (eds.): *Handbook of industrial Organization*, Elsevier Publ., North Holland.
- Riordan M.H., Williamson O.E. 1985. Asset specificity and economic organization. *International Journal of Industrial Organization*, 3.
- Schmalensee R., Willig R.D. 1989. *Handbook of industrial Organization*. Elsevier Publ., North Holland.
- Spence M. 1973. Job Market Signaling. *Quarterly Journal of Economics*, 87:355-374.
- Stigler G.J. 1968. *The organization of Industry*, Chicago.
- Stiglitz J. 1977. Monopoly, Nonlinear Pricing, and Imperfect Information: The Insurance Market. *Review of Economic Studies*, 44:407-430.
- Tirole J. 1991. *Teoria dell'organizzazione industriale*. Hoepli, Milano.
- Townsend R. 1979. Optimal Contracts and Competitive Markets with Costly State Verification. *Journal of Economic Theory*, 21:265-293.