



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DOTTORATO DI RICERCA
ANALISI ECONOMICHE, INNOVAZIONE TECNOLOGICA E
GESTIONE DELLA POLITICHE PER LO SVILUPPO TERRITORIALE
XXII CICLO

L'INDUSTRIA CALCIO:
EFFICIENZA E FENOMENI DI
DIPENDENZA SPAZIALE

SETTORE SCIENTIFICO DISCIPLINARE: SECS-P/06



BORSA DI STUDIO FINANZIATA DALLA
ASSEMBLEA REGIONALE SICILIANA

TESI DI DOTTORATO DI
MIRKO PELLERITO

TUTOR
CH.MO PROF. GIORGIO FAZIO

COORDINATORE DEL CORSO
CH.MO PROF. FABIO MAZZOLA

INDICE

<i>RINGRAZIAMENTI</i>	4
INTRODUZIONE	5
CAPITOLO 1	9
LA NATURA ECONOMICA DEL “BENE CALCIO”	9
1.1 L’IMPORTANZA DEL CALCIO NELL’ECONOMIA DELLO SPORT	9
1.2 L’ATTUALE CONDIZIONE DI DISSESTO DELL’INDUSTRIA	10
1.3 LA NATURA MULTIPLA DEL “BENE CALCIO”	11
1.3.1 IL CALCIO COME BENE DI MERCATO	13
1.3.2 IL CALCIO COME BENE RELAZIONALE	17
1.4 LE RAGIONI DEL FINANCIAL FAIR PLAY	19
1.5 OBIETTIVI DELL’ANALISI	21
CAPITOLO 2	23
ANALISI DI EFFICIENZA	23
2.1) PREMESSA	23
2.2) ALCUNE DEFINIZIONI DI EFFICIENZA	23
2.3) METODI DI STIMA DELLA FRONTIERA DI PRODUZIONE	29
2.4) DATA ENVELOPMENT ANALYSIS	29
2.4.1) DEA CCR	33
2.4.2) DEA BCC	42
2.4.3) EFFICIENZA TECNICA PURA ED EFFICIENZA DI SCALA	45
2.4.4) INPUT ED OUTPUT VIRTUALI	48
2.4.5) PEER UNITS	49
2.4.6) ANALISI DI SENSITIVITÀ	49
2.4.7) VANTAGGI E SVANTAGGI TECNICA DEA	51
2.5) STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS	52
2.6) L’ANALISI DI EFFICIENZA NELL’ECONOMIA DELLO SPORT	58
2.7) IL <i>DATA SET</i>	61
2.8) RISULTATI	66
2.8.1) RISULTATI DEA	66
2.8.2) ANALISI DI ROBUSTEZZA RISULTATI DEA	71
2.8.3) RISULTATI SFA	77

CAPITOLO 3	82
L'INTERAZIONE SPAZIALE NEI RISULTATI DI EFFICIENZA SPORTIVA E FINANZIARIA DELLE IMPRESE CALCISTICHE.....	82
3.1) PREMESSA	82
3.1) <i>SPILLOVERS</i> SPAZIALI E TECNICHE D'INDAGINE.....	82
3.1.1) L'AUTOCORRELAZIONE SPAZIALE.....	85
3.1.2) L'ETEROSCHEDASTICITÀ SPAZIALE.....	87
3.2) L'INCORPORAZIONE DEGLI EFFETTI SPAZIALI NEI MODELLI ECONOMETRICI	87
3.3) I PRINCIPALI TEST UNIVARIATI SPAZIALI LOCALI E GLOBALI	89
3.4) I PRINCIPALI MODELLI SPAZIALI DI REGRESSIONE LINEARE.....	91
3.5) UN'APPLICAZIONE EMPIRICA SULLA SERIE A ITALIANA	94
3.5.1) I RISULTATI OTTENUTI	95
CONCLUSIONE	102
APPENDICE	106
BIBLIOGRAFIA	107
INDICE DELLE FIGURE.....	112
INDICE DELLE TABELLE	113

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare innanzitutto il mio Tutor, il Prof. Giorgio Fazio, per tutti i preziosi consigli e gli insegnamenti che mi ha dato, nonché per la grande serietà, professionalità ed impegno che mi ha dimostrato e con cui mi ha guidato in questi tre anni di lavoro svolto insieme.

Ringrazio il Prof. Vincenzo Fazio, coordinatore del dottorato per oltre due anni, sempre attento alle problematiche dei dottorandi del mio ciclo ed il Prof. Fabio Mazzola, coordinatore in carica del dottorato, per la guida nel delicato periodo della produzione e consegna degli elaborati agli organi competenti.

Desidero anche ringraziare il Prof. Sergio Vizzini per avermi offerto l'opportunità di svolgere una limitata attività didattica relativamente a temi oggetto di analisi nel corso di dottorato, permettendomi di affiancare all'attività di ricerca la sua naturale conseguenza, l'attività didattica.

Ringrazio tutti i colleghi del corso, sempre pronti alla collaborazione scientifica e prodighi anch'essi di buoni consigli, con alcuni dei quali abbiamo instaurato una vera amicizia.

Ringrazio i Professori del dipartimento SEAF, che ho avuto modo di apprezzare e conoscere partecipando ai consigli di dipartimento in qualità di rappresentante dei dottorandi, i quali mi hanno sempre fatto sentire parte integrante del dipartimento non solo formalmente, ma anche sostanzialmente.

Ringrazio il personale amministrativo tutto, in particolare la Dott.ssa Panebianco, sempre disponibile ad aiutare i dottorandi in tutte le questioni burocratiche inerenti il corso.

Ringrazio la mia famiglia, per il sostegno ed il grande aiuto che mi hanno dato. In particolare ringrazio Laura, per essermi stata vicina in ogni momento durante questi tre anni di lavoro.

INTRODUZIONE

In questi ultimi anni il processo di globalizzazione ha influito in modo determinante sui processi decisionali e, conseguentemente, sullo sviluppo competitivo dei sistemi territoriali. In questo nuovo contesto economico il territorio è diventato un fattore produttivo al pari del lavoro, del capitale, della tecnologia e delle conoscenze.

Il compito delle politiche è oggi diventato fondamentale per evitare una distribuzione disomogenea delle attività economiche e per ridurre i differenziali geografici di ricchezza e benessere. In questo nuovo contesto i modelli di sviluppo tradizionali sembrano non riuscire più a rispondere efficacemente agli obiettivi della competitività e dell'equità. La dimensione spaziale a cui si devono rivolgere le strategie sono oggi un problema complesso al quale si può dare risposta solo con politiche che pongono al centro dell'azione i sistemi locali.

Il tema della tesi è una conseguenza di questi principi, che hanno portato alla scelta di analizzare un'industria che presenta delle condizioni di inefficienza con evidenti squilibri a livello regionale, determinati non soltanto da aspetti economici bensì anche da fattori di identità sociale che evidenziano un elevato radicamento delle imprese del settore con il territorio di riferimento: queste ragioni hanno determinato la scelta di indagare sui fenomeni inerenti l'"Industria Calcio" in Italia.

L'analisi economica degli sport professionistici è stata, in passato, spesso trattata come una branca dell'industria dello spettacolo, ed affrontata in discipline proprie dell'Economia dello Sport. Oggi molti economisti concordano sul fatto che, a causa dell'importanza sociale, economica e culturale, l'analisi empirica degli sport professionistici è un'area di interesse fertile per i ricercatori di molte aree disciplinari; in particolare si fa riferimento allo studio di tematiche tipiche dell'economia applicata, quali l'efficienza nella produzione, le asimmetrie informative e i fallimenti di mercato, gli strumenti di *policy* e la teoria dei giochi, che ritroviamo largamente nell'analisi degli sport professionistici. In particolare il Calcio, che probabilmente è lo sport più praticato al mondo, presenta un numero molto elevato di praticanti e muove un enorme business economico, tale da assumere le connotazioni di una vera e propria industria. Allo stesso tempo è intenso il rapporto con il territorio: spesso le città del mondo fanno del legame con la squadra di calcio che le rappresenta un segno distintivo riconoscibile come un vero e proprio marchio, creando un rapporto inscindibile tra impresa e territorio come forse in nessun altro genere di industria. Si pensi, di conseguenza, ai rilevanti effetti diretti, indiretti ed indotti che tale rapporto genera nelle economie regionali.

Negli ultimi anni, il tema assume un rilievo ancor più importante, in quanto stiamo assistendo in tutta Europa ad un fenomeno apparentemente controverso che rischia di portare al fallimento dell'industria calcio: sembra infatti esista una sorta di *trade-off* tra risultato ottenuto nella competizione sportiva e l'efficienza economica, nel senso che le imprese che ottengono i risultati sportivi di maggior prestigio sono quelle che presentano un indice di indebitamento più elevato, evidenziando di conseguenza come gli obiettivi principali (sopravvivenza nella lega e sopravvivenza economica) delle stesse siano in palese contrasto. Il trend di costante peggioramento della condizione economica dell'industria ha attirato l'attenzione dei *policy-maker*, al fine di meglio regolarla cercando al contempo di preservarla dal fallimento; in quest'ottica sono da intendersi gli interventi legislativi noti come “decreto salva-calcio” attuato dal Parlamento italiano, e il “*Financial Fair-Play*” disposto dall'Uefa per conto dell'Unione Europea. Tuttavia l'evidenza empirica mostra come il regolatore non sembra sia riuscito ancora ad ottenere l'obiettivo di un risanamento delle finanze dell'industria. Probabilmente può essere utile in tal direzione chiarire qual è la natura economica del “bene calcio” e, conseguentemente, applicare idonei strumenti per conciliare le esigenze di profitto, la salvaguardia dell'industria ed il funzionamento del mercato, con il soddisfacimento dei bisogni sociali, il senso di identificazione ed il *well-being* che la società trae dal consumo di questo bene.

Questa tesi si propone di analizzare questi temi con gli strumenti tipici dell'economia applicata, analizzando in particolare il caso italiano, utilizzando idonei strumenti di analisi quantitativa. Innanzitutto si procederà con il verificare il livello di efficienza globale del mercato rispetto al livello massimo di efficienza tecnica raggiungibile dati i fattori produttivi impiegati, successivamente si indagherà sulle ragioni circa le differenze tra le imprese in termini di distanza dalla frontiera di produzione, ricercando delle risposte coerenti con i fenomeni osservati, sia impiegando tecniche di analisi parametriche che non parametriche, ovvero verificando l'esistenza di *spillovers* territoriali che incidono sulla performance di *cluster* di imprese. Il fine è dunque quello di rilevare ed individuare i principali *driver* sottesi al comportamento economico delle imprese di questo settore e, di conseguenza, offrire al *policy-maker* degli spunti su come manovrare le leve di intervento a disposizione, con il duplice obiettivo della stabilizzazione del mercato e della profittabilità dei *competitors*.

Posti questi fondamentali obiettivi, la tesi è così strutturata:

Nel primo capitolo si introducono le tematiche inerenti l'evoluzione dei contributi teorici in letteratura circa l'economia dello sport, focalizzando in particolare il tema su “*economics of football*”, e dibattendo sulla natura multipla del bene calcio. In particolare, ci si sofferma sul

calcio inteso come “bene di mercato” e come “bene relazionale”. Questa distinzione è da intendersi come fondamentale punto di partenza della trattazione.

Nel secondo capitolo si introduce la prima metodologia utilizzata, la *Data Envelopment Analysis* (DEA), tecnica deterministica di programmazione lineare utilizzata in letteratura prevalentemente per lo studio dell’efficienza produttiva. Dopo aver confrontato i diversi modelli a disposizione si opta per l’utilizzo dei modelli CCR e BCC orientati agli input, maggiormente aderenti ai dati a disposizione ed alle finalità perseguite. Si effettuerà l’analisi su un *data set* di imprese partecipanti alla Serie A del campionato di calcio italiano, ottenendo dei risultati circa l’efficienza globale del mercato e di ogni singola *Decision Making Unit* (DMU), la scala tecnica utilizzata, i fattori produttivi maggiormente rilevanti nella produzione (c.d. input/output virtuali) e la sensitività dell’efficienza a variazioni circa i fattori impiegati, costruendo apposite matrici di correlazione per valutare i risultati ottenuti ed il modello più significativo. I risultati ottenuti per l’Italia verranno anche confrontati quelli del mercato inglese, utilizzato come *benchmark*, nonché effettuando test di robustezza tipici delle analisi non parametriche come quello di Mann-Whitney. Nella seconda parte del capitolo viene introdotta la seconda metodologia, la *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) ovvero una tecnica di analisi stocastica spesso applicata in letteratura, al pari della DEA, nelle ricerche sul tema dell’efficienza produttiva. Tale analisi è stata condotta sia a fini di confronto con la tecnica non parametrica che per le peculiarità tipiche delle indagini stocastiche, che consentono di stimare l’efficienza del *data set* attraverso modelli MLE (*Maximum Likelihood*) applicati a funzioni con *half-normal distribution*, cogliendo in tal modo l’opportunità di distinguere l’inefficienza complessiva nelle sue componenti principali, inefficienza tecnica ed aleatoria.

Nel terzo capitolo si introduce nell’indagine un filone di ricerca in rapida diffusione nelle indagini economiche, l’econometria spaziale, al fine di verificare se esistono dei fattori di spazialità territoriale che determinano maggiore/minore efficienza in *cluster* di imprese e, di conseguenza, contribuiscono alla formazione di distretti industriali che condizionano e determinano l’efficienza. Inoltre è da sottolineare come, nell’autorevole letteratura analizzata, gli strumenti di econometria spaziale applicati agli studi di “*economics of football*” sono di recentissima applicazione. Si è proceduto pertanto alla costruzione di matrici di distanza territoriale tra le imprese, opportunamente standardizzate, e base fondamentale per la georeferenziazione dei dati, su cui sono state svolte indagini mirate all’identificazione della presenza di autocorrelazione spaziale nel *data set*. Dopo aver testato la presenza sia di *global* che di *local spatial autocorrelation*, utilizzando come regressori i parametri di efficienza

ottenuti con DEA, sono stati effettuati diversi test per valutare la robustezza dell'analisi: tra questi il Test di Moran, il Lagrange Multiplier Test ed il Durbin Test.

In conclusione dell'analisi si giunge alla proposta di iniziative concrete a supporto delle azioni di *policy* da intraprendere per la salvaguardia dell'industria, rispondendo all'esigenza di coniugare le due "anime" del football, ognuna di esse imprescindibile dall'altra.

CAPITOLO 1

LA NATURA ECONOMICA DEL “BENE CALCIO”

1.1 L’IMPORTANZA DEL CALCIO NELL’ECONOMIA DELLO SPORT

L’interesse nella ricerca economica per le attività sportive, in particolare per gli sport professionistici, nasce negli anni ’50 negli USA (Rottenberg, 1956). A partire da allora si è assistito ad un enorme incremento dell’interesse sul tema, evidenziato dal crescente numero di ricerche pubblicate su riviste internazionali, in particolare di economia industriale e regionale. In questi studi è crescente l’utilizzo di strumenti quantitativi, che trovano applicazione attraverso la grande quantità di dati a disposizione. Inoltre, la loro importanza sociale, economica e culturale, rende l’analisi degli sport professionistici un’area di interesse fertile per i ricercatori in più aree disciplinari ed in particolare per gli economisti applicati.

Lo sport professionistico probabilmente più conosciuto e diffuso al mondo è il calcio. Questa diffusione è testimoniata da numeri importanti. Secondo una recente indagine della *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA, 2006) 270 milioni praticano il calcio a livello professionistico, dilettantistico, giovanile o in modo occasionale. Alle 207 federazioni nazionali sono affiliati in totale 301.000 club, che possono schierare 1.752.000 formazioni. Secondo la rivista *The Economist* (30 maggio 2002, Special reports), “*international football is a multi-billion-dollar industry*”, che varrebbe secondo le stime di Szymanski¹ 216 miliardi di dollari, una cifra che difficilmente farebbe pensare ad un *gioco*. In base ai numeri della ricerca di Deloitte & Touch (Deloitte & Touch, 2010) il calcio europeo ha raggiunto i 15,7 miliardi di euro di ricavi nel 2008/2009, nonostante l’impatto della crisi economica globale. Secondo l’ultimo “*Annual Review of Football Finance*” di Deloitte, le prime cinque grandi Federazioni europee, le cosiddette *Big Five*, Inghilterra, Germania, Spagna, Italia e Francia, sono riuscite a raggiungere complessivamente nel 2008/09 i 7,9 miliardi di euro di fatturato (dai 7,7 miliardi di euro del 2007/08).

Ad di là delle cifre, il calcio è uno sport che riesce a suscitare passioni ed emozioni in tutti i continenti; rafforza o crea appartenenze e identità sociali, nazionali, regionali, cittadine, ed in alcuni casi addirittura religiose². Proprio la sua importanza come fenomeno sociale e culturale determina la sua crescente rilevanza economica ed il suo percorso di industrializzazione.

¹ The Economist, Cit.

² Sono in tal senso un esempio le due squadre di calcio di Glasgow, in Scozia: i tifosi dei Celtic sono cattolici, quelli dei Rangers protestanti, ciò contribuisce alla creazione di uno dei *derby* più accesi al mondo.

Una possibile interpretazione della progressiva industrializzazione del calcio può essere data nell'ottica, suggerita da Jeremy Rifkin (Rifkin, 2001), della mercificazione del tempo libero. Secondo Rifkin, l'attuale *era dell'accesso* si contraddistingue per la commercializzazione di un'ampia gamma di esperienze culturali, tanto che il capitalismo sta diventando in misura sempre maggiore "capitalismo culturale". Rifkin afferma che *"in un'economia fondata sull'accesso, il buon esito dell'impresa dipende meno dal singolo scambio di beni e più dalla capacità di creare una relazione commerciale a lungo termine"*. Quella tra il club calcistico ed il tifoso è probabilmente un buon esempio di una relazione di questo genere. Tale relazione tra il club/impresa e il tifoso/cliente, tradizionalmente limitata all'ambito dello stadio, si estende oggi sempre più oltre, fino a coinvolgere una larga parte del tempo di vita. Come forse nessun altro genere di impresa, quelle calcistiche riescono a creare identificazione con il cliente.

1.2 L'ATTUALE CONDIZIONE DI DISSESTO DELL'INDUSTRIA

Certamente, si tratta di un'industria particolare: *"football is a crazy business all around the world"*³. Infatti, se normalmente il fine dell'impresa è la realizzazione di un profitto, nel calcio questo è ancora un'eccezione: sono sempre più numerose infatti le imprese del settore in pesante perdita. Nei primi cinque mercati europei, ad esempio, gli stipendi dei dipendenti delle società di calcio, nella sola prima divisione, ammontano a 5 miliardi di euro e sono in costante aumento. In Italia ed in Inghilterra gli stipendi sono cresciuti più dei ricavi andando a intaccare il reddito operativo⁴. Eppure nell'ordinamento giuridico italiano le società di calcio sono oggi considerate società di capitali in tutto e per tutto. Il decreto legge n.485 del 20 settembre 1996, modificando lo stato giuridico e patrimoniale delle società di calcio, elimina l'obbligo di reinvestimento degli utili ed introduce il fine di lucro. Nelle intenzioni del legislatore, la possibilità di distribuire gli utili fra i soci avrebbe dovuto favorire l'adozione di criteri manageriali nella gestione delle società sportive. In realtà, non si può affermare che per le società di calcio il successo sportivo, da fine della loro attività, diventi un mezzo per ottenere dei successi economici. È vero piuttosto il contrario: aumentare gli introiti serve ad allestire squadre più competitive che permettano di vincere campionati e coppe. D'altronde, afferma un

³ Intervista a Macri, Presidente del team argentino Boca Juniors, in *The Economist*, Cit.

⁴ Dario Righetti, responsabile del Consumer Business per Deloitte, spiega: *"Auspichiamo che ora i club italiani tornino a privilegiare una gestione più sobria, ristabilendo al più presto un equilibrio tra costi/ricavi, che ormai sta raggiungendo livelli di alto rischio. Il calcio è una passione ma non deve farsi guidare solo dal cuore, soprattutto quando il giro d'affari raggiunge cifre così elevate"* (Deloitte & Touch, 2010).

dirigente del Barcellona, “se vinciamo un trofeo, l’intera città festeggia; se abbiamo un attivo di bilancio, nessuno se ne interessa”⁵.

Questa situazione nel tempo ha portato l’industria calcio vicina al fallimento. Sempre più sono i casi di società che, in particolare nelle serie minori, non riescono ad iscriversi ai campionati a causa dei debiti non pagati, situazione che sta sempre più coinvolgendo anche i club professionistici. L’importanza del calcio non solo per l’economia ma per la società italiana in generale è testimoniata anche dalla conversione in legge nel 2003 del c.d. decreto “salva-calcio”⁶, il quale ha affermato il criterio di autonomia dell’ordinamento giuridico sportivo rispetto a quello nazionale e ha previsto misure straordinarie quali il c.d. “spalma debiti”, ovvero l’opportunità di ripartire contabilmente in 10 anni i costi sopportati per l’acquisizione del cartellino dei calciatori evitando così di incorrere in pesanti perdite di bilancio. Quindi, pur di evitare il fallimento dell’industria (ben 14 club di Serie A si trovavano all’epoca in una situazione vicina alla bancarotta) è intervenuto lo stato per aiutarla con un decreto ad hoc. Tale intervento tuttavia ha innescato forti polemiche soprattutto con l’UE in quanto violava, secondo la Commissione Europea, da un lato determinati principi contabili e di trasparenza nei confronti degli investitori⁷, dall’altro una vera e propria forma di aiuti di stato che violava la concorrenza con gli altri *club* europei. Per queste ragioni di sopravvivenza dell’industria nel rispetto dei principi contabili internazionali e nella tutela della concorrenza del mercato, l’UE ha incaricato l’UEFA (*Union des Associations Européennes de Football*), il massimo organo calcistico europeo, di emanare delle norme che mirino al raggiungimento di questi obiettivi al fine di preservare l’industria dal fallimento, sia in quanto motore economico che come collante sociale in grado di abbattere barriere e avvicinare la gente. Le nuove norme approvate nel maggio 2010 dalla UEFA in tema di *Club Licensing* e in tema di *fair play* finanziario⁸, costringeranno i club europei a una miglior gestione economica per poter accedere alle competizioni UEFA. Il caposaldo del regolamento è “chiudere in parità”, ovvero ai club si chiederà di spendere non più di quanto prevedono di incassare, tenendo conto anche delle spese pianificate.

1.3 LA NATURA MULTIPLA DEL “BENE CALCIO”

Come conciliare le esigenze di profitto, la salvaguardia dell’industria ed il funzionamento del mercato, con il soddisfacimento dei bisogni sociali, il senso di

⁵ Intervista a Perez Farguell, Dirigente del team spagnolo Barcelona, in *The Economist* Cit.

⁶ Legge n°280 del 17 ottobre 2003.

⁷ In particolare la quarta (78/660/CEE) e la settima (83/349/CEE) direttiva del Consiglio (direttive contabili), riguardanti i conti societari annuali e consolidati.

⁸ Regolamento basato sugli articoli 7bis (4), 50 (1) e 50 (1bis) dello Statuto UEFA.

identificazione ed il *well-being* della società? Per rispondere a questo fondamentale quesito, centrale nella presente indagine, dobbiamo prima chiarire un altro interrogativo, la cui risposta ci indicherà la via per mettere a fuoco il contesto di riferimento: qual è la natura economica del bene calcio? A questa domanda non è stata ancora data una risposta esaustiva. La necessità di rischiare una definizione economica più puntuale del calcio nasce dal fatto che, a dispetto del grande interesse che esso è in grado di suscitare sia in termini sociali che in termini economici, ne possono discendere indicazioni di politiche più efficaci volte a regolarlo ovvero a sostenerlo.

Esistono due posizioni apparentemente antitetiche al riguardo: secondo una prima impostazione, il calcio non sarebbe altro che un sub-settore dell'industria dello spettacolo. Il calcio come tale sarebbe assimilabile a un bene di mercato e dovrebbe essere analizzato secondo le usuali impostazioni della scienza economica, ovvero analizzando il comportamento di agenti economici razionali ottimizzanti. Esiste poi un'altra impostazione che interpreta il calcio come una sorta di bene pubblico, in base alla quale il calcio rivestirebbe un ruolo sociale positivo. Il Libro Bianco sullo sport della Commissione Europea pubblicato nel 2007 (Commissione delle Comunità Europee, 2007) si basa su questo tipo di impostazione, dove da un lato è enfatizzato il ruolo sociale dello sport nel promuovere l'inclusione sociale e l'integrazione nelle società europee, e nel contempo è evidenziata la dimensione economica dello sport come settore in grado di partecipare in maniera importante alla crescita ed allo sviluppo.

Di conseguenza, sembra esistere una certa confusione in merito alla natura stessa del fenomeno. Pertanto, un'adeguata riflessione sulla natura economica del calcio consentirebbe di adottare decisioni di politica economica adeguate, senza la necessità di mutuare da altri settori industriali provvedimenti analoghi nel merito, ma differenti nelle finalità, né provvedere a trasferimenti pubblici di sostegno senza una precisa individuazione degli obiettivi che si intendono perseguire.

Larga parte della letteratura al riguardo ritiene che il "bene calcio" abbia una natura multipla, ossia esso presenta sia alcune caratteristiche di bene di mercato sia le caratteristiche di bene relazionale, intendendo con l'espressione multipla non già una gerarchia tra le diverse forme e configurazioni del calcio, bensì un modo specifico di essere del calcio "*da ritrovare nella combinazione di diverse caratteristiche indistinguibili in maniera netta, che insieme coesistono nella produzione del prodotto calcio a tutti i livelli*" (Caruso, 2006).

1.3.1 IL CALCIO COME BENE DI MERCATO

Lo studio e l'interpretazione del calcio come bene di mercato è analizzato da un'ampia letteratura economica dello sport. Un primo fondamentale contributo in tal senso è un articolo di Neale pubblicato nel 1964 sul *Quarterly Journal of Economics* (Neale, 1964), in cui l'autore prova a delineare le specificità delle imprese operanti nell'industria dello sport rispetto ai tradizionali mercati. Una prima, e forse più importante, peculiarità dello sport evidenziata da Neale è costituita dal fatto che le imprese operanti in questo mercato necessariamente producono un prodotto congiunto indivisibile: *“The sporting firms produce an indivisible product from the separate processes of two or more firms [...] But the product itself is a peculiar mixture: it comes divisible in parts, each of which can be and is sold separately, but it also a joint and multiple yet indivisible product”*⁹.

L'industria dello sport, infatti, produce competizioni sportive e una competizione è necessariamente il prodotto della partecipazione di almeno due concorrenti. In termini teorici, questo implica che qualsivoglia analisi dello sport non possa prescindere dalla considerazione di una interazione diretta tra i diversi agenti. L'unità di analisi dell'economia dello sport diviene, quindi, la lega sportiva che gestisce l'organizzazione dei diversi campionati e non il singolo *club*. Secondo Neale, infatti, è la lega che può essere assimilata all'impresa tradizionale, è la lega che organizza i campionati e quindi che crea il prodotto sportivo. In particolare, ogni lega sportiva costituirebbe un monopolio. Questo nasce dal fatto che, a differenza di altri settori, le singole squadre sono tenute a cooperare; di conseguenza le leghe tendono a divenire monopolisti nell'offerta di un singolo sport. È pertanto prevedibile una concorrenza reale tra diverse leghe che organizzano diversi sport e non tra diverse leghe nello stesso sport.

Sulla base di questa impostazione, la principale preoccupazione degli economisti che si occupano di sport è il concetto di equilibrio della competizione (*competitive balance*).

Il concetto di equilibrio della competizione è direttamente legato a quello dell'incertezza del risultato che rappresenterebbe uno dei principali motivi di interesse del pubblico rispetto al mondo dello sport. Secondo questa impostazione, quanto più sono equilibrate le forze in campo in un campionato o in un singolo incontro tanto più sarà elevato l'interesse che esso suscita nei fruitori del “prodotto calcio”. La domanda da parte degli spettatori sarebbe quindi maggiore al crescere dell'incertezza. Questa ipotesi era stata formulata per la prima volta da Rottenberg (Rottenberg, 1956) analizzando il campionato professionistico americano di Baseball. Questa ha costituito e ancora costituisce, pertanto, il necessario punto di riferimento teorico per

⁹ Confronta con Neale (Neale, 1964), Cit.

qualsivoglia dibattito in merito all'organizzazione di campionati e distribuzione delle risorse. Sulla base di questa idea portante le implicazioni tradizionalmente accettate nella letteratura nordamericana sono essenzialmente tre: (1) la distribuzione ineguale di risorse tra i *club* comporta necessariamente una competizione sbilanciata a favore del *club* più ricco; (2) l'interesse dei tifosi e, quindi, la domanda di calcio decresce al crescere della disuguaglianza nelle dotazioni delle risorse; (3) diversi meccanismi di redistribuzione delle risorse possono produrre diversi livelli di incertezza del risultato e quindi migliorare/peggiore il livello di equilibrio della competizione. Le principali soluzioni sarebbero la redistribuzione degli introiti tra le varie squadre e il tetto agli ingaggi degli atleti. In particolare, essendo le squadre agenti economici razionali avrebbero convenienza a cooperare per garantire il massimo livello di incertezza. Favorendo una maggiore incertezza nel risultato, le squadre favorirebbero allo stesso tempo una maggiore domanda e quindi maggiori profitti. La cooperazione tra squadre interdipendenti in seno alla stessa lega diviene, quindi, un comportamento necessario. Questo modello trova la sua migliore applicazione agli sport di squadra negli Stati Uniti. L'organizzazione del campionato professionistico di Basket americano, ad esempio, si basa su questo principio.

Sloane (Sloane, 1971) critica l'eccessiva enfasi che Neale ha posto sulla mutua interdipendenza tra le squadre. Sebbene Sloane riconosca che data la loro interdipendenza i *club* siano indotti a cooperare, sarebbe eccessivo sostenere che tale cooperazione dia vita a una organizzazione così stabile da essere considerata un monopolio. È, quindi, il singolo *club* che costituisce l'oggetto di indagine delle analisi economiche dello sport di squadra e del calcio in particolare. Avendo riportato a livello dei singoli *club* la scelta delle rispettive strategie all'interno di un assetto istituzionale predeterminato, Sloane suggerisce che l'ipotesi della massimizzazione dei profitti dell'impresa sportiva non sia universalmente applicabile. Sloane parla in maniera più generale di imprese che massimizzano una funzione di utilità con diversi argomenti tra cui anche il profitto. Altri obiettivi di un club sarebbero: (1) la sopravvivenza; (2) il seguito da parte dei tifosi; (3) il successo nelle competizioni; (4) la salvaguardia della lega di appartenenza. A ognuno di questi può essere attribuito un 'peso' differente. Pertanto, i comportamenti e le scelte strategiche dei singoli club facilmente si discostano da quelle che erano le previsioni di Neale e Rottenberg. Infatti, molti club potrebbero effettuare i propri investimenti sulla base di motivazioni diverse dal profitto quali il prestigio, l'onore derivanti dal successo.

"It is quite apparent that directors and shareholders invest money in football clubs not because of expectations of pecuniary income but for psychological reasons as the urge for power, the

desire for prestige, the propensity to group identification and the related feeling of group loyalty”¹⁰.

Questo tipo di impostazione ha conseguenze notevoli in merito all’equilibrio della competizione. Nel mondo descritto da Neale e Rottenberg le squadre più ricche non avrebbero incentivo ad accumulare la più elevata quota possibile di talento (vale a dire assicurarsi il numero più elevato possibile dei migliori atleti in circolazione) al fine di non minare la domanda da parte degli spettatori. Viceversa, nel modello di Sloane l’ipotesi di spontanea allocazione più o meno eguale di talento tra le squadre tende a cadere. Questa considerazione ha aperto un filone importante della letteratura economica degli sport di squadra che solitamente divide le squadre tra quelle che massimizzano i profitti e quelle che massimizzano il numero di vittorie. È chiaro che nel momento in cui non tutte le squadre sono interpretabili come imprese che massimizzano i profitti anche l’equilibrio della competizione dei campionati tende a modificarsi e tutte le tradizionali analisi economiche applicate ad altre industrie rischiano di risultare fallaci.

In particolare, se all’interno della stessa lega esistono squadre con diversi obiettivi, questo può rappresentare un’ulteriore fonte di squilibrio tra le squadre oltre alle differenti dotazioni di risorse da investire in talento. Questo tipo di ragionamento è poi particolarmente applicabile alla situazione del calcio europeo caratterizzato da promozioni e retrocessioni: infatti, in questi campionati, le squadre hanno necessariamente diversi incentivi.

Si pensi ad esempio alle squadre considerate *top* nella lega di appartenenza, queste hanno incentivo ad acquisire la maggior quota di talento possibile al fine di competere, per vincere, nei principali tornei cui partecipano in stagione, anche a discapito dell’equilibrio finanziario. Viceversa i *club* che sono considerati *small* e che non dispongono di adeguate dotazioni di risorse iniziali, hanno l’obiettivo della stabilità nella lega di appartenenza al fine di evitare retrocessioni che comprometterebbero l’esistenza stessa della società, in questo caso l’equilibrio finanziario diventa obiettivo prioritario dell’impresa e, per questa ragione, cambia completamente la strategia manageriale, in quanto qui si tende ad investire in giovani elementi che, in prospettiva, possono diventare campioni al fine di cederli, una volta affermatasi, ai *club* più facoltosi in cerca della massimizzazione del talento cui si accennava prima. A tal riguardo è esplicativo il paragone effettuato da Lago, Baroncelli e Szymanski (Lago, Baroncelli, & Szymanski, 2004) relativamente al circolo virtuoso tra risultati sportivi e risultati economici dei *top club* confrontati con gli *small club*, rappresentato nella figura 1.

¹⁰ Sloane P.J., 1971, Cit.

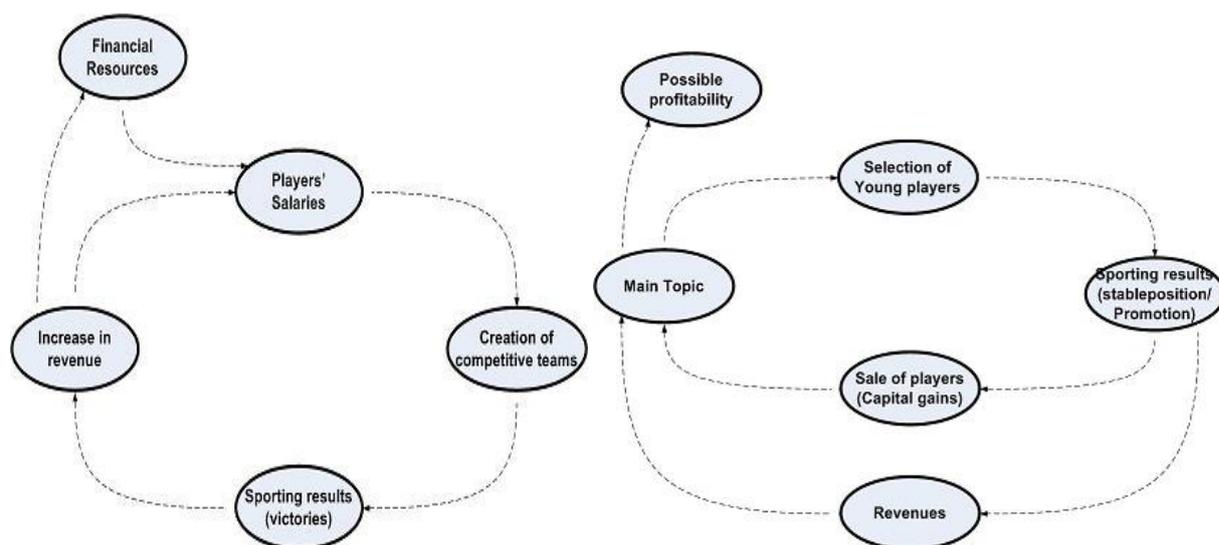


Figura 1: Il Circolo Virtuoso tra Risultati Sportivi ed Economici (Top Club vs Small Club) Fonte: (Lago, Baroncelli, & Szymanski, 2004). Figura rielaborata.

Questo sistema di regole modifica l'equilibrio della competizione dei diversi campionati. Come mostrato in Figura 1, la strategia dominante per i piccoli *club* è quella dell'investimento in giovani talenti, al fine di ottenere un duplice obiettivo, la stabilità nella lega di appartenenza e l'equilibrio finanziario, quest'ultimo garantito dalla cessione di questi stessi talenti, una volta maturati, ai grandi club. È evidente come l'incapacità di selezionare calciatori di prospettiva può comportare, per gli *small club*, anche il fallimento, a causa della possibile retrocessione in una lega di livello inferiore che determina, di norma, una consistente diminuzione dei ricavi. Al contrario la strategia dominante nei grandi *club* è di competere nella lega di appartenenza non tanto per la stabilità nella stessa, quanto per il successo. Vincere la competizione consente la soddisfazione degli *stakeholders* (tifosi, *sponsor*, *pay-tv*, etc.), determina l'incremento dei ricavi e consente di attrarre i migliori talenti sul mercato, in particolare di proprietà dei piccoli *club*, per allestire un *team* sempre più competitivo. Il problema nasce nel momento in cui non si ottiene il successo sportivo, in quanto a causa degli elevati costi da sopportare per il pagamento dei salari e l'acquisizione del cartellino dei migliori talenti, prezzi che sembrano risultare spesso eccessivi rispetto alle capacità finanziarie dei *club*, l'equilibrio economico risulta compromesso se l'ammontare del volume d'affari in quella stagione non è congruo ai costi. Spesso basta la mancata qualificazione per una competizione internazionale, quale la *Champions League*¹¹ in una particolare stagione per determinare il ridimensionamento degli obiettivi dei *top club* europei.

¹¹ La *Champions League* è la più prestigiosa competizione europea, organizzata dall'Uefa, cui partecipano le squadre classificate ai primi posti della stagione sportiva precedente dei principali campionati di calcio professionistici in Europa. La partecipazione a tale torneo garantisce elevatissimi ritorni economici.

Sembra quindi che il modello funzioni per due categorie di *club*: i piccoli che selezionano giovani talenti in modo efficiente nel tempo, i grandi che hanno successo nelle competizioni cui partecipano, giustificando in tal modo gli elevati costi che sopportano nella gestione dell'impresa.

1.3.2 IL CALCIO COME BENE RELAZIONALE

Ma in che modo è possibile interpretare il fatto che le squadre non siano imprese che massimizzano i profitti? Per fare ciò è necessario richiamare in primo luogo il concetto di identità. L'impostazione tradizionale, infatti, si basa sull'idea che le squadre appartenenti a una lega, al pari di prodotti in un mercato, siano anonime. Ebbene, questo non corrisponde alla realtà. Molte squadre nel mondo del calcio fanno dell'identità, della storia e del legame con un territorio un loro tratto distintivo e, quindi, il fondamento della loro strategia di azione. L'esempio più famoso e importante in questo senso è quello del Barcellona in Spagna¹².

In secondo luogo, la rilevanza dell'identità di una squadra a ben guardare non è separabile dai consumatori del bene calcio e, quindi, in primo luogo dai tifosi. Non a caso nella letteratura economica degli sport di squadra sta prendendo piede la distinzione tra i tifosi *committed* (tifosi affezionati o tifosi veri) e tifosi *uncommitted*, vale a dire i tifosi (occasionalisti o sbadati) che seguono il calcio, con diversi gradi di interesse ma senza particolare passione e trasporto. Nel caso vi sia una prevalenza di tifosi affezionati l'ipotesi di incertezza del risultato tende a non essere confermata. In sostanza, il tifoso appassionato preferisce assistere a un campionato equilibrato ma non troppo, poiché la sua preferenza sarà particolarmente orientata alla vittoria della propria squadra. Viceversa, nel caso in cui vi sia una prevalenza di tifosi *uncommitted* l'ipotesi dell'incertezza del risultato quale base della domanda di calcio tende ad essere maggiormente confermata. Al contrario, la presenza di tifosi affezionati rende la domanda di calcio particolarmente anelastica e l'ipotesi della preferenza dell'incertezza del risultato perde la sua portata esplicativa.

Alla fine, pertanto, sembra quasi banale affermare che per analizzare fino in fondo il mondo del calcio è necessario tenere conto di alcuni fattori che caratterizzano naturalmente il comportamento di tutti gli attori coinvolti (squadre, giocatori, tifosi). Ci si riferisce in particolare a sentimenti di identità, appartenenza e identificazione che informano la strategia delle squadre, l'impegno agonistico dei giocatori e l'atteggiamento dei consumatori (tifosi) nei confronti del bene calcio. Un approfondimento delle riflessioni in merito alla natura economica del calcio non può quindi prescindere da questi elementi.

¹² Si veda a tal proposito il lavoro di Bof, Montanari e Baglioni (Bof, Montanari, & Baglioni, 2007).

Il calcio non è solo un *business* miliardario ma anche un'esperienza umana e sociale che appassiona per il suo portato emotivo e passionale. Basti pensare a partite entrate nella storia, quale la semifinale dei mondiali del 1970, Italia – Germania, oppure al ruolo sociale ed assolutamente gratuito svolto dagli oratori di quartiere. Come sono interpretabili in chiave economica i legami che tengono insieme la passione e le motivazioni che nascono in un campo di periferia con quelle che informano il comportamento di atleti professionisti plurimilionari? Sarà verosimile quello che hanno sostenuto alcuni osservatori secondo i quali la naturale evoluzione del calcio è esclusivamente nel senso del *business* e, quindi, esso non sarebbe più definibile come un *gioco*?

Nonostante sia innegabile che nei campionati professionistici i *club* calcistici si siano trasformati da organizzazioni quasi amatoriali in organizzazioni a fini di lucro, tale trasformazione appare lontana dal presentarsi in molti scenari in cui il calcio si vive e si produce. Definire il calcio semplicemente un *business* guardando esclusivamente al valore assoluto di contratti TV, sponsorizzazioni e premi trascura un aspetto importante della natura intrinseca del calcio ma anche più in generale di molte altre attività sportive. Anche il calcio non professionistico ha una sua natura economica. Anche tra i giovanissimi, gli amatori, i dilettanti, e tra i campi di periferia si impiegano risorse monetarie, si creano scambi e si operano scelte in merito alla propria disponibilità di tempo. Al fine di dare ad esso quindi un'interpretazione di natura economica più completa, è possibile fare riferimento alla teoria dei beni relazionali (Bruni, 2004), che fornisce un'interpretazione eterodossa del comportamento degli agenti economici.

L'*homo economicus* tradizionalmente inteso sta perdendo il tradizionale potere esplicativo della realtà sociale. L'economista, infatti, ha sempre interpretato l'individuo come un agente economico auto interessato, impegnato a massimizzare la propria utilità rispettando un vincolo di bilancio. Alla luce delle evidenze sia aneddotiche sia empiriche è oramai chiaro che il classico modello di *homo economicus* mostra alcuni limiti importanti. Per comprendere meglio, quindi, il comportamento dell'agente economico impegnato nell'attività sportiva non possiamo non considerare comportamenti quali la dazione volontaria, la gratuità, ovvero aspetti quali l'intenzione ideale, l'amicizia, che apparentemente sono lontani dallo studio e dalla pratica dell'economia ortodossa, ma che viceversa costituiscono elementi fondamentali della vita quotidiana di milioni di individui.

La teoria dei beni relazionali evidenzia il ruolo e il valore intrinseco assunto dalle relazioni interpersonali. Nei beni relazionali, è *la relazione* a costituire il bene. Essi si

costituiscono sulla base della stessa relazione. Bruni¹³ in particolare, individua sette caratteristiche principali per un bene relazionale: (1) *identità*: a differenza dei mercati tradizionalmente intesi costituiti da consumatori anonimi l'identità dei soggetti coinvolti rileva; (2) *reciprocità*: poiché fondati da una relazione essi sono tali solo se goduti nella reciprocità; (3) *simultaneità*: a differenza dei tradizionali beni di mercato per i quali il momento della produzione e del consumo sono distinti, i beni relazionali si producono e consumano simultaneamente; (4) *motivazioni*: il bene relazionale non è tale se non tiene conto delle motivazioni dei soggetti che vi partecipano; (5) *fatto emergente*: con questa espressione si indica il fatto che un bene relazionale emerge, non è semplicemente prodotto; (6) *gratuità*; (7) *bene*, il bene relazionale è un bene nel senso che soddisfa ma non è una *merce*, non ha un prezzo di mercato. Sulla base di questa impostazione teorica, questa crescente parte della letteratura economica ha cominciato infatti a considerare una nozione ampia di benessere che dipende sia dal soddisfacimento dei bisogni materiali sia di quelli relazionali. Esso è generalmente indicato con il termine anglosassone *well-being* ed è posto in contrapposizione al classico concetto di *welfare*. Nella ricerca del benessere, un ruolo fondamentale è quindi attribuito esattamente alla soddisfazione dei bisogni relazionali, soprattutto nelle economie avanzate, dove la soddisfazione dei bisogni materiali ha ormai raggiunto livelli straordinari.

A ben guardare tutti questi elementi sono presenti nel mondo dello sport e quindi anche nel calcio, in particolare nelle sue forme amatoriali, dilettantistiche e giovanili. È infatti chiaro che molto spesso gli allenamenti, le partite, la stessa organizzazione dei tornei rappresentino dei beni in sé che non possono essere scambiati come una merce poiché rappresentano una relazione. Il dato importante, comunque, è che il calcio può essere interpretabile per mezzo delle sue componenti relazionali anche nella sua dimensione professionistica. Anche a livello professionistico, molti atleti infatti sono guidati nelle loro scelte di impegno agonistico non solo dalla massimizzazione di un'utilità legata alla remunerazione monetaria bensì anche da componenti relazionali quali il senso di identità con una squadra o il prestigio di giocare per un *top club* a livello mondiale. Non sono rare le scelte di atleti di diventare la "bandiera" del *team* rinunciando a trasferimenti più remunerativi in altre squadre.

1.4 LE RAGIONI DEL FINANCIAL FAIR PLAY

La natura multipla del bene calcio si riscontra anche nell'evoluzione storica dell'industria che, nonostante i numerosi fallimenti di imprese e conseguenti cambiamenti di assetto proprietario, mostra un'incredibile stabilità, caratteristica che nessun'altra industria nel

¹³ Bruni L., 2004, Cit.

tempo ha mostrato di possedere. Le 18 squadre che parteciparono al primo campionato di Serie A a girone unico disputatosi nel 1929-1930 sono infatti, a tutt'oggi, partecipanti ad uno dei quattro principali campionati italiani (Serie A, Serie B, Lega Pro). Questa osservazione conduce ad affermare che è proprio la particolare natura del bene calcio a consentire stabilità al sistema, in quanto da un lato il fallimento di un avversario minerebbe l'equilibrio competitivo del mercato, d'altra parte il senso d'identità con la comunità determina il soccorso pubblico agli imprenditori del calcio. La conseguenza di questo processo è, inevitabilmente, il verificarsi di un palese "moral hazard" nelle scelte di coloro che gestiscono l'industria calcio: perché non provare a raggiungere importanti obiettivi effettuando enormi investimenti tramite l'indebitamento, avendo la consapevolezza di produrre un prodotto congiunto "too big to fail"? Nei momenti ciclici di crescita dell'economia basta cedere qualche importante *top player* per risanare i conti, ma nei periodi di recessione e di crisi di liquidità il rischio di fallimento si scarica su contributi pubblici e sussidi, inaccettabili dal punto di vista delle tasche dei contribuenti né da quello dell'Unione Europea relativamente al sostegno pubblico al settore privato dell'economia quando questo sperpera risorse. In quest'ottica risiede la scelta di introdurre le norme di *financial fair play* descritte di cui si riporta la dichiarazione UEFA sul tema, volutamente in lingua originale per esprimere compiutamente il senso delle parole utilizzate che, se tradotte, potrebbero indurre a toni diversi rispetto a quelli desiderati:

"UEFA's Executive Committee unanimously approved a financial fair play concept for the game's well-being in September 2009. The concept has also been supported by the entire football family, with its principal objectives being:

- *to introduce more discipline and rationality in club football finances;*
- *to decrease pressure on salaries and transfer fees and limit inflationary effect;*
- *to encourage clubs to compete with(in) their revenues;*
- *to encourage long-term investments in the youth sector and infrastructure;*
- *to protect the long-term viability of European club football;*
- *to ensure clubs settle their liabilities on a timely basis.*

These approved objectives reflect the view that UEFA has a duty to consider the systemic environment of European club football in which individual clubs compete, and in particular the wider inflationary impact of clubs' spending on salaries and transfer fees. In recent seasons many clubs have reported repeated, and worsening, financial losses. The wider economic situation has created difficult market conditions for clubs in Europe, and this can negatively impact revenue generation and creates additional challenges for clubs in respect of

availability of financing and assessment of going concern. Many clubs have experienced liquidity shortfalls, for instance leading to delayed payments to other clubs, employees and social/tax authorities. Therefore, as requested by the football family, and in consultation with the football family, UEFA aims to develop sensible and achievable measures to realise these goals. They include an obligation for clubs, over a period of time, to balance their books or break even. Under the concept, clubs cannot repeatedly spend more than their generated revenues. Guidance will be given on salaries and transfer spending, indicators provided on the sustainability of levels of debt, and clubs will be obliged to honour their commitments at all times. [...]

In May 2010, the UEFA Executive Committee approved the UEFA Club Licensing and Fair Play Regulations, which have the support of all stakeholders in European football.”

Il presidente della UEFA Michel Platini, al termine della conferenza stampa di presentazione delle nuove regole svolta a Bruxelles nel 2010, ha concluso informando la platea che la Commissione Europea ha chiesto alla UEFA di partecipare al padiglione europeo in occasione di Expo 2010 a Shanghai. Nel mese di settembre, le stelle del passato del calcio europeo sono state impegnate in una partita contro una selezione cinese su un mini-campo dell'Expo. La Commissione, ha detto, ha fatto una scelta altamente simbolica, non essendovi forse un denominatore comune europeo più forte del calcio. Infine, Platini ha fatto riferimento alla filosofia di Nelson Mandela secondo cui lo sport ha la capacità di cambiare il mondo perché ha la capacità di ispirare. Si potrebbe addirittura affermare che è più forte della politica e dei governi nell'abbattere le barriere razziali e nel sormontare discriminazione e pregiudizio.

1.5 OBIETTIVI DELL'ANALISI

A fronte dello scenario esposto, questa tesi si propone di investigare l'industria del calcio attraverso gli strumenti propri dell'economia applicata. Pertanto, verranno analizzati temi quali l'efficienza delle imprese calcistiche. Dopo aver cercato di fornire una definizione di efficienza per questa particolare tipologia di industria, si cercherà di analizzare non solo l'efficienza in termini di risultato sportivo, ma anche la relazione tra risultato sportivo e gestione economico-finanziaria. Tale analisi può sembrare particolarmente importante al fine di ottenere indicazioni di policy utili ad operare in un settore che, come detto sopra, ha assunto oggi una importanza notevole sia per dimensione economica, che per ruolo sociale. A tal fine è stato analizzato il caso italiano, utilizzando nella prima parte del lavoro strumenti di indagine quantitativa, come l'analisi delle frontiere stocastiche, a fianco di strumenti non parametrici

quali la Data Envelopment Analysis, al fine di comprendere quali sono le dinamiche che determinano i risultati di inefficienza e come correggerli, individuando possibili ulteriori soluzioni da implementare insieme al *financial fair play*. Nella seconda parte del lavoro si guarda alla dimensione spaziale di un'industria, che comunque, vista la sua distribuzione sull'intero territorio nazionale, può rappresentare un interessante caso studio sul grado di concentrazione dei risultati sportivi e finanziari. Tale analisi viene svolta attraverso tecniche di econometria spaziale, al fine di verificare se esistono dei fattori di spazialità che determinano maggiore/minore efficienza in *cluster* di società e, di conseguenza, contribuiscono alla formazione di possibili distretti industriali del calcio. L'ultimo capitolo presenta le conclusioni dell'analisi e propone alcuni suggerimenti di policy al fine di evitare un possibile fallimento dell'industria, paventato da più parti come conseguenza dell'accumulazione di consistenti debiti finanziari.

CAPITOLO 2

ANALISI DI EFFICIENZA

2.1) PREMESSA

Partendo dalle considerazioni effettuate nel capitolo precedente circa la duplice natura del “bene calcio”, nel presente capitolo verrà svolta un’indagine circa il livello di efficienza rispetto alla frontiera di produzione di un *data set* di imprese italiane del settore, al fine di cogliere, separatamente, il grado di efficienza finanziaria e quello di efficienza sportiva, nonché di identificare le leve che ne determinano i livelli di efficienza raggiunti.

Gli strumenti che si utilizzeranno nell’indagine sono tipici di questo genere di analisi e largamente riscontrati in letteratura, la *Data Envelopment Analysis* e la *Stochastic Frontier Analysis*, il primo di tipo non parametrico il secondo di tipo stocastico.

Dopo aver introdotto gli aspetti tecnici delle due metodologie citate ed averne evidenziato punti di forza e di debolezza, e dopo aver analizzato gli obiettivi, le metodologie ed i risultati ottenuti da un’ampia letteratura in materia, si procederà alla stima dei parametri di efficienza del *data set* suddetto, mettendo in evidenza i risultati di una serie di test statistici allo scopo di stabilire quali sono le ragioni che determinano l’instabilità finanziaria del settore, anche in termini di comparabilità degli obiettivi, e conseguentemente le possibili indicazioni di *policy* a supporto delle scelte di governo sul tema.

2.2) ALCUNE DEFINIZIONI DI EFFICIENZA

Al fine di fornire una definizione teorica dei diversi aspetti dell’efficienza nella produzione, consideriamo dapprima un semplice processo produttivo che utilizza un solo input x per ottenere un solo output y . Sia: $y = p(x)$, $x = l(y)$ la funzione di produzione che definisce, dato un certo livello della tecnologia, il massimo output y ottenibile per dato input x (oppure, inversamente, il minimo input x necessario per ottenere un dato output y). Il processo produttivo che abbiamo descritto è rappresentato graficamente in figura 2.

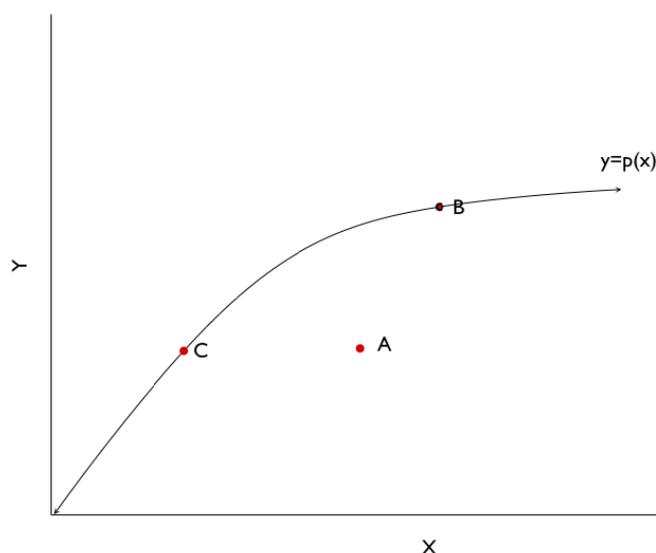


Figura 2: Efficienza Tecnica

E' intuitivo considerare come inefficiente qualsiasi unità produttiva che, dato un certo livello di utilizzo dell'unico input x , non produce il massimo output ottenibile y come descritto dalla funzione di produzione (oppure, parallelamente, dato un certo livello di produzione y non minimizza l'utilizzo dell'input x). Parliamo in questo caso di inefficienza tecnica o inefficienza nel senso di Debreu-Farrell¹⁴. L'inefficienza tecnica si verifica ogni volta in cui i fattori sono impiegati in quantità superiori a quelle minime necessarie, dato l'output che si vuole realizzare o, simmetricamente, quando realizza un prodotto inferiore rispetto a quello massimo ottenibile in base ai fattori produttivi utilizzati. Nel primo caso si assiste in questo caso ad uno spreco fisico di risorse produttive, cioè ad un uso eccessivo di input, che implica la non minimizzazione dei costi di produzione (inefficienza tecnica *orientata agli Input*), nel secondo caso, si assiste ad una scarsa produttività dei fattori produttivi immessi che determina un livello di produzione sub-ottimale (inefficienza tecnica *orientata agli Output*).

Una prima intuitiva misura dell'inefficienza tecnica può essere derivata da un confronto fra il prodotto medio, *P.Me.*, di differenti unità. Considerando la figura 2, ad esempio, possiamo scrivere che:

¹⁴ In Debreu (Debreu, 1951) e Farrell (Farrell, 1957) una misura di input-efficienza è definita come complemento a uno della massima riduzione proporzionale di tutti gli input che permette di produrre un livello prefissato di output; in modo analogo si definisce l'output-efficienza. Debreu offre una misura radiale (in quanto la riduzione degli input avviene in modo proporzionale, ovvero radiale) di efficienza ottenuta dal "coefficiente di risorse utilizzate" per unità di output. A Farrell risale invece una misura di efficienza globale, come prodotto del punteggio di efficienza tecnica (isoquante) e dell'efficienza allocativa (capacità di ripartire gli input e gli output in proporzioni ottimali, con riferimento ai prezzi relativi; tangenza isocosto-isoquante). Confronta anche con (Lovell, 1993).

$$P.Me.^A = \frac{y^A}{x^A} < P.Me.^C = \frac{y^C}{x^C}$$

dato che sia A che C producono lo stesso livello di output, ma C utilizza l'unico input x in misura minore. In questo modo possiamo identificare nell'unità produttiva C la più efficiente fra le due. Una misura di efficienza tecnica in termini di input (derivata dalla precedente) considerando C come termine di confronto è data dal semplice rapporto:

$$T.E._i(y^A, x^A) = \frac{x^A}{x^C}$$

Si noti che l'indice è determinato per dato livello di output. Valori dell'indice superiori all'unità implicano inefficienza tecnica dell'unità produttiva considerata. Con riferimento a valori superiori ad uno è infatti possibile ottenere lo stesso livello di output y utilizzando una quantità inferiore dell'input x . Ovviamente, un indice pari ad 1 è sinonimo di efficienza. Sulla scorta di queste considerazioni possiamo scrivere:

$$\left(\frac{x^A}{x^C} \right) \lambda = 1$$

Dove $\lambda \leq 1$ identifica la riduzione nell'utilizzo dell'input x necessaria per raggiungere l'efficienza. In questo caso, λ rappresenta l'indicatore di inefficienza tecnica introdotto nella letteratura da Debreu e Farrell¹⁵. In termini più formali possiamo scrivere:

$$D.F._i(y^A, x^A) = \min \{ \lambda : x^A \lambda \in x = l(y) \}$$

Indicatore del tutto analogo può essere ottenuto considerando la funzione di distanza introdotta da Shepard (Shepard, 1953), che formalizza la misura di inefficienza tecnica $T.E._i$ che abbiamo visto in precedenza:

$$D_i(y^A, x^A) = \max \{ \lambda : x^A / \lambda \in x = l(y) \}$$

Chiaramente, la funzione di distanza può essere riscritta come:

$$D_i(y^A, x^A) = \frac{1}{D.F._i(y^A, x^A)}$$

ad indicare che la misura di inefficienza di Debreu-Farrell è semplicemente l'inversa di quella di Shepard.

¹⁵ (Debreu, 1951) e (Farrell, 1957), Cit.

Le misure di inefficienza tecnica viste sinora possono essere definite anche in termini di output. Il semplice rapporto:

$$T.E._o(x^A, y^A) = \frac{y^A}{y^B}$$

definito per dato livello di input, è un indicatore di inefficienza tecnica negli output. Valori dell'indice inferiori all'unità implicano inefficienza dell'unità produttiva in quanto è possibile ottenere un più elevato livello di output con la stessa quantità di input. Come in precedenza, partendo da queste considerazioni, possiamo scrivere:

$$\left(\frac{y^A}{y^B} \right) \theta = 1$$

Dove $\theta \geq 1$ indica l'espansione nella produzione dell'output y , ottenibile a parità di input, necessaria per raggiungere l'efficienza. In modo più formale, possiamo scrivere la misura di inefficienza di Debreu-Farrell negli output come:

$$D.F._o(x^A, y^A) = \max \{ \theta : y^A \theta \in y = p(x) \}$$

Indicatore analogo può essere derivato considerando la funzione di distanza di Shephard:

$$D_o(x^A, y^A) = \frac{1}{D.F._o(x^A, y^A)} = \min \{ \theta : y^A / \theta \in y = p(x) \}$$

Una definizione di inefficienza differente dall'inefficienza tecnica è quella di *inefficienza allocativa* o inefficienza nel senso di Koopmans (Koopmans, 1951). Si indica come inefficiente dal punto di vista allocativo una combinazione tecnicamente efficiente dove: non viene scelto il meno costoso fra i *mix* dei fattori produttivi in grado di garantire un livello tecnicamente efficiente di output (il saggio marginale di sostituzione dei fattori non eguaglia il rapporto fra i loro prezzi), nell'ipotesi di *orientamento agli input*; dati i fattori impiegati, l'impresa multi-prodotto non realizza quel *mix* di output che è in grado di massimizzare i ricavi (il saggio marginale di trasformazione non eguaglia il rapporto tra i prezzi), nell'ipotesi di *orientamento agli output*.

Consideriamo ancora il semplice processo produttivo che utilizza un input per la produzione di un output. Sia w il costo dell'input x e p il prezzo dell'output y . Chiaramente, se l'unità produttiva vuole minimizzare i propri costi sceglierà di impiegare una quantità di input x tale per cui, al margine, il prodotto di x è uguale al rapporto tra il costo dell'input x ed il prezzo

dell'output y . Diremo che un'unità produttiva è efficiente in senso allocativo se sceglie la quantità di input x che minimizza i suoi costi. Un'unità produttiva che è efficiente in senso tecnico potrebbe quindi essere inefficiente in senso allocativo, ma non è vero il contrario. In altre parole, l'efficienza nel senso di Debreu- Farrell è condizione necessaria ma non sufficiente per l'efficienza nel senso di Koopmans.

L'inefficienza tecnica e quella allocativa possono verificarsi sia congiuntamente che disgiuntamente, contribuendo entrambe ad accrescere i costi produttivi rispetto ai livelli minimi possibili. Tutti i casi in cui i costi non sono minimizzati possono quindi dipendere sia da inefficienza tecnica che allocativa.

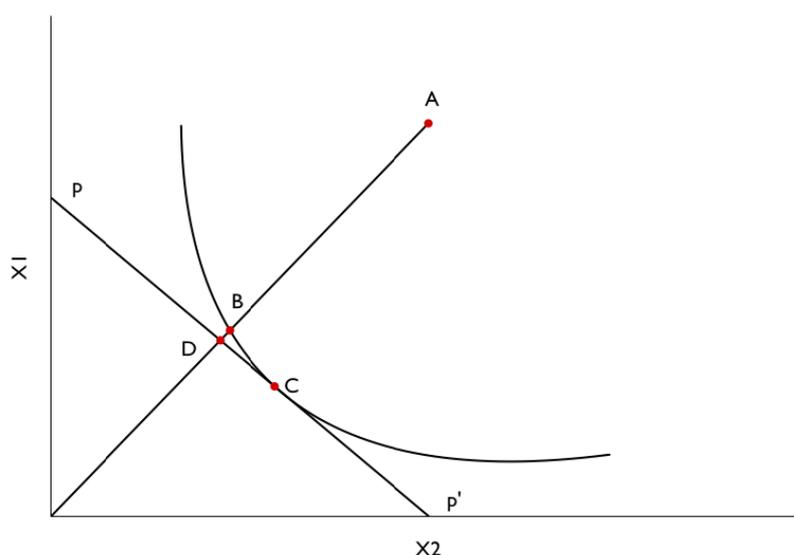


Figura 3: Efficienza Tecnica ed Allocativa nel caso di due fattori produttivi

Nella Figura 3, il punto A, situato a destra dell'isoquanta, rappresenta una combinazione possibile, ma inefficiente dal punto di vista tecnico (quindi anche economico).

Il punto B rappresenta una combinazione efficiente dal punto di vista tecnico, ma non economico: pur realizzando il massimo livello produttivo (pari a Y), l'impresa impiega fattori produttivi eccessivamente costosi.

Solo il punto C (di tangenza tra isoquanta e isocosto) rappresenta una combinazione efficiente sia da un punto di vista tecnico che allocativo: dati i fattori X_1 e X_2 , l'azienda produce la quantità massima di output (visto che C giace sull'isoquanta più elevato) a parità di costi (visto che C giace contemporaneamente sull'isocosto).

Il contributo all'inefficienza complessiva del punto A si misura sia attraverso il segmento BA che rappresenta l'inefficienza tecnica, sia attraverso il segmento DB, che invece

rappresenta l'inefficienza economica, visto che D sostiene lo stesso livello di costi sostenuto in C, pur producendo un livello inferiore di output. In modo formale avremo:

$$(e_{TECNICA})^A = \frac{\text{fattori_necessari}}{\text{fattori_impiegati}} = \frac{\overline{OB}}{\overline{OA}} \quad \text{è l'efficienza tecnica di A}$$

$$(e_{ALLOCATIVA})^A = \frac{\text{costi_necessari}}{\text{costi_sostenuti}} = \frac{\overline{OD}}{\overline{OB}} \quad \text{è l'efficienza allocativa di A}$$

$$(e_{COMPLESSIVA})^A = \frac{\overline{OD}}{\overline{OB}} \times \frac{\overline{OB}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{OD}}{\overline{OA}} \quad \text{è l'efficienza complessiva di A}$$

Volendo analizzare il caso di inefficienza *orientata agli output*, dobbiamo considerare un grafico con più prodotti (Y1 e Y2), dove, oltre alla curva di trasformazione (t) che descrive tutte le possibili combinazioni massimali di output ottenibili, viene introdotta una retta di isoricavo (rr').

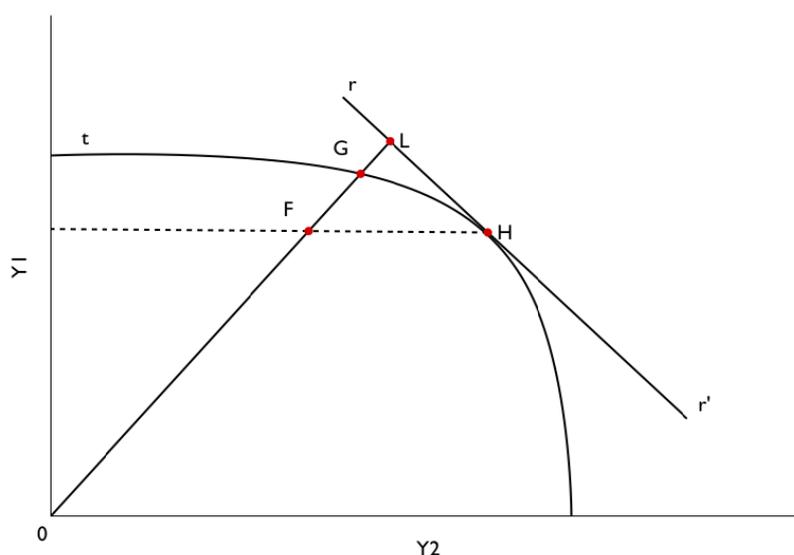


Figura 4: Inefficienza nella composizione degli output

Pertanto, volendo valutare gli indici di efficienza di F in base alla Figura 3:

$$(e_{TECNICA})^F = \frac{\text{prodotti_realizzati}}{\text{prodotti_realizzabili}} = \frac{\overline{OF}}{\overline{OG}} \quad \text{è l'efficienza tecnica di F}$$

$$(e_{ALLOCATIVA})^F = \frac{\text{ricavi_ottenuti}}{\text{ricavi_ottenibili}} = \frac{\overline{OG}}{\overline{OL}} \quad \text{è l'efficienza allocativa di F}$$

$$(e_{COMPLESSIVA})^F = \frac{\overline{OF}}{\overline{OG}} \times \frac{\overline{OG}}{\overline{OL}} = \frac{\overline{OF}}{\overline{OL}} \quad \text{è l'efficienza complessiva di F}$$

Come abbiamo visto la misurazione dell'inefficienza è basata, in generale, sulla distanza dalla frontiera dell'insieme di produzione del vettore input-output che sintetizza il processo produttivo di una certa organizzazione. Il problema della misurazione

dell'inefficienza è quindi riconducibile alla definizione della frontiera, chiaramente non nota, partendo da un campione di unità produttive con i relativi vettori input-output. Una volta ottenuta una stima della frontiera dell'insieme di produzione come "*best practice*" *frontier*, è poi agevole definire l'inefficienza associata alle unità produttive del campione attraverso gli indicatori analizzati. Si noti che la procedura di stima non conduce alla vera frontiera, dal momento che normalmente viene considerato solo un campione, per quanto rappresentativo, di unità produttive. Ciò implica che alcune unità di produzione potrebbero essere ritenute efficienti sulla base della "*best practice*" *frontier* pur essendo inefficienti sulla base della vera, ma ignota, frontiera dell'insieme di produzione.

2.3) METODI DI STIMA DELLA FRONTIERA DI PRODUZIONE

Esistono metodi differenti per la stima della frontiera dell'insieme di produzione di una certa industria. Si distinguono innanzitutto metodi deterministici e metodi stocastici. Per i primi le deviazioni dalla frontiera produttiva dipendono esclusivamente dall'inefficienza dell'unità di produzione. Per i secondi, invece, le deviazioni dalla frontiera dipendono sia dall'inefficienza dell'unità produttiva che da variabili aleatorie che potenzialmente potrebbero influenzare il processo di produzione. Un'altra possibile distinzione è fra metodi parametrici e metodi non parametrici: i primi specificano una ben definita forma funzionale per $y = p(x)$ mentre i secondi non specificano alcuna forma funzionale. Nel seguito di questo paragrafo ci concentreremo su due tra i metodi più utilizzati dalla letteratura empirica: la **Data Envelopment Analysis (D.E.A.)**, che rappresenta essenzialmente un metodo deterministico ma non parametrico, ed il metodo delle **Frontiere Stocastiche (S.F.A.)**, che al contrario rappresenta un metodo stocastico di tipo parametrico.

2.4) DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

La *Data Envelopment Analysis* (DEA) è una tecnica basata sulla programmazione lineare ed utilizzata per valutare l'efficienza di *unità operative omogenee*, formalmente definite come *Decision Making Unit* (DMU), dotate di capacità decisionale e in grado di produrre t output facendo uso di m input.

Attraverso l'analisi DEA si ottiene, per ogni unità, un valore di efficienza relativa che permette di effettuare un *ranking* delle unità analizzate, distinguendo quelle efficienti da quelle inefficienti. Se il valore di efficienza relativa è uguale a uno allora l'unità obiettivo è efficiente rispetto alle altre, altrimenti tale unità è considerata tecnicamente inefficiente. Il valore ottimale

rappresenta, in termini percentuali, la quantità dei fattori produttivi che l'unità dovrebbe utilizzare per divenire efficiente, se il modello è orientato agli input, ovvero l'ammontare dei beni che dovrebbe produrre, se il modello è orientato agli output. Attraverso l'uso dei modelli DEA sarà possibile individuare le cause e calcolare l'ammontare dell'inefficienza delle DMU che non giacciono sulla frontiera, indicando loro i rimedi da apportare per diventare efficienti.

Inoltre, diversamente dalle tecniche parametriche più diffuse, la DEA permette di separare la valutazione dell'efficienza tecnica (attinente alla trasformazione dei fattori in prodotti) dalla valutazione dell'efficienza economica (allocativa) legata alla massimizzazione dei profitti e quindi alla conoscenza dei prezzi degli input e output.

Le basi concettuali cui si ispira la tecnica DEA sono attribuite sostanzialmente a Farrell e Fieldhouse (Farrell & Fieldhouse, 1962). Contrariamente a quanto riportato in numerosi saggi annoverati fra la letteratura specifica della DEA, nel 1957 Farrell non fu in grado di sviluppare un problema di programmazione lineare che potesse spiegare gli indici di efficienza ottenuti graficamente. Uno dei suoi contributi più rilevanti allo studio dell'efficienza è stata l'introduzione di una superficie di produzione lineare a tratti più vicina possibile alle osservazioni reali. La stima della funzione di produzione avviene risolvendo un sistema di equazioni lineari che soddisfano le condizioni di convessità ed esclusione dell'origine degli assi poste sull'unico isoquanto. Nella Figura 5 si traccia l'andamento dell'esempio specifico.

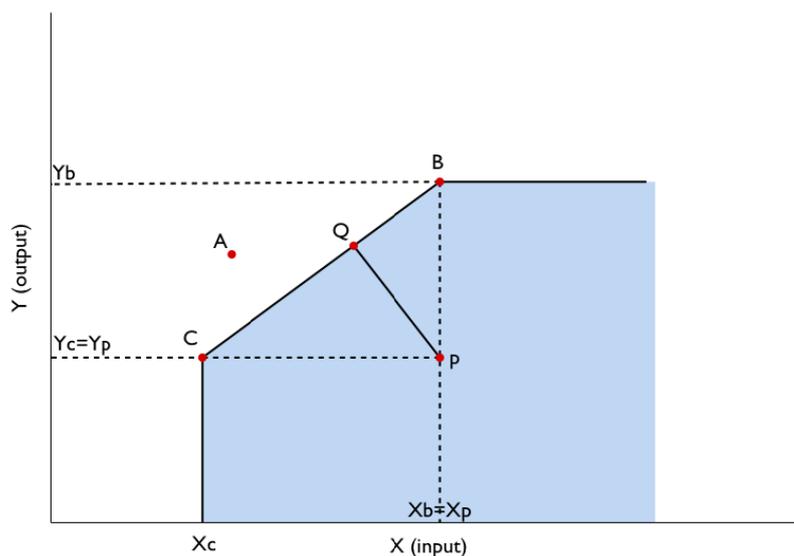


Figura 5: Un insieme di Produzione con un Input ed un Output

Si consideri, per semplicità espositiva, un semplice processo produttivo che utilizza un solo input x per ottenere un solo output y .

Facendo riferimento alla Figura 5, si può calcolare l'efficienza (inefficienza) tecnica dai diversi punti di vista:

- **input oriented**, se si vuole misurare in termini di input necessario (eccedente):

$$(e_{INPUT})^P = \frac{\text{input_necessario}}{\text{input_impiegato}} = \frac{x_c}{x_p} \quad \text{è l'efficienza di P orientata agli input}$$

$$(\bar{e}_{INPUT})^P = \frac{\text{input_eccedente}}{\text{input_impiegato}} = \frac{x_p - x_c}{x_p} \quad \text{è l'inefficienza di P orientata agli input}$$

- **output oriented**, se vuole misurare in termini di output realizzato (mancante):

$$(e_{OUTPUT})^P = \frac{\text{output_realizzato}}{\text{output_realizzabile}} = \frac{y_p}{y_b} \quad \text{è l'efficienza di P orientata agli output}$$

$$(\bar{e}_{OUTPUT})^P = \frac{\text{output_mancante}}{\text{output_realizzabile}} = \frac{y_b - y_p}{y_b} \quad \text{è l'inefficienza di P orientata agli output}$$

oppure attraverso combinazioni intermedie volte, per esempio, a calcolare la distanza geometrica minima fra y_p e la funzione di produzione (misura che quantifica il rapporto fra produzione effettiva e produzione massima tecnicamente realizzabile dato il livello di fattori produttivi impiegati x_p): $|P - Q|$.

La metodologia della *Data Envelopment Analysis* definisce la "best practice" frontier come l'involuppo superiore dei vettori input-output del campione di unità produttive.

La figura 6 è utile nell'evidenziare il processo di costruzione della frontiera efficiente.

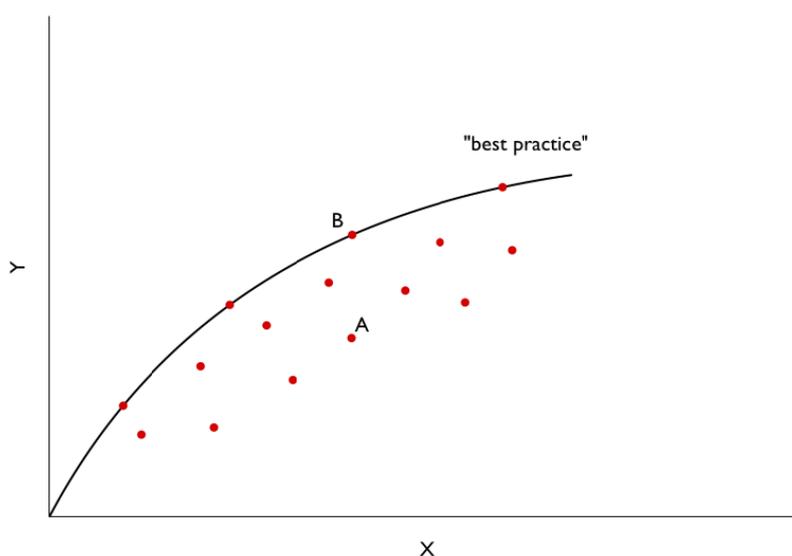


Figura 6: Best Practice Frontier

Se è lecito valutare l'efficienza di un'unità facendo il rapporto tra i risultati ottenuti e le risorse impiegate per produrli quando l'unità in esame usa un input per produrre un output, questa misura appare inadeguata quando esistono molteplici input e output collegati a risorse, attività e fattori ambientali aventi diverse unità di misura.

Il primo tentativo di risolvere il problema dell'aggregazione dei molteplici fattori è stato realizzato proprio da Farrell e Fieldhouse nel 1962¹⁶. Fissato a priori un sistema di pesi (u e v) condivisi da tutte le unità, l'efficienza di ciascuna DMU (*Decision Making Unit*) viene agevolmente misurata dal rapporto tra la somma ponderata degli output e la somma ponderata degli input utilizzati dalla stessa. Tale rapporto può essere scritto come:

$$\text{Efficienza assoluta dell'unità } j = \frac{u_1 y_1^j + \dots + u_r y_r^j + \dots + u_t y_t^j}{v_1 x_1^j + \dots + v_i x_i^j + \dots + v_m x_m^j}$$

Dove u_r è il peso dato all'output r , y_r^j rappresenta il valore dell'output r dell'unità j , v_i è il peso dato all'input i , x_i^j rappresenta il valore dell'input i dell'unità j .

Attraverso quest'indice si giunge a conoscere il livello di efficienza assoluta di ciascuna DMU, e non quello di efficienza relativa, visto che non viene posto nessun vincolo sulle unità diverse da quella obiettivo (come invece vedremo accade nel modello DEA).

Come si nota dalla formulazione, i pesi devono essere:

- conosciuti a priori, affinché ciascuna variabile in input e output possa essere ponderata;
- comuni a tutte le DMU, in modo che a ciascuna variabile corrisponda il proprio peso.

Ad un osservatore esterno risulta però impossibile basare il proprio giudizio di efficienza su uno schema di ponderazione fissato a posteriori che possa essere accettato da tutte le DMU del campione, visto che, nella realtà, ogni unità operativa decide di concentrarsi sullo sviluppo specifico di quei fattori (dimensionali piuttosto che reddituali, qualitativi piuttosto che quantitativi) che la fanno apparire più efficiente.

Un unico sistema di pesi può quindi condurre ad un'analisi poco significativa, visto che, a seconda dei pesi prescelti, la performance di una stessa unità può passare da una valutazione di piena efficienza ad una di grave inefficienza.

I modelli DEA permettono sia di valutare le performance reali delle unità operative, (senza fare loro previsioni per il futuro o stime di valori teorici) che di stimare, in modo non parametrico, la frontiera efficiente dell'industria.

¹⁶ (Farrell & Fieldhouse, 1962), Cit.

2.4.1) DEA CCR

Con la pubblicazione “*Measuring the efficiency of decision making units*” del 1978, Charnes, Cooper e Rhodes (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978), diedero inizio ad un nuovo modo di analizzare i dati: la DEA.

Partendo dall’indice di efficienza che Farrell aveva presentato qualche anno prima, furono in grado di trasformare in un problema di programmazione lineare l’analisi che il precursore aveva condotto su un unico isoquante, e di applicare ad una moltitudine di output il caso di ritorni di scala costanti elaborato da Farrell e Fieldhouse nel 1962. Il modello CCR ha il merito di esplicitare la relazione esistente fra il concetto scientifico di micro-efficienza (sintetizzato dall’indice di produttività pari al rapporto fra somma ponderata degli output e somma ponderata degli input) ed il concetto economico di indice di efficienza tecnica in presenza di ritorni di scala costanti.

Questo modello presuppone infatti che l’industria sotto indagine sia idonea a produrre con rendimenti di scala costanti, ossia che risulti in grado di replicare di α volte la quantità prodotta inizialmente qualora tutti i suoi input vengano incrementati di una quota positiva pari ad α .

Questo modello ammette infine sia l’orientamento agli input che agli output.

Supponiamo di dover analizzare la condizione di un’industria composta da diverse unità operative (corrispondenti ai punti rappresentati nella Figura 7,) che producono la stessa quantità di output, facendo uso di combinazioni diverse dei due input (X_1 e X_2).

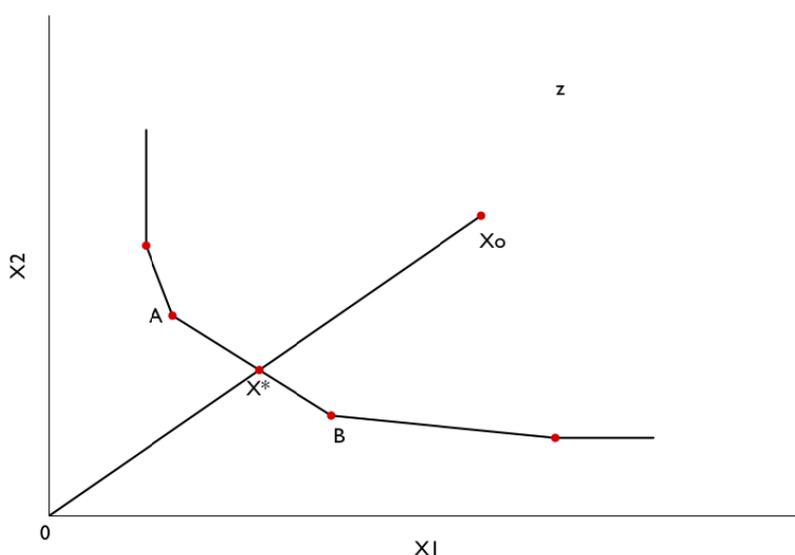


Figura 7: Dal Primale al Duale

La performance di x^0 è ammissibile, ma non efficiente. La sua inefficienza tecnica si misura facendo riferimento ad un punto, tecnicamente efficiente (x^*) di cui risulta multiplo:

$$x^* = \theta \cdot x^0 \text{ con } \theta^* = \min \{ \theta : \theta \cdot x^0 \in Z \} \text{ visto che } e_{x^0} = \theta^* = \left\| \frac{x^*}{x^0} \right\|$$

Avendo ipotizzato una produzione lineare a tratti, caratterizzata da rendimenti di scala costanti, per ottenere il punto virtuale $(x^*, y^*) = (\theta x^0, y^0)$ dovremo cercare nell'involucro conico $\{(x\lambda, y\lambda) \mid \lambda \geq 0\}$ un punto tale da consentire la massima riduzione dell'input.

Si considerino, a titolo esemplificativo, le unità produttive A e B di cui alla figura 6 che producono livelli di output y differenti, pur utilizzando la stessa quantità di input x . Il metodo della DEA considera B come appartenente alla frontiera, mentre A come unità produttiva inefficiente. In altre parole, per ogni livello di input x , si considera come appartenente alla "best practice" frontier l'unità produttiva che raggiunge il più elevato livello di produzione. In termini analitici, considerando un modello a rendimenti di scala costanti, il problema può essere scritto come:

$$\begin{aligned} \max_{k,v} P.Me. &= \frac{ky_j}{vx_j} \\ s.t. \frac{ky_i}{vx_i} &\leq 1; i = 1, 2, \dots, I \\ k, v &\geq 0 \end{aligned}$$

dove k e v sono dei pesi riferiti rispettivamente agli output e agli input, mentre I rappresenta il numero complessivo di imprese nel campione. La presenza di una funzione obiettivo non lineare ed il numero infinito di soluzioni rendono il problema di scarsa applicazione pratica.

Tuttavia, linearizzando la funzione obiettivo possiamo scrivere¹⁷:

$$\begin{aligned} \max_{\chi, v} y &= \chi y_j \\ s.t. vx_j &= 1 \\ \chi y_i - vx_i &\leq 0; i = 1, 2, \dots, I \\ \chi, v &\geq 0 \end{aligned}$$

dove χ e v rappresentano dei (nuovi) pesi riferiti rispettivamente agli output e agli input. Il problema presenta 2 variabili (χ e v) ed $(1 + I)$ vincoli. Il problema duale al problema precedente avrà quindi $(1+I)$ variabili e solo 2 vincoli. Normalmente viene risolto quest'ultimo, sia perché più semplice, sia perché ci consente di definire più chiaramente un collegamento

¹⁷ È il cosiddetto problema in "multiplier form". A tal proposito si veda Coelli (Coelli T., 1996), Cit.

logico con le misure di inefficienza sviluppate in precedenza. Sfruttando la dualità avremo infatti¹⁸:

$$\begin{aligned} \min_{\lambda, \pi} D.F._i &= \lambda \\ \text{s.t.} \quad -y_i + Y\pi &\geq 0 \\ \pi &\geq 0 \end{aligned}$$

dove λ rappresenta la misura di Debreu-Farrell, Y ed X rispettivamente i vettori degli output e degli input, π il vettore dei pesi che definiscono la frontiera efficiente. E' facile notare, sfruttando la definizione della misura di Debreu-Farrell nell'equazione, come in questo caso gli indicatori siano *input-oriented*: valori degli indicatori minori di 1 segnalano situazioni di potenziali riduzioni degli input. Chiaramente, il problema deve essere risolto I volte, una per ogni impresa appartenente al campione.

In generale ci si pone nel caso di voler valutare la performance di n *Decision Making Unit* (DMU) che consumano m differenti fattori per produrre t differenti beni o servizi. In particolare¹⁹, la generica DMU^j consuma una quantità $X^j = \{x_i^j\}$ di input ($i=1, \dots, m$) e produce una quantità $Y^j = \{y_r^j\}$ di output ($r=1, \dots, t$) posti, per convenzione, non negativi. In termini matematici il *set* di possibilità di produzione si riduce a:

$$T \equiv \{(x, y) \in \mathfrak{R}_+^{t+m} \mid x \text{ produce } y\}$$

mentre i *set* di Input ($L(y)$) e Output ($P(x)$) possibili saranno:

$$P(x) = \{y \in \mathfrak{R}_+^t \mid (x^T, y^T)^T \in T\}$$

$$L(y) = \{x \in \mathfrak{R}_+^m \mid (x^T, y^T)^T \in T\}$$

In particolare si assume l'esistenza di una relazione inversa tra $L(y)$ e $P(x)$: $x \in L(y) \Leftrightarrow y \in P(x)$ e una funzione di produzione $F(x, y)$ tale che :

$$T(P(x), L(y)) \equiv \{(x, y) \in \mathfrak{R}_+^{t+m} \mid F(x, y) \leq 0\}$$

Per queste costanti, che generalmente assumono l'aspetto di osservazioni, assumiamo che la matrice ($t \times n$) degli output sia indicata con Y , e la matrice ($m \times n$) degli input sia indicata con X .

I modelli DEA non-parametrici si caratterizzano per la presenza di un insieme di ipotesi che il set di produzione deve soddisfare:

- (H1) *Convessità del set di produzione degli input* :

¹⁸ È il cosiddetto problema in "envelopment form". Si veda Coelli (Coelli T., 1996), Cit.

¹⁹ Si veda al riguardo il lavoro di Seiford e Thrall (Seiford & Thrall, 1990).

se per $y^0 \in \mathfrak{R}_+^t, x^j \in L(y^0)$, e $\lambda_j \geq 0$ e $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad \forall j$

allora $\sum_{j=1}^n \lambda_j x^j \in L(y^0)$

- (H2) *Convessità del set di produzione degli output :*

se per $x^0 \in \mathfrak{R}_+^m, y^j \in P(x^0)$ e $\lambda_j \geq 0$ e $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad \forall j$

allora $\sum_{j=1}^n \lambda_j y^j \in P(x^0)$

- (H3) *Convessità del set di produzione:*

se $(y^j, x^j) \in T$, e $\lambda_j \geq 0$ e $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad \forall j$

allora $\sum_{j=1}^n \lambda_j (y^j, x^j) \in T$

- (H4) *Forte disponibilità degli input:*

se $(y^j, x^j) \in T$, e $x^* \geq x$

allora $(y, x^*) \in T$

- (H5) *Forte disponibilità degli output:*

se $(y^j, x^j) \in T$ e $0 \leq y^* \leq y$

allora $(y^*, x) \in T$

- (H6) *Rendimenti di scala costanti:*

se $(y^j, x^j) \in T$

allora $(ky, kx) \in T \quad \forall k \geq 0$

- (H7) *Appartenenza alla regione ammissibile:*

l'osservazione $(y_j, x_j) \in T, \forall j$

- (H8) *Estrapolazione minima:*

se un set di produzione T' soddisfa (H1), (H2), (H4)-(H7) o (H3)-(H7), allora $T' \subset T$

Le ipotesi H1 e H2 sono incluse nell'ipotesi H3, ma, anche se soddisfatte, non implicano H3.

L'ipotesi H6, è condizione necessaria per ottenere il modello CCR, caratterizzato proprio da ritorni di scala costanti. Inoltre, per ipotesi, si assumono solo DMU:

- omogenee in termini di industria, di input e di output;

- di cui si vogliono massimizzare gli output o minimizzare gli input;
- in cui almeno un output ed un input siano strettamente positivi.

Con riferimento alla figura 7, una regione ammissibile in grado di soddisfare l'ipotesi H6 risulta più ampia di quella esistente in caso di rendimenti di scala variabili, ma comporta una minore probabilità di ottenere combinazioni efficienti, visto che può crescere la distanza dei punti dalla frontiera. Appartenere alla regione ammissibile significa dover usare una quantità di input non inferiore (H4), e produrre una quantità di output non superiore (H5) a quelle degli altri punti.

Soddisfacendo, quindi, tutte le ipotesi comprese fra H3 e H8 descritte nel paragrafo introduttivo al modello, si determina il *set* di possibilità di produzione tipico del modello CCR, così descrivibile:

$$T^{CCR} = \left\{ (x, y) \in \mathfrak{R}_+^{t+m} \mid Y^* \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j Y^j, X^* \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j X^j, \lambda_j \in \mathfrak{R}_+^n \right\}$$

La ricerca del punto efficiente si riduce così al problema di Programmazione Lineare prima esposto, in cui:

$$\text{Min } \theta \quad (CCR_{INVILUPPO})$$

Soggetto a:

$$\theta \cdot x^0 - \sum_{j=1}^n \lambda_j X^j \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j Y^j \geq Y^0$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \forall j$$

Per ottenere la formulazione standard e presentare i vincoli sotto forma di uguaglianze invece che di disuguaglianze, è sufficiente inserire nel vincolo sugli input un vettore S di componenti $s_i \geq 0$ ($i=1..m$), dette *variabili surplus* o *eccedenza*, che rappresentano la quantità di ogni Input in eccesso al primo membro:

$$\theta \cdot X^0 - \sum_{j=1}^n X^j \lambda_j - s_i = 0 \quad \forall i, \forall j$$

Allo stesso modo si può introdurre nel vincolo sugli Output un vettore S di componenti $s_r \geq 0$ ($r=1,..,t$), dette *variabili slack* o *scarto*, che rappresentano la quantità di ogni Output in difetto al primo membro:

$$\sum_{j=1}^n Y^j \lambda_j - Y^0 + s_r = 0 \quad \forall r, \forall j$$

In presenza di rendimenti costanti, tutti i punti sulla frontiera risultano punti di ottimo con indice di efficienza pari ad uno. La condizione di avere variabili *slack* uguali a zero è implicitamente soddisfatta, per cui la loro eventuale esplicitazione è finalizzata solo alla trasformazione dei vincoli da disequazioni ad equazioni.

Il modello $CCR_{INVILUPPO}$ sopra definito diviene suscettibile di un'interessante interpretazione economica se si interpretano i vincoli come il tentativo di costruire una combinazione lineare delle n DMU presenti nel campione (ciascuna pesata coi pesi λ_j), tale da:

- produrre almeno y^0 (vincolo sugli output);
- consumare non più di x^0 ; più precisamente, il consumo di input deve essere minore o uguale ad una certa percentuale θ degli input consumati dalla DMU obiettivo. Poiché siamo in un problema di minimizzazione e θ compare nella funzione obiettivo, questa percentuale verrà determinata come la più piccola possibile, dati i valori y^0 e x^0 e il campione di riferimento.

La costruzione di una DMU così composita che domina quella obiettivo si rivela impossibile quando quest'ultima è efficiente e può quindi essere replicata sempre e solo da se stessa (con $\lambda_0 = 1$ e $\lambda_{j \neq 0} = 0$), rispettando i vincoli, come uguaglianza, per $\theta=1$. Di conseguenza le DMU non-dominate mostreranno valori unitari di θ , mentre quelle inefficienti raggiungeranno valori di θ inferiori all'unità. Solo in caso di inefficienza, quindi, il problema conduce all'individuazione (attraverso il vettore λ) di una DMU composita in grado di produrre almeno lo stesso volume di output con solo una frazione θ degli input consumati dalla DMU obiettivo. Nell'esempio di prima, le DMU A e B sono non-dominate: come dimostra in modo eloquente la Figura 7, per entrambe risulta impossibile costruire una combinazione lineare di altre unità tale da produrre un uguale volume di output consumando una minor quantità di input.

Per il punto x^0 , che invece risulta dominato da A e B, si può costruire una combinazione lineare delle DMU dominanti (sue unità di riferimento o *peer units*) scegliendo un opportuno vettore di pesi λ . Questa combinazione, che chiamiamo x^* , risulta chiaramente migliore di x^0 , perché produce y usando solo una parte ($\theta < 1$) degli input usati da x^0 . Dalla figura si nota anche come il grado di inefficienza di una DMU compresa nella regione tecnicamente ammissibile sia direttamente proporzionale alla distanza fra la stessa DMU e la frontiera.

Trasformando il problema dell'inviluppo nel suo duale, si ottiene una nuova formulazione dello stesso problema, detto dei *Moltiplicatori* in virtù della possibilità di fornire, oltre al valore di efficienza, quello dei pesi da attribuire ai fattori in Ingresso ed Uscita. Non potendo essere

definito a priori un sistema di pesi accettato da tutte le unità, ciascuna DMU viene infatti lasciata libera di scegliere i pesi da attribuire agli input e agli output in modo da massimizzare il rapporto fra la media ponderata dei suoi Output e la media ponderata dei suoi Input sotto la condizione che nessuna unità (inclusa quella obiettivo) ottenga con gli stessi pesi un indice di efficienza superiore all'unità (valore che rappresenta l'efficienza).

Il problema dei Moltiplicatori risulta formulato come segue:

$$\text{Max } e^0 = \frac{\sum_{r=1}^t u_r y_r^0}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^0}$$

Soggetto a:

$$\frac{\sum_{r=1}^t u_r y_r^j}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^j} \leq 1 \quad \forall j$$

$$v_i \geq 0 \quad \forall i$$

$$u_r \geq 0 \quad \forall r$$

Per ricondurre la forma frazionaria a quella lineare ed ottenere la forma canonica del problema CCR dei *Moltiplicatori* orientato agli Input, basta normalizzare il denominatore ed attribuirgli un valore arbitrario²⁰ pari, per esempio, all'unità. Per procedere alla sua soluzione diventa così sufficiente massimizzare il numeratore ed includere la condizione $\sum v_i x_i^0 = 1$ tra i vincoli relativi a tutte le DMU:

$$\text{Max } H^0 = \sum_{r=1}^t u_r y_r^0 \quad (CCR_{\text{MOLTIPLICATORI}})$$

Soggetto a:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_i^0 = 1$$

$$\sum_{r=1}^t u_r y_r^j - \sum_{i=1}^m v_i x_i^j \leq 0 \quad \forall j$$

$$u_r \geq 0 \quad \forall r$$

$$v_i \geq 0 \quad \forall i$$

²⁰ È immediato verificare che se un sistema di pesi (u^*, v^*) soddisfa il problema di massimo, allora ciò accade per qualsiasi altro sistema $(\alpha u^*, \alpha v^*)$ con $\alpha \in \mathfrak{R}_+$. Sul tema si veda Resti (Resti, 1996).

Osservando tutti i vincoli posti al problema (escludendo il caso, privo di significato economico, di una DMU con output nulli o pesi negativi), si constata che l'indice di efficienza attribuito all'unità obiettivo (H^0) e alle altre $n-1$ unità può assumere solo valori compresi fra zero ed uno. Per evitare che una DMU palesemente inefficiente nel consumo di un certo x_r possa rendere "trasparente" la propria inefficienza assegnando un peso nullo a tale fattore, i sistemi più sofisticati impongono che i pesi non possano assumere un valore inferiore ad una quantità positiva ε infinitesima.

Per evitare confusioni nel passaggio da un problema *primale* (involuppo) al suo *duale* (moltiplicatori), possiamo servirci di uno schema riassuntivo, che illustra il caso in cui, ad esempio, esistono due output e tre input.

La Tabella 1 si presta ad una duplice lettura:

- per riga del problema dell'involuppo: sulla prima sono riportate le variabili del problema, mentre nell'ultima riga si ha la funzione obiettivo ($\min \theta$). Nelle celle centrali ci sono i pesi delle variabili, mentre nell'ultima colonna il secondo membro dei vincoli;
- per colonna del problema dei moltiplicatori: nell'ultima colonna c'è la funzione obiettivo ($\max u_1 Y_1 + u_2 Y_2$), mentre i vincoli si ottengono moltiplicando le variabili del problema riportate nella prima colonna (pesi degli input e output) con i termini noti (rappresentati dai valori sulle colonne interne) osservati in ciascuna unità. Il segno di ciascun vincolo si evince dall'ultima riga.

Tabella 1: Dal CCR (Involuppo) al CCR (Moltiplicatori)

	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	θ	<i>MAX</i>
u_1	y_1^1	y_1^2	y_1^3	y_1^4	0	$\geq y_1^0$
u_2	y_2^1	y_2^2	y_2^3	y_2^4	0	$\geq y_2^0$
v_1	$-x_1^1$	$-x_1^2$	$-x_1^3$	$-x_1^4$	X_1^0	≥ 0
v_2	$-x_2^1$	$-x_2^2$	$-x_2^3$	$-x_2^4$	X_2^0	≥ 0
v_3	$-x_3^1$	$-x_3^2$	$-x_3^3$	$-x_3^4$	X_3^0	≥ 0
<i>MIN</i>	≤ 0	≤ 0	≤ 0	≤ 0	$= 1$	

Accoppiando con cura le variabili ai pesi, si definiscono velocemente i due problemi CCR orientati agli input:

- Problema dell'INVILUPPO:

Min θ

Soggetto a:

$$\lambda_1 Y_1 + \lambda_2 Y_2 + \lambda_3 Y_3 + \lambda_4 Y_4 \geq Y^0$$

(che esprime i due vincoli sugli output ottenuti ponderando la prima riga delle variabili con le prime due righe dei pesi. Y^j indica il vettore degli output di ciascuna DMU);

$$-\lambda_1 X_1 - \lambda_2 X_2 - \lambda_3 X_3 + \lambda_4 X_4 - \theta X^0 \geq 0$$

(che esprime i tre vincoli sugli input, ottenuti ponderando la prima riga delle variabili con le ultime tre righe dei pesi. X^j indica il vettore degli input di ciascuna DMU);

$$\lambda_1; \lambda_2; \lambda_3; \lambda_4 \geq 0$$

- Problema dei MOLTIPLICATORI:

$$\text{Max } u_1 \cdot Y_1^0 + u_2 \cdot Y_2^0$$

Soggetto a:

$$u_1 Y_1^j + u_2 Y_2^j - v_1 X_1^j - v_2 X_2^j - v_3 X_3^j \leq 0 \quad \forall j = 1 \dots n$$

$$v_1 X_1^0 + v_2 X_2^0 + v_3 X_3^0 = 1$$

(Che esprimono i vincoli di ciascuna DMU. Si ottengono ponderando la prima colonna delle variabili con i pesi disposti sulle colonne interne della tabella. Ogni colonna indica una DMU diversa, tranne l'ultima che indica la DMU obiettivo).

$$u_1, u_2, v_1, v_2, v_3 \geq 0$$

Si nota immediatamente che il passaggio da un problema all'altro comporta il cambiamento del numero di variabili e di vincoli da soddisfare: il problema dei moltiplicatori avrà tante variabili quanti sono i vincoli, e tanti vincoli quante sono le variabili del problema dell'inviluppo (essendo il suo duale).

Nella Tabella 2 riassuntiva che segue, $l+n$ coincide con la somma di θ e delle $n \lambda_j$ (visto che $j=1 \dots n$), mentre $m+t$ coincide con la somma di input e output.

Tabella 2: Variabili e Vincoli, dal *Primale* al *Duale*

		Problema	
		INVILUPPO	MOLTIPLICATORI
numero di	VARIABILI	$l+n$	$m+t$
	VINCOLI	$m+t$	$l+n$

Partendo dalla base del modello CCR nel tempo sono stati sviluppato altri modelli DEA, da considerare come variazioni del modello base in quanto rilasciano determinate ipotesi di funzionamento; i principali sono il modello BCC (Banker, Charnes, & Cooper, 1984) ed il modello additivo.

2.4.2) DEA BCC

Mentre il modello originale sviluppato da Charnes e altri nel 1978 assume ritorni di scala costanti, nella realtà accade spesso che questi non prevalgano e che, per effettuare l'analisi, si renda necessario o conoscere a priori la scala con cui operano le unità indagate, o sapere la dimensione degli input/output in corrispondenza della quale l'inefficienza diventa una conseguenza diretta dei rendimenti di scala.

Prima dell'introduzione di un modello che rimuovesse l'ipotesi di rendimenti di scala costanti, solo in presenza di tali informazioni si poteva scomporre l'*efficienza aggregata o complessiva* di un'unità in *efficienza tecnica pura* e *inefficienza di scala*. Solo nel 1984 Banker, Charnes e Cooper furono in grado di illustrare le differenze fra le diverse tipologie di efficienza e di fornire una loro misurazione in un contesto *mono-input* e *mono-output* prima, e *multi-input* e *multi-output* poi. Per farlo, si avvalsero della Figura 8 che rappresenta il set di produzione possibile, data la combinazione di input (x) e output (y):

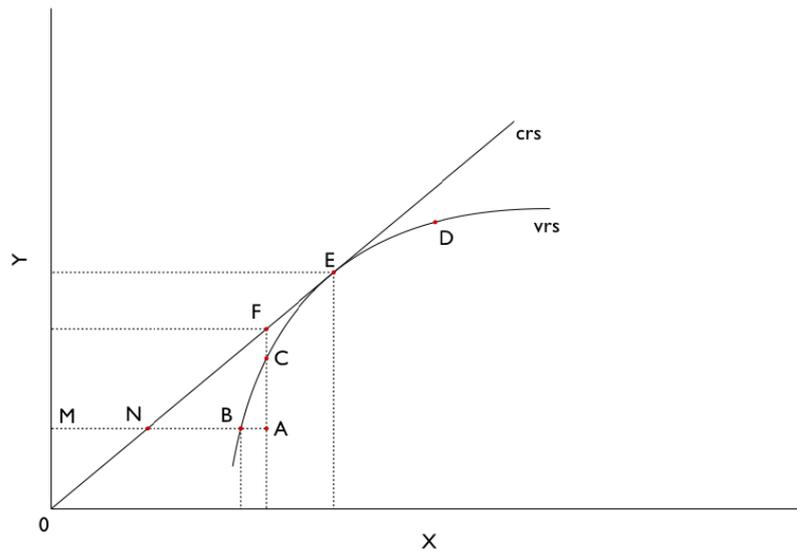


Figura 8: Efficienza Tecnica e di Scala

La curva BED corrisponde alla funzione di produzione con rendimenti di scala variabili (RSV), mentre la retta uscente dall'origine coinciderebbe con la frontiera di produzione se questa fosse caratterizzata da rendimenti di scala costanti (RSC).

L'unità A è inefficiente perché non appartiene alla frontiera di produzione (che, per ipotesi, presenta rendimenti di scala variabili). Attraverso un paragone col punto B, se la si valuta in termini di input, o col punto C, se la si valuta in termini di output, si può essere misurare la sua efficienza:

$e_I^A = x_B / x_A$ è l'efficienza tecnica pura di A con orientamento agli input;

$e_O^A = y_C / y_A$ è l'efficienza tecnica pura di A con orientamento agli output.

Paragonando le frontiere RSC e RSV si nota che lungo la retta con RSC la produttività media (definita $AP_j = y_j / x_j$ quando si ha un solo input ed un solo output) rimane costante, mentre sulla generica frontiera con rendimenti variabili varia in ciascun punto. Le unità B e D appartengono alla frontiera RSV e sono tecnicamente efficienti, ma la produttività media di B è più elevata di quella di C. Il punto con la produttività media più elevata lungo la frontiera RSV è E (punto di tangenza con la retta RSC) che corrisponde a ciò che Banker chiamava "most productive scale size" (MPSS). La produttività media del MPSS sulla frontiera RSV coincide con la produttività media di ciascun punto sulla frontiera RSC.

L'efficienza complessiva (tecnica e di scala) di A si ottiene paragonando la stessa DMU con i punti E o N (unità che, pur non appartenendo all'insieme di produzione, raggiunge numericamente la stessa produttività media di E, giacendo sulla retta RSC). Mantenendo un orientamento agli input, è misurata dal rapporto x_N / x_A .

L'*efficienza di scala* in ciascun punto della frontiera è invece misurata dal rapporto fra la produttività media in quel punto e la produttività media nel MPSS²¹. Quella di A coincide con il rapporto x_B / x_N , e quantifica la distanza orizzontale fra le due frontiere.

Infine, osservando tali misure, non si può che dedurre l'esistenza di una relazione matematica fra i diversi tipi di efficienza, avendo verificato che l'*efficienza tecnica pura* equivale al prodotto fra *efficienza complessiva* ed *efficienza di scala*. In A, il rapporto x_B / x_A va a coincidere infatti col prodotto fra x_N / x_A e x_B / x_N .

Il nuovo modello (chiamato BCC), simile al CCR ma con vincoli più stringenti, soddisfa tutte le ipotesi base della tecnica DEA riguardanti sia le DMU che il *set* di produzione, ad esclusione della H6 che impone ritorni di scala costanti. I vincoli risultano più restringenti rispetto a quelli del CCR perché viene inserito un vincolo di convessità ($\sum \lambda = 1$) con cui si ammette la variabilità dei rendimenti di scala.

Confrontando i valori ottenuti risolvendo lo stesso problema con i due modelli diversi, si nota che l'indice di efficienza complessiva del CCR risulta sempre più basso dell'indice di efficienza tecnica pura trovato col BCC, essendo quest'ultimo già stato depurato dal fattore di scala. I due indici coinciderebbero se e solo se l'unità obiettivo del modello BCC mantenesse il livello di produttività media più elevato, andando a coincidere quindi col punto di MPSS.

Ammettendo ritorni di scala variabili (crescenti o decrescenti), il BCC da origine ad una regione ammissibile più ristretta di quella che caratterizza il modello CCR. Di conseguenza, diminuendo la distanza dei punti dalla funzione di produzione, cresce la probabilità di ottenere unità efficienti. anche il modello BCC (oltre al CCR) ammette sia la risoluzione dei problemi dell'inviluppo e dei moltiplicatori attraverso il duplice orientamento agli input e agli output.

Diversamente dai modelli analizzati fino ad ora, con il modello Additivo (elaborato per la prima volta nel 1985 da Charnes, e altri²²) la DMU obiettivo si dice efficiente se e solo se gli indici dei problemi dell'inviluppo e dei moltiplicatori assumono contemporaneamente un valore nullo. Risulta invece inefficiente quando tali indici assumono valori negativi e le variabili *slack* (sugli input o sugli output) ne assumono uno positivo. La frontiera di efficienza viene sempre stimata imponendo il passaggio dalle DMU efficienti. Nel modello Additivo non vi è distinzione fra orientamento agli input/output, perché entrambi vengono considerati contemporaneamente attraverso l'adozione delle variabili *slack* che, se positive, indicano (in termini grafici) la direzione e la distanza che l'unità inefficiente deve percorrere per poter raggiungere la frontiera di efficienza. In termini strategici indicano altresì la variazione

²¹ Confronta con Ray e Desly (Ray & Desly, 1997).

²² (Charnes, Cooper, Golany, Seiford, & Stutz, 1985)

quantitativa in input/output che l'unità inefficiente deve apportare al proprio processo produttivo per migliorare la propria performance. Diversamente dagli altri modelli, il valore ottimo trovato col modello Additivo non rappresenta una misura relativa, ma assoluta, che dipende dall'unità di misura con cui vengono valutate le variabili. In un contesto *multi-input* e *multi-output* ciò equivale ad individuare solo fenomeni quantificabili attraverso unità di misura comuni, annullando così una delle caratteristiche fondamentali della tecnica DEA che permette il confronto fra fenomeni misurati da differenti unità di misura.

2.4.3) EFFICIENZA TECNICA PURA ED EFFICIENZA DI SCALA

I modelli base della DEA vengono sfruttati soprattutto per la misura dell'efficienza tecnica. Attraverso l'ausilio del saggio di Färe e altri del 1985 (Färe, Grabowski, & Grosskopf, 1985) e quello di Byrnes e Valdmanis pubblicato nel 1994 (Byrnes & Valdmanis, 1994), si vede come sia possibile adattare il modello CCR ($CCR_{ADATTATO}$) per scomporre l'indice di efficienza tecnica nelle due componenti:

- efficienza tecnica pura;
- efficienza di scala.

Siano x_1 e x_2 i fattori produttivi utilizzati nel processo produttivo per ottenere l'output y . Partendo dalle ipotesi di "forte disponibilità di input" (FDI)²³ e rendimenti di scala costanti (RSC) (che identificano la tecnologia rappresentata dall'isoquante L^{SK} della Figura 9) si può in primis distinguere la componente allocativa da quella tecnica. Dati i prezzi per l'acquisto degli input (rappresentati in figura dalla retta di isocosto pp'), la combinazione di input che minimizza i costi è rappresentata dal punto E.

In termini grafici, l'efficienza complessiva di una DMU che opera al punto R può essere immediatamente indicata dal rapporto OT/OR . Per attribuirle un valore numerico si deve invece risolvere un problema di programmazione lineare in grado di stimare il costo minimo (MC_R) da sostenere per l'acquisto delle risorse attualmente utilizzate durante la produzione:

$$(MC_R) = \min p_R \cdot X_R$$

Soggetto a:

$$Y\lambda \geq Y_R$$

$$X\lambda \leq X_R$$

²³ L'ipotesi di "Forte Disponibilità degli Input" richiede che il saggio marginale di sostituzione degli input sia non negativo.

$$\lambda_j \geq 0$$

Avendo ottenuto una misura del vettore OT , si può ora esprimere l'efficienza complessiva (OE) come il rapporto fra input necessari e input effettivamente utilizzati:

$$OE_R = \frac{MC_R}{p_R \cdot X_R}$$

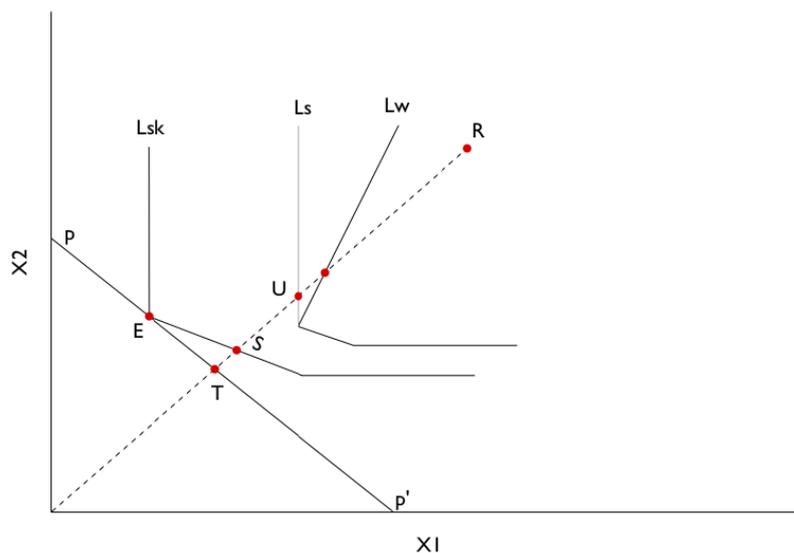


Figura 9: Scomposizione dell'Efficienza Complessiva

Osservando la Figura 9 possiamo indicare col rapporto OS/OR la misura dell'efficienza tecnica dell'unità R (TE_R), che non dipende dai prezzi ma solo dai rendimenti di scala. Per quantificare il segmento OS che esprime la combinazione minima di input in grado di produrre una certa quantità di output, bisogna però risolvere il seguente problema di Programmazione Lineare (coincidente con un $CCR_{INVILUPPO}$):

$$TE_R = \min \theta$$

Soggetto a:

$$Y\lambda \geq Y_R$$

$$X\lambda \leq X_R \cdot \theta$$

$$\lambda_j, \theta \geq 0$$

Il valore di θ ottenuto suggerisce in termini percentuali la riduzione proporzionale che ciascun input deve subire perché la DMU migliori la propria performance. La variabile assume un valore pari all'unità, se la produzione degli output avviene minimizzando l'uso degli input, mentre assume valore compreso fra 0 ed 1 se la produzione attuale degli output sconta uno spreco quantitativo di input.

L'efficienza allocativa è rappresentata graficamente dal rapporto OT/OS , e misurata dal rapporto:

$$AE_R = \frac{OE_R}{TE_R}$$

Essa riguarda l'inefficienza dovuta all'incapacità dell'unità di scegliere la combinazione di input che presenti oltre alle quantità, anche i costi minori.

Riassumendo, l'indice di efficienza complessiva risulta dal prodotto dell'efficienza tecnica e allocativa: $OE_R = TE_R \cdot AE_R$ che viene confermato graficamente dalla relazione:

$$\frac{OT}{OR} = \frac{OS}{OR} \cdot \frac{OT}{OS}$$

La decomposizione dell'indice di efficienza tecnica è accompagnata dal rilascio delle ipotesi sulla tecnologia di produzione (rendimenti di scala costanti e forte disponibilità degli input) imposte dal modello di Farrell.

Si verifica un'inefficienza di scala quando una DMU non risulta in grado di mantenere un equilibrio di lungo periodo, ovvero non giace in un punto con ritorni di scala costanti. Per il punto R della Figura 9 l'inefficienza di scala è rappresentata dal rapporto OS/OU che coincide con la differenza radiale fra l'isoquante L^{SK} e la tecnologia rappresentata dall'isoquante L^S , che rilascia l'ipotesi di rendimenti di scala costanti (RSC) per assumere quella di rendimenti di scala variabili (RSV). L'efficienza (locale) di scala (S_R) dell'unità obiettivo sarà determinata semplicemente facendo il rapporto fra l'indice di efficienza tecnica (TE_R)²⁴ ottenuta risolvendo il problema col modello CCR e l'indice di efficienza tecnica (TE_R^{RSV}) che ingloba l'inefficienza di scala.

$$S_R = \frac{TE_R}{TE_R^{RSV}}$$

L'inefficienza di scala fornisce una misura della quantità di input sprecati a causa della deviazione dai rendimenti tecnici ottimali. Ha valore unitario quando $TE_R = TE_R^{RSV}$, ovvero quando la tecnologia sfruttata dalla DMU presenta rendimenti di scala costanti. Assume invece valore positivo ma inferiore all'unità quando nel punto indagato (DMU_R) la tecnologia utilizzata non coincide con quella ottimale.

²⁴ Efficiente dal punto di vista dei rendimenti di scala, visto che opera in condizioni di RSC.

2.4.4) INPUT ED OUTPUT VIRTUALI

Attraverso l'analisi degli input e output virtuali si possono identificare le competenze specifiche di ogni DMU ed evidenziare le sue criticità. Gli input virtuali dell'unità j_0 ($v_i^* \cdot x_{i0}$) sono dati dai prodotti fra i livelli di input (x_{i0}) e i pesi ottimali (v_i^*) posti sui corrispondenti input e, in modo analogo, gli output virtuali ($u_r^* \cdot y_{r0}$) corrispondono ai prodotti fra i livelli di output (y_{r0}) e i pesi ottimali (u_r^*) posti sui corrispondenti output.

A differenza dei pesi x_{i0} e y_{r0} che derivano dal modello DEA scelto e dipendono dall'unità di misura di ciascun fattore, gli input e output virtuali fungono da pesi normalizzati:

se il modello è orientato agli Input:

- la somma degli output virtuali è pari al livello di efficienza in termini percentuali;
- il singolo input virtuale quantifica l'importanza attribuita dall'unità allo specifico Input;
- la somma degli input virtuali è uguale, per il vincolo di normalizzazione, ad un valore costante (uno).

se il modello è orientato agli Output:

- la somma degli input virtuali è uguale al livello di efficienza percentuale;
- il singolo output virtuale quantifica l'importanza attribuita dall'unità allo specifico Output;
- la somma degli output virtuali di ciascuna DMU è uguale, per il vincolo di normalizzazione degli output, ad un valore costante (uno).

Gli Input e Output in corrispondenza dei quali un'unità ottiene valori virtuali elevati, rappresentano quei fattori su cui l'unità si concentra maggiormente per massimizzare la propria efficienza e che, quindi, spera possano ottenere un peso più elevato rispetto alle altre unità.

Può succedere che due DMU concentrate sulla produzione (sviluppo) di un particolare input (output), pur risultando relativamente efficienti, presentino valori virtuali sensibilmente diversi perché relativi ai fattori di loro maggiore interesse. Perché un'unità inefficiente possa migliorare, è importante che questa riesca ad individuare, tra l'insieme di DMU efficienti, quella con la struttura produttiva più simile alla propria, e quindi più facilmente riproducibile. Non avrebbe infatti senso che si confrontasse con DMU che raggiungono l'efficienza attraverso scelte strategiche differenti.

Poter identificare un modello da seguire perché in grado di realizzare a parità di condizioni, una prestazione migliore, non porta solo ad un miglioramento dell'efficienza relativa dell'unità

inefficiente, ma anche a quella delle unità già efficienti, che traggono beneficio dal continuo scambio di informazioni sulle diverse politiche gestionali attuate.

2.4.5) PEER UNITS

Per ciascuna unità inefficiente, la DEA identifica un insieme di unità, dette *peer units*, che risultano efficienti anche quando vengono valutate con la struttura di pesi ottimale per l'unità in esame. Queste unità costituiscono il cosiddetto *peer group* per l'unità inefficiente, cioè l'insieme dei riferimenti eccellenti, esempio di “*good practices*” per l'unità esaminata.

Nel problema dell'involuppo, le *peer units* sono DMU la cui combinazione convessa consente di individuare l'unità virtuale di confronto. Sono infatti associate ai λ di base, i cui valori forniscono informazioni sull'importanza relativa dei singoli riferimenti.

La frequenza con cui un'unità diventa *peer unit* rappresenta uno degli indicatori di buona condotta, visto che misura le volte in cui un'unità può essere considerata un valido esempio che dovrebbe essere seguito dalle unità inefficienti. Se la frequenza è molto alta rispetto al numero di unità del campione significa che la stessa unità risulta efficiente non solo col proprio sistema di pesi, ma anche con quello di molte altre DMU. Viceversa, se risulta molto bassa, l'unità sotto indagine risulta un esempio poco valido perché, probabilmente, troppo particolare.

L'analisi dei *peer groups* consente anche di discriminare fra le unità efficienti, che adottano un sistema di pesi molto equilibrato e quelle che risultano efficienti per averne adottato uno molto particolare, ma difficilmente condiviso. Generalmente si tende a riconoscere come “*Maverick*” l'unità efficiente dal comportamento eccessivamente specializzato, anche se non è escluso che i pesi “particolari” (perché univocamente adottati) siano quelli in grado di rappresentare in modo più significativo la realtà produttiva analizzata.

2.4.6) ANALISI DI SENSITIVITÀ

L'analisi di sensitività misura la variazione massima che gli Input e Output della DMU obiettivo possono subire, senza che questa cambi il valore di efficienza raggiunto inizialmente.

Il primo approccio a questo tipo di analisi è rappresentato dalla possibilità di estendere la valutazione della DMU obiettivo all'extraefficienza. Per farlo basta rilasciare, in corrispondenza del vincolo relativo all'unità obiettivo, l'ipotesi che limita al valore unitario l'indice di efficienza raggiungibile da ciascuna delle DMU del campione. Se il valore così ottenuto supera il 100% significa che l'unità risulta in grado di mantenere la condizione di efficienza anche a seguito di una perturbazione che provochi un aumento dei fattori produttivi o una diminuzione della quantità di output prodotto per la differenza percentuale riscontrata.

Quindi, se implementando un modello orientato agli Input privo del vincolo sull'unità obiettivo si ottiene un valore di efficienza pari a 1.25, significa che tale unità può permettersi di aumentare gli input usati del 25% o ridurre gli Output prodotti del 12,5% senza perdere il primato di efficienza.

Nel 1998 Seiford e Zhu (Seiford & Zhu, 1998) propongono un'altra procedura di analisi basata sul modello CCR e finalizzata alla definizione delle condizioni necessarie e sufficienti cui far soggiacere le variazioni subite dalla DMU indagata, affinché la stessa preservi lo stato di efficienza. Questa conduce all'identificazione di una "regione di stabilità degli input" (RSI) e una "regione di stabilità degli output" (RSO) all'interno delle quali l'efficienza di una specifica DMU rimane costante e di valore unitario. Queste regioni vengono create sfruttando le proiezioni della DMU perturbata sulla frontiera generata dalle rimanenti $n-1$ unità.

Le proiezioni possono riguardare solo gli Input (m al massimo), solo gli Output (t al massimo), oppure entrambi i fattori contemporaneamente fino ad ottenere $m+t$ punti proiettati. Le proiezioni lungo gli Input si ottengono incrementando, al minimo, gli input di cui si vuol analizzare la sensitività e mantenendo tutti gli altri dati invariati, finché tali punti non vengono rappresentati come una combinazione lineare delle altre unità e perciò proiettati sulla nuova frontiera di efficienza. Ciascun di essi viene moltiplicato per un fattore β maggiore di uno, come indicato nella prima equazione:

$$I. \quad \bar{x}_i^- = \beta_i \cdot x_i^0 \quad \beta_i \geq 1 \quad i = 1, \dots, m$$

Allo stesso modo, la proiezione lungo gli Output si ottiene riducendo al massimo l'output da analizzare, e mantenendo tutto il resto costante. L'output destinato a diminuire viene moltiplicato per un fattore α positivo ma minore di uno, come indicato dalla seconda equazione:

$$II. \quad \bar{y}_r^- = \alpha_r \cdot y_r^0 \quad 0 \leq \alpha_r \leq 1 \quad r = 1, \dots, t$$

Tale approccio richiederebbe, almeno in teoria, la soddisfazione di due condizioni che, però, possono non verificarsi simultaneamente nelle situazioni reali:

3. l'iperpiano ottenuto risolvendo il precedente sistema di equazioni lineari e contenente i punti proiettati non deve essere dominato da una DMU diversa da quella obiettivo;
4. il modello CCR che determina il moltiplicatore deve essere realizzabile.

La sensitività di un'unità efficiente di frontiera varia dunque a seconda del numero di perturbazioni subite. Le condizioni che le permettono di preservare il suo stato di efficienza si fanno più restringenti al crescere di K , cioè del numero di Input e Output che variano simultaneamente.

Per effettuare un'analisi di sensitività che permetta di definire le “*Regioni di Sicurezza*” in presenza di molteplici fattori che variano contemporaneamente, è sempre necessario sottoporre ad ulteriori vincoli le informazioni fornite dalla soluzione del modello $CCR_{ADATTATO}$ e relative alla variazione massima possibile di un unico fattore alla volta (nell'ipotesi che tutti gli altri rimangano costanti).

2.4.7) VANTAGGI E SVANTAGGI TECNICA DEA

Grazie alla sua flessibilità, la tecnica DEA può essere utilizzata in diverse situazioni e con diverse finalità. Di seguito un elenco di alcune caratteristiche che differenziano questa tecnica dalle altre metodologie di analisi e ne costituiscono dei vantaggi peculiari.

Analizzare dei dati attraverso la DEA significa poter:

1. indagare sulle osservazioni individuali e non su quelle medie;
2. produrre una misura aggregata di efficienza per ciascuna DMU, utilizzando come variabili note i fattori produttivi (variabili indipendenti) e i beni prodotti (variabili dipendenti);
3. utilizzare molteplici fattori sia in input che in output, considerando l'unità di misura di ciascuna (anche se diverse tra loro);
4. utilizzare variabili esogene che influenzano la prestazione dell'unità operativa senza poter essere modificate;
5. non imporre di conoscere a priori i coefficienti o i prezzi di input e output;
6. fornire una valida interpretazione dei valori ottenuti;
7. ottenere valori obiettivo specifici cui far tendere gli Input e Output delle DMU inefficienti;
8. ottenere soluzioni Pareto-efficienti in corrispondenza delle quali risulta impossibile aumentare la quantità prodotta di alcuni output senza ridurre quella di altri output;
9. individuare, per ogni unità, la combinazione migliore dei fattori produttivi (attraverso l'analisi allocativa che utilizza il vettore dei prezzi degli input);
10. focalizzare l'attenzione sulla frontiera di produzione reale individuata dalla DMU efficienti, e non sulla stima di una funzione ottimale;
11. non imporre vincoli di forma alla funzione di produzione, a parte quella di essere lineare a tratti.

Durante l'analisi DEA vanno però presi in considerazione anche dei fattori che, se trascurati, possono alterare la validità dell'intero studio. Fra i più negativi si ricordano:

1. la necessità di considerare un solo valore per ogni Input e Output, con la possibilità di incorrere in errori di misurazione, approssimazione, trascrizione, etc.;
2. la necessità di possedere un numero di unità decisionali superiore (indicativamente di almeno tre volte) alla somma degli Input e Output affinché l'analisi possa portare ad una significativa distinzione fra unità efficienti ed inefficienti²⁵;
3. l'impossibilità di valorizzare l'effettiva performance della singola unità. Il valore di efficienza relativa che viene attribuita a ciascuna dipende infatti dall'efficienza delle altre unità che compongono il campione di osservazioni reali. Cambiando il contesto in cui viene misurata una stessa DMU, cambia il valore della sua efficienza;
4. il fatto che almeno un'unità del campione risulti efficiente;
5. la facilità con cui può essere modificata la frontiera di efficienza. Basta che una terza unità produca, indipendentemente dalle risorse impiegate, di più di quelle annoverate nel campione, perché questa possa essere considerata efficiente e pertanto in grado di modificare la frontiera di produzione.

2.5) STOCHASTIC FRONTIER ANALYSIS

Se il metodo della DEA rappresenta un metodo deterministico non-parametrico, quello delle frontiere stocastiche rappresenta un metodo generalmente parametrico ma stocastico.

Il modello generale per la rappresentazione di una frontiera stocastica è stato per primo introdotto in letteratura da Aigner, Lovell e Schmidt (Aigner, Lovell, & Schmidt, 1977) e da Meeusen e Van Den Broek (Meeusen & Van Den Broek, 1977): Partiamo, ancora una volta, dal semplice processo produttivo che utilizza un singolo input x per produrre un singolo output y . La relazione deterministica viene modificata per tenere conto sia dell'inefficienza che del potenziale effetto di variabili aleatorie. Il livello di produzione della i -esima unità, nel caso di dati *cross-section*, è definito da $y_i = p(x_i) + \varepsilon_i$ per $i=1, \dots, N$, dove $\varepsilon_i = v_i - u_i$ rappresenta le deviazioni dalla frontiera di produzione dovute all'azione combinata dell'inefficienza (u_i) e di altri elementi aleatori (v_i)²⁶, y rappresenta uno scalare di output, x esprime un vettore ($1 \times K$) delle quantità di input (lavoro e capitale), p è un vettore ($K \times 1$) di coefficienti non noti.

²⁵ Sul punto cfr. Kalirajan e Shand (Kalirajan & Shand, 1999)

²⁶ È l'introduzione di questo parametro che rende stocastico il modello, consentendo di superare le problematiche riscontrate nel pionieristico lavoro di Aigner e Chu (Aigner & Chu, 1967), nel quale la causa della distanza di

Appare subito evidente che uno dei grossi problemi dell'approccio delle frontiere stocastiche è la necessità di specificare la funzione di distribuzione dell'errore composto ε_i . Generalmente si assume che il termine di errore vi sia distribuito come una variabile casuale normale $v_i \sim NID(0, \sigma_v^2)$, mentre per il termine legato all'inefficienza u_i si possono avere differenti specificazioni, anche se la più utilizzata nella letteratura empirica sembra essere la *half-normal distribution*²⁷: in questo particolare caso $u_i \sim NID(\mu, \sigma_u^2)$. Si assume inoltre che u_i e v_i siano indipendenti: $Cov(u_i, v_i) = 0, \forall i$.

Con riferimento all'efficienza allocativa, è possibile stimare la funzione della frontiera stocastica di costo semplicemente variando il segno del termine di errore da $(\varepsilon_i = v_i - u_i)$ a $(\varepsilon_i = v_i + u_i)$, rappresentando in tal modo la distanza dalla frontiera efficiente di minimizzazione dei costi dati i prezzi dei fattori impiegati.

Una volta definite le funzioni di distribuzione degli errori, si utilizzano tecniche econometriche per stimare i parametri della "best practice" frontier $y_i = p(x_i, \beta) + \varepsilon_i$. Se specifichiamo una forma funzionale per la relazione, ad esempio la classica Cobb-Douglas, possiamo scrivere:

$$y_i = \alpha x_i^\beta \varepsilon_i$$

Dove α rappresenta il livello (esogeno) della tecnologia. Passando ai logaritmi abbiamo:

$$\ln y_i = \ln \alpha + \beta \ln x_i + \ln \varepsilon_i$$

che può essere riscritta per semplicità come:

$$y_i^* = \alpha^* + \beta x_i^* + \varepsilon_i^*$$

dove (*) vicino ad una variabile indica i logaritmi. L'equazione precedente può essere stimata seguendo almeno due procedure differenziate: la tecnica dei Minimi Quadrati Ordinari Modificati (MOLS) o la più tradizionale Massima Verosimiglianza (MLE).

La tecnica dei MOLS cerca di ripristinare una delle ipotesi di base dei Minimi Quadrati Ordinari per ottenere stimatori consistenti²⁸. Infatti, se assumiamo che $v_i \sim NID(0, \sigma_v^2)$, $u_i \sim NID(\mu, \sigma_u^2)$ e $Cov(u_i, v_i) = 0, \forall i$, considerando $\varepsilon_i^* = v_i - u_i$ abbiamo che $E(\varepsilon_i^*) = |u| \neq 0$.

un'impresa dalla frontiera efficiente era interamente ricondotta all'inefficienza tecnica e non, ad esempio, ad errori di misurazione.

²⁷ Sul punto si veda Greene (Greene, 1993). In particolare Meeusen e Van Den Broek (Meeusen & Van Den Broek, 1977) usarono per prima una *exponential distribution*, Battese e Corra (Battese & Corra, 1977) una *half normal distribution*, Aigner, Lovell e Schmidt (Aigner, Lovell, & Schmidt, 1977) entrambe.

²⁸ Gli stimatori rimangono comunque inefficienti rispetto a quelli ottenuti con la M.L.E. Si veda ancora Greene (Greene, 1993).

Affinché il metodo dei Minimi Quadrati Ordinari applicato all'equazione restituisca stimatori consistenti è necessario ripristinare l'ipotesi $E(\varepsilon_i^*) = 0$. Un modo semplice ed intuitivo è chiaramente quello di sottrarre dall'errore composto ε_i^* la media stimata dai residui $E(u_i)$.

L'equazione può essere riscritta come:

$$y_i^* = (\alpha^* + \mu) + \beta x_i^* + (\varepsilon_i^* - \mu)$$

Oppure:

$$y_i^* = \alpha + \beta x_i^* + e_i$$

dove $\alpha = \alpha^* + \mu$ ed $e_i = \varepsilon_i^* - \mu$. Gli OLS applicati all'equazione così modificata consentono di ottenere stimatori consistenti per il coefficiente β ma non per la costante α . Risulta tuttavia agevole ottenere uno stimatore consistente anche della costante considerando la relazione:

$$\hat{\alpha}^* = \alpha - \mu$$

Nel caso particolare di una *half-normal distribution* è possibile mostrare che $E(u_i) = (2/\pi)^{1/2} \sigma_u$, quindi avremo:

$$\hat{\alpha}^* = \alpha - \hat{\sigma}_u \left(\frac{2}{\pi} \right)^{1/2}$$

Una particolarità nell'utilizzo della *half-normal distribution* è la possibilità di una diagnostica sulla specificazione del modello basata sulla *skewness* dei residui. Normalmente la distribuzione del termine d'errore dovrebbe presentare una *skewness* a sinistra, ma se il modello non è ben specificato la distribuzione potrebbe presentare una *skewness* a destra²⁹.

La "best practice" *frontier* può essere stimata utilizzando la tecnica alternativa della MLE. Se assumiamo, come in precedenza, una *half-normal distribution* per il termine legato all'inefficienza u_i è possibile mostrare che la funzione di verosimiglianza può essere scritta come:

$$l(\alpha, \beta, \sigma, \lambda) = -I \ln \sigma - \phi + \sum_{i=1}^I \left[\ln \Phi \left(\frac{-\varepsilon_i \lambda}{\sigma} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon_i}{\sigma} \right)^2 \right]$$

dove I è il numero di unità di produzione, ϕ è una costante, $(\lambda = (\sigma_u / \sigma_v), \sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ ³⁰ e $\Phi(\cdot)$ è la funzione di ripartizione di una variabile casuale normale standard. La massimizzazione della funzione di verosimiglianza porta alla definizione di stimatori non solo

²⁹ I principali software econometrici utilizzano come base di partenza per le iterazioni della M.L.E. proprio le stime ottenute con gli O.L.S., effettuando il test di errata specificazione del modello basato sulla *skewness* dei residui prima di proseguire nella stima.

³⁰ Confronta con Battese e Corra (Battese & Corra, 1977), Cit.

consistenti, ma anche efficienti rispetto agli stimatori ottenuti con il metodo dei Minimi Quadrati Ordinari³¹.

Si noti che, una volta stimata la frontiera efficiente con uno dei due metodi appena descritti (MOLS o MLE), si ottengono i residui $\varepsilon_i^* = v_i - u_i$ e non la sola componente legata all'inefficienza u_i . Quest'ultima deve essere quindi osservata indirettamente³². Nel caso della *half-normal distribution* possiamo scrivere:

$$E[u_i | \varepsilon_i] = \frac{\sigma\lambda}{(1+\lambda^2)} \left[\frac{\varphi(\varepsilon_i\lambda/\sigma)}{\Phi(-\varepsilon_i\lambda/\sigma)} - \frac{\varepsilon_i\lambda}{\sigma} \right]$$

Dove $\varphi(\cdot)$ è la funzione di densità di una variabile casuale normale standard, mentre σ , λ e $\Phi(\cdot)$ restano definiti come in precedenza. Ciò consente di ottenere stime non distorte e tuttavia non consistenti della componente di inefficienza u_i ³³.

Il semplice modello di Aigner, Lovell e Schmidt riferito ad un solo input ed un solo output è stato nel tempo trasformato per tenere conto della possibilità di stimare funzioni di produzione *multi-input e/o multi-output*. Una possibile soluzione per tenere conto della multidimensionalità dell'output è stata sviluppata da Loenthgren (Loenthgren, 1997), che fa riferimento ad una misura radiale. Si ipotizzi che la tecnologia di produzione possa essere rappresentata dal vettore degli output $(y_1, \dots, y_m, \dots, y_M)$ e dal vettore degli input $(x_1, \dots, x_k, \dots, x_K)$. La frontiera stocastica generalizzata può essere stimata tramite il seguente modello:

$$\ln \|y_i\| = \beta_0 + z_i' \beta + v_i - u_i \quad i = 1, \dots, N$$

Dove $\|y_i\| = \left[\prod_{m=1}^M (y_{mi})^2 \right]^{1/2}$ è la norma del vettore degli output dell'impresa i-esima;

$z_i = (\ln x_i, \ln w_i)$ è il vettore del logaritmo delle variabili x e w , ovvero il vettore degli input e il vettore dei pesi che tengono conto del mix della norma degli output $\|y_i\|$.

Il vettore w_i rappresenta il vettore degli angoli delle coordinate polari degli output dell'impresa i-esima. Ciascun elemento può essere ottenuto ricorsivamente utilizzando il seguente algoritmo:

$$w_{mi} = \cos^{-1} \left\{ \frac{y_{mi}}{\|y_i\| \prod_{l=0}^{m-1} \text{sen}(w_{li})} \right\} \quad m = 1, \dots, M-1$$

Gli angoli delle coordinate polari degli output sono un indicatore del *mix* dell'output³⁴.

³¹ Pitt e Lee (Pitt & Lee, 1981) raccomandano l'uso del metodo M.L.E. nella stima di frontiere stocastiche.

³² Si vedano al riguardo Coelli, Rao e Battese (Coelli, Rao, & Battese, 1998) e Kumbhakar e Lovell (Kumbhakar & Lovell, 2000).

³³ Al riguardo si veda Greene (Greene, 1993).

Come in precedenza v_i è un errore i.i.d. (*independent and identically distributed*) che ha distribuzione Normale con media zero e varianza σ^2 e $u_i \geq 0$ è associato al grado di inefficienza tecnica dell'impresa i -esima.

La misura dell'efficienza tecnica è data dal rapporto tra la norma degli output osservati $\|y_i\|$ e l'output potenziale dato dalla frontiera stocastica. Ad esempio se assumiamo una funzione di produzione del tipo Cobb-Douglas la misura dell'efficienza tecnica è data da:

$$TE_i = \|y_i\| / \exp(z_i\beta + v_i) = \exp(z_i\beta + v_i - u_i) / \exp(z_i\beta + v_i) = \exp(-u_i)$$

Si noti come u_i sia non negativo per definizione, di conseguenza la misura dell'efficienza tecnica è sempre compresa tra zero e uno.

Una seconda soluzione per stimare una frontiera di produzione *multi-output* fa riferimento direttamente alla funzione di distanza di Shepard³⁵. Si ipotizzi come in precedenza che la tecnologia dell'impresa possa essere rappresentata dal vettore dell'output $(y_1, \dots, y_m, \dots, y_M)$ e dal vettore degli input $(x_1, \dots, x_k, \dots, x_K)$. La funzione di distanza deterministica $\delta(x, y)$ può essere approssimata dalla seguente espressione:

$$\delta(x, y) = \frac{\prod_{m=1}^M y_m^{\beta_m}}{\prod_{k=1}^K x_k^{\alpha_k}} \leq 1$$

dove α_k e β_m sono i pesi che descrivono la tecnologia dell'impresa.

Quando l'impresa è efficiente la funzione di distanza è pari a uno. Imprese inefficienti sono caratterizzate da valori di δ inferiori all'unità. Trasformando la funzione di distanza con la funzione logaritmica, otteniamo la seguente equazione:

$$\ln[\delta(x, y)] = \sum_m \beta_m \ln(y_m) - \sum_k \alpha_k \ln(x_k) < 0$$

Per l'impresa i -esima possiamo definire la seguente funzione di distanza stocastica:

$$0 = \sum_m \beta_m \ln(y_{mi}) - \sum_k \alpha_k \ln(x_{ki}) + v_i + u_i \quad i = 1, \dots, N \quad u_i \geq 0$$

Grazie alle condizioni di omogeneità lineare negli output della funzione di distanza, normalizzando rispetto ad uno degli output (y_1 ad esempio), è possibile ottenere la seguente forma funzionale³⁶:

$$\ln(y_{li}) = \beta_0 + \alpha'(\ln x_i) - \beta'[\ln(y_i / y_{li})] + v_i - u_i \quad i = 1, \dots, N$$

³⁴ Per un approfondimento si consulti il lavoro di Mardia, Kent e Bibby (Mardia, Kent, & Bibby, 1979).

³⁵ Si veda al riguardo Adams, Berger e Sickless (Adams, Berger, & Sickless, 1999).

³⁶ Confronta con Lovell, Richardson, Travers e Wood (Lovell, Richardson, Travers, & Wood, 1994).

Dove y_1 è uno degli output e (y/y_1) è il vettore $(y_2/y_1, \dots, y_i/y_1, \dots, y_M/y_1)$, v_i e $u_i (\geq 0)$ hanno la stessa interpretazione data in precedenza.

Al fine di stimare, infine, l'efficienza produttiva di ogni singola impresa in termini di efficienza tecnica, e dunque di verificarne la distanza dalla frontiera efficiente, è utile l'equazione seguente presentata da Coelli (Coelli T. , 1996):

$$EFF_i = E(Y_i^* | U_i X_i) / E(Y_i^* | U_i = 0, X_i)$$

Dove Y_i^* è la produzione dell'impresa i-esima, che è pari a Y_i quando la variabile dipendente è espressa nella sua originale unità di misura, ed è pari a $\exp(Y_i)$ se espressa in logaritmi. Nel caso della frontiera di produzione EFF_i assume un valore compreso tra zero ed uno, nella frontiera di costo tra zero ed infinito.

Sembra chiaro che l'imposizione di una certa forma funzionale alla frontiera efficiente, nonché di una certa funzione di distribuzione alla componente di errore composto ε_i^* rappresentano i principali limiti dell'approccio delle frontiere stocastiche nella misurazione dell'efficienza produttiva. Inoltre, come osservato da Einolf (Einolf, 2004), in una comune regressione OLS il dato di efficienza di ogni singola DMU viene parametrato alla media dell'efficienza di tutte le DMU al contrario dell'analisi DEA in cui il *benchmark* di riferimento è la migliore DMU del *data set*.

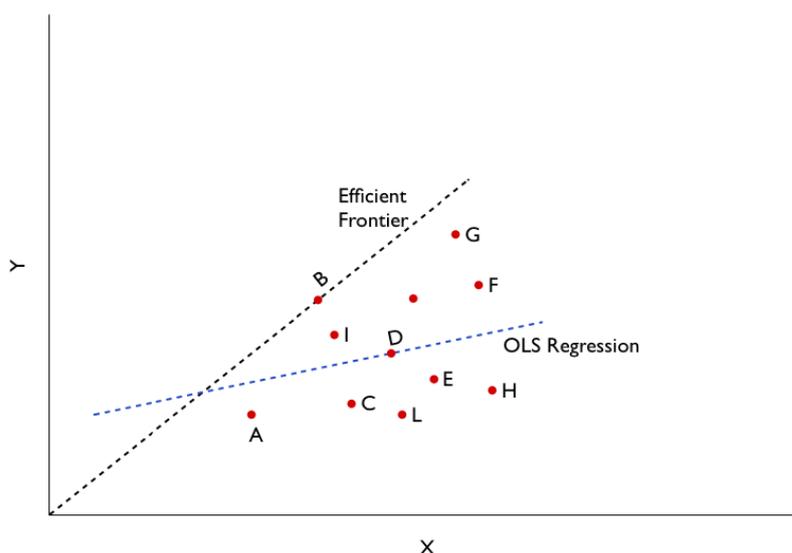


Figura 10: DEA Efficient Frontier vs OLS Regression

Dimostra tuttavia Sengupta (Sengupta, 1987) che, nella particolare condizione in cui i parametri input-output sono interpretati come stocastici attorno ad un valore centrale della

distribuzione (media o mediana), la frontiera di produzione diviene stocastica e, di conseguenza, i valori di efficienza della DEA tendono ad approssimare con una specificata probabilità l'efficienza ottenuta con le tecniche stocastiche.

D'altro canto, l'utilizzo di tecniche econometriche consente di testare statisticamente le varie ipotesi relative alla tecnologia, nonché di distinguere tra l'inefficienza e l'operare di altre variabili aleatorie che potenzialmente potrebbero influenzare il risultato del processo di produzione.

2.6) L'ANALISI DI EFFICIENZA NELL'ECONOMIA DELLO SPORT

Una vasta letteratura ha indagato sulle frontiere di produzione e dell'efficienza nello sport, in particolare nel calcio.

Un lavoro pionieristico negli studi economici degli sport professionistici è quello di Rottenberg del 1956 (Rottenberg, 1956), il quale fu il primo autore a parlare di funzione di produzione applicata allo sport, relativamente alla lega di baseball americana. Rottenberg presentò la funzione di produzione $PQ = f(T, X)$ dove i ricavi del team (P corrisponde al prezzo medio dei biglietti durante la stagione e Q la quantità media di spettatori per gara) dipendevano dal talento dei giocatori (T) e da una moltitudine di altri fattori (X) quali l'abilità dell'allenatore, le dimensioni dello stadio, il talento degli avversari, etc.

In seguito al lavoro di Rottenberg, i *paper* pubblicati sull'argomento nelle principali riviste internazionali sono stati innumerevoli. I rilievi che emergono dall'analisi della letteratura si riferiscono da un lato agli approcci utilizzati, dall'altro alla tecnica utilizzata. È possibile riscontrare in letteratura almeno quattro approcci omogenei sul tema:

3. Il primo riguarda l'analisi tecnica di ogni singolo match sul calcio (Boscà, Liern, Martinez, & Sala, 2009) o sul basket (Zak, Huang, & Siegfried, 1979), in cui si misura l'efficienza nel livello del gioco utilizzando come input, per esempio, tiri in porta, calci d'angolo, possesso palla, etc., e come output il risultato di ogni *match*;
4. Il secondo pone l'attenzione sull'abilità dell'allenatore di guidare la squadra verso il successo, considerando le variazioni dell'output dipendenti dalla capacità del "mister", abbiamo esempi di questo tipo in analisi sul baseball (Porter & Scully, 1982), sul calcio (Hadley, Poitras, Ruggiero, & Knowles, 2000), (Dawson, Dobson, & Gerrard, 2000) sul basket (Fizel & D'Itri, 1996);
5. Il terzo approccio determina il livello di *inefficienza-X* dei giocatori professionisti, esempi di questo tipo nel baseball (Sueyoshi, Ohnishi, & Kinase, 1999), nell'hockey (Leibenstein & Maital, 1992), nel golf (Fried, Lambrinos, & Tyner, 2004);

6. Il quarto approccio analizza l'efficienza generale del team nell'intera stagione, ad esempio nel rugby (Carmichael & Thomas, 1995), nel basket (Hoeffler & Payne, 1997), nel calcio (Haas, 2003) e (Pestana Barros & Leach, 2006), nel baseball (Einolf, 2004).

Nel presente lavoro ci si inserisce nel filone di studi relativo al quarto approccio; in particolare si prenderà spunto dal seminale contributo di Haas (Haas, 2003) effettuando delle opportune modifiche per tener conto della specificità del *data set* considerato e, più in generale, delle finalità che l'indagine intende perseguire.

Per quanto riguarda la tecnica utilizzata se ne riscontrano fondamentalmente due, la DEA e la frontiera di produzione stocastica, di volta in volta utilizzate secondo le particolari specificità dei *data set* analizzati nonché valorizzando i vantaggi peculiari di una tecnica rispetto all'altra o contenendone gli svantaggi in relazione agli obiettivi dell'indagine.

Il *paper* introdotto da Haas ha rappresentato un punto di svolta nell'analisi di efficienza applicata allo sport in quanto, per la prima volta, all'interno dell'analisi si è tenuto conto degli aspetti economico-finanziari che influenzano la *performance* dell'impresa sportiva. Gli input erano infatti rappresentati dal totale dei costi, con separata indicazione del salario dell'allenatore, e dalla popolazione della città sede dell'impresa, gli output dai punti in classifica ottenuti al termine della stagione (indicatore che coglie la dimensione "sportiva" e che influenza quella economica), il numero di spettatori registrato allo stadio in stagione e l'ammontare complessivo di ricavi in bilancio (output economico che influenza l'aspetto sportivo). L'efficienza media del *data set*, costituito da 20 DMU rappresentative della *Premier League* inglese, utilizzando la tecnica DEA è stata del 67% con deviazione standard del 21% sotto l'ipotesi di ritorni costanti di scala (CRS), mostrando come le migliori DMU che giacciono sulla frontiera, e rappresentano i principali *peer group* delle altre imprese, occupano le prime posizioni in classifica al termine della stagione sportiva, introducendo l'ipotesi di una certa correlazione positiva tra performance economica e sportiva³⁷. Nel corso degli anni il lavoro di Haas è stato utilizzato in letteratura come modello di riferimento per lo studio di altri mercati³⁸, tuttavia non sembra sia stato preso in esame il caso italiano, se non con riferimento al primo degli approcci utilizzati di cui sopra.

In relazione invece alla tecnica SFA è celebre il *paper* introdotto da Pestana Barros e Leach (Pestana Barros & Leach, 2006) che ha stimato la frontiera stocastica di costo di 12 DMU in 5 anni, rappresentative della *Premier League* inglese dal 1998 al 2003. Gli input immessi erano relativi al prezzo del lavoro, ed al prezzo del capitale (senza specificare, in particolare, da quali

³⁷ È da sottolineare che i dati presi in considerazione si riferiscono alla stagione 2000/2001, agli albori dell'introduzione del business delle pay-tv e della quotazione in Borsa delle società calcistiche.

³⁸ Si trovano in letteratura diversi *paper* riferiti al mercato spagnolo, portoghese e brasiliano.

voci di bilancio venivano tratti), gli output dai punti in classifica al termine della stagione, dal numero degli spettatori registrati e dal loro *turnover*, ottenendo un indice di efficienza media dell'88% con deviazione standard del 10%, mostrando tuttavia una minore correlazione positiva, rispetto ad Haas, tra performance economica e sportiva.

Con riferimento alla SFA, tra le principali problematiche rilevate oggi in letteratura occupa senz'altro un posto rilevante il tema dell'analisi di dati *cross-section*, in quanto dal momento che una specifica lega conta, generalmente, 20 club, si potrebbe porre in essere il problema di *small samples* ($n \leq 30$). Per questa ragione si trovano spesso in letteratura analisi *panel* con dati *time series*, al fine di catturare un numero maggiore di osservazioni ed aggirare il problema; tuttavia la principale critica che si muove a queste analisi è quella di costruire un *data set* di imprese incompleto, dal momento che a causa del sistema di promozioni e retrocessioni le imprese che hanno mantenuto l'appartenenza alla lega per tutto il periodo di riferimento sono certamente un numero inferiore al totale, e non è detto che siano necessariamente le più rappresentative³⁹. Il dibattito che si è aperto in letteratura ha portato per questo motivo ad utilizzare in misura maggiore l'analisi DEA nei *data set* di imprese operanti nell'industria dello sport, tuttavia al fine di cogliere i benefici delle indagini parametriche si è introdotta una variazione alla metodologia al fine di cogliere le determinanti dell'efficienza tecnica, tramite il *bootstrapping* dei risultati di efficienza ottenuti⁴⁰. La tecnica del *Bootstrapping-DEA* è stata criticata da Banker e Natarajan (Banker & Natarajan, 2004) in quanto conduce, secondo gli autori, a risultati di efficienza inflazionati rispetto alla tecnica base, in particolare con ritorni di scala variabili⁴¹ nel momento in cui, in sede di verifica delle ipotesi, occorra un errore di tipo I, mentre i risultati sono del tutto comparabili in caso di errore di tipo II, di conseguenza sarebbe del tutto inutile introdurre qualsiasi *bootstrapping* degli *scores* di efficienza. Cosicché ad oggi, in attesa che il dibattito porti ad una nuova versione condivisa in letteratura, la SFA relativamente a dati *cross-section* viene tuttora utilizzata anche nell'analisi di *small samples*, ma con un piccolo accorgimento, ovvero di effettuare la verifica delle ipotesi attraverso il test statistico *T*, in cui Student dimostrò che anche in piccoli campioni la sua statistica non conduceva a risultati fallaci⁴².

³⁹ Si pensi al caso italiano della stagione 2006/2007 in cui la Juventus F.C., uno dei club più titolati e famosi del mondo, fu esclusa dal campionato di Serie A a causa di irregolarità sportive ed amministrative.

⁴⁰ Al riguardo il principale contributo si deve a Simar e Wilson (Simar & Wilson, 1998).

⁴¹ Si veda anche Banker e altri (Banker, Chang, & Chang, 2009).

⁴² Per un approfondimento si consulti Fisher Box (Fisher Box, 1987).

2.7) IL *DATA SET*

I dati utilizzati sono tratti dal *database* Aida per quanto riguarda aspetti economici e finanziari, dal sito internet della Lega Calcio Serie A per ciò che concerne gli aspetti sportivi. Gli input immessi sono costituiti dalle immobilizzazioni immateriali e dal totale dei salari e stipendi, gli output dal totale dei ricavi e dai punti ottenuti nella classifica finale.

Il bilancio delle società di calcio è lo strumento dal quale sono state tratte le informazioni relative alla presente analisi. La legislazione italiana sui bilanci tende a proporre vincoli più stretti ad aziende aventi particolare rilievo sociale (si pensi alla banca o all'editoria); anche nel caso calcistico la ragione dell'utilità socio-economica può sembrare il motivo prevalente per cui il legislatore ha deciso di non limitarsi alle esigenze del Codice Civile riguardo ai principi di redazione ed ai criteri di valutazione delle poste, ma di imporre a tali società l'adozione di un bilancio tipo. Ai sensi del documento attuativo del D.Lgs. n°127 del 09/04/1991 denominato "Il bilancio d'esercizio e il nuovo statuto tipo delle società calcistiche" a cura della Commissione adeguamento piano dei conti e struttura del bilancio alla IV e VII Direttiva CEE, le società di calcio sono tenute a presentare ogni anno un bilancio che deve seguire il piano dei conti unificato proposto dalla Figc, per ovvii motivi di omogeneità e confronto tra le società, la quale per legge è incaricata di controllare strettamente anche sul piano contabile le società affiliate. Il documento, è specificato nella sua introduzione, indica quindi le procedure da seguire per una corretta contabilizzazione e rappresentazione in bilancio di alcune voci tipiche per il settore sia riferite al patrimonio che al risultato economico.

Esso indica altresì le procedure da seguire nella redazione della nota integrativa, laddove le voci non diano sufficiente informazione sia nell'aspetto patrimoniale, sia finanziario che economico. Inoltre le società dovranno corredare il bilancio con la relazione sulla gestione da redigersi a cura degli amministratori e, ai fini del rapporto con la FIGC, dovranno redigere altresì il bilancio riclassificato secondo lo schema predisposto dalla stessa Federazione ed il rendiconto finanziario. Le variazioni avvenute nei conti del patrimonio netto e le variazioni intervenute nella situazione patrimoniale e finanziaria devono essere esposte in modo tale che sia possibile al lettore del bilancio accertare le fonti di finanziamento e i relativi impieghi. Devono essere pertanto rispettate le suddivisioni e la numerazione di legge ed i prospetti devono essere presentati con la comparazione dei valori dell'esercizio con quelli dell'esercizio precedente.

Nel sancire l'obbligatorietà degli schemi di bilancio proposti la Federazione ha quindi compiuto un ulteriore decisivo passo verso il traguardo della trasparenza e completezza dell'informativa aziendale del settore calcistico. Pur consapevole dei limiti conoscitivi che il

bilancio d'esercizio redatto secondo i criteri civilistici comporta, a fronte delle particolari regole di redazione e dei criteri di valutazione adottati per le peculiarità delle società calcistiche ho ritenuto sufficientemente trasparente, e dunque opportuno, utilizzare i dati contenuti in detti bilanci⁴³.

Sebbene a prima vista si possa pensare che le società sportive siano prettamente *labour intensive*, in quanto l'elemento lavoro è preminente per ottenere il successo sportivo, le società di calcio costituiscono un'eccezione dal momento che il fattore capitale è determinante al pari del fattore lavoro per il raggiungimento degli obiettivi pianificati all'inizio della stagione: l'evidenza empirica mostra infatti come ci sia un elevato indice di correlazione tra maggiori capacità di spesa per investimenti dell'imprenditore, acquisto dei migliori calciatori disponibili ed ottenimento di elevati ritorni sportivi, pertanto la variabile capitale è significativamente influente nella performance sportiva.

Come input rappresentativo del capitale immesso nell'attività produttiva si è scelto di inserire la voce immobilizzazioni immateriali, che comprende il valore patrimoniale iscritto in bilancio relativo alla "Capitalizzazione costi vivaio" ed ai "Diritti pluriennali alle prestazioni calciatori", voci queste rappresentate al netto dei relativi fondi ammortamento⁴⁴. Il diritto alle prestazioni dei calciatori può derivare da un "accordo di trasferimento" oppure dalla "cessione del contratto di un calciatore professionista", che devono essere redatti per iscritto, a pena di nullità, mediante utilizzazione di appositi formati predisposti dalle "Leghe Calcio" coinvolte. Il diritto alle prestazioni può riferirsi a calciatori professionisti, non professionisti e provenienti dal settore giovanile. Titolo giuridico per l'iscrizione in bilancio è dato dalla stipula del contratto di cessione. La data di contabilizzazione coincide nel caso di trasferimenti nazionali con la data del visto di esecutività dei contratti rilasciato dalla Lega; nel caso di trasferimento internazionale con la data di rilascio del "transfert" da parte della F.I.G.C. L'ammontare del valore di iscrizione è il costo indicato nel documento medesimo ed è complessivo degli "oneri accessori di diretta imputazione". Alimentano quindi il valore di iscrizione in bilancio costi quali gli oneri di intermediazione, il premio di addestramento e formazione tecnica e le indennità di formazione. Nel caso di assenza degli oneri accessori appena citati, sussistono tre casistiche che non danno origine ad alcuna rilevazione in bilancio dei diritti alle prestazioni del calciatore:

- l'acquisto a "parametro zero" di giocatori svincolati;

⁴³ Per tutto ciò che concerne gli aspetti di bilancio trattati si confronti con (Basile, Brunelli, & Cazzulo, 1997).

⁴⁴ Il costo di acquisto di un calciatore, trattandosi di bene a fecondità ripetuta, va ammortizzato per quote annue costanti in relazione alla durata del contratto con la società, in deroga quindi alla fissazione con Decreto Ministeriale dei coefficienti di ammortamento vigenti in base al settore di attività.

- il rinnovo di un contratto scaduto ad un proprio giocatore;
- il primo contratto da professionista ad un giocatore proveniente dal vivaio della stessa società.

La gestione e organizzazione dei vivai giovanili costituisce un elemento di grande importanza strategica ed economica per le società calcistiche. Il contributo di una gestione efficace del vivaio si concretizza in due benefici economici e finanziari:

- la crescita di talenti e quindi la possibilità di disporre di giocatori forti in alternativa al loro acquisto ad elevati prezzi sul mercato;
- i proventi derivanti dalla cessione dei giovani talenti, visti gli importi elevati che caratterizzano il mercato dei diritti pluriennali alle prestazioni dei giocatori.

La gestione del vivaio comporta costi periodici elevati che sono sostenuti per l'organizzazione, l'alimentazione e la promozione dell'attività giovanile sportiva; questi costi possono quindi essere assimilati alle classiche spese di ricerca e sviluppo, essendo una risorsa fondamentale per i *club* professionistici, quale appunto lo sviluppo del talento calcistico degli atleti. I costi del vivaio sono quindi iscritti in un'apposita voce dell'attivo, rilevata al termine di ciascun esercizio. Essi comprendono i premi di formazione ed addestramento corrisposti per il tesseramento del giovane, vitto, alloggio e spese di trasporto in occasione di gare, compensi ad allenatori e tecnici del vivaio, assicurazioni infortuni, spese sanitarie ed i rimborsi spese riconosciuti ai calciatori. Sono quindi tutti i costi di natura strutturale e gestionale direttamente e propriamente riferibili ed imputabili al vivaio. Poiché svolgono attività di natura dilettantistica e non sono vincolati da alcun contratto di lavoro, le disposizioni federali impediscono nella capitalizzazione di questi oneri qualsiasi riferimento ai singoli giocatori. Conseguentemente, la capitalizzazione avviene in modo aggregato per l'intero vivaio. Data la mancata imputabilità diretta al vivaio, non sono capitalizzabili i costi comuni di natura amministrativa e generale del vivaio stesso. Questo ammontare, come tutti gli altri costi che non soddisfano i requisiti di capitalizzazione citati, sono considerati costi di periodo e pertanto costituiscono valori negativi di reddito che alimentano il Conto Economico dell'esercizio in cui sono stati sostenuti.

La voce immobilizzazioni immateriali così costituita rappresenta una buona misura di approssimazione circa gli investimenti effettuati dall'imprenditore per costituire la dotazione "attuale e futura" di capitale dell'impresa, variabile fondamentale per garantire il successo.

Per quanto attiene all'input lavoro è stato inserito il totale dei salari e stipendi percepiti dai calciatori e dallo staff tecnico, comprensivo di eventuali premi ricevuti in base ai risultati ottenuti dalla squadra. La voce salari e stipendi, così come nell'approccio di Haas, rappresenta

una buona approssimazione del talento dei calciatori, variabile che incide sull'efficienza della squadra e di conseguenza sull'ottenimento dei risultati sportivi. Tale voce include anche, in misura minoritaria, i salari del personale diverso dai calciatori: da un lato ciò accresce la veridicità della stima in quanto il buon rendimento dei calciatori è direttamente proporzionale alla qualità dei metodi di allenamento ed alle abilità dei diversi *staff*, in particolare di quello medico, d'altra parte bisognerebbe forse includere solo lo stipendio dei calciatori poiché sono loro gli attori che “scendono in campo” determinando direttamente l'output prodotto; di conseguenza la voce salari e stipendi non è certamente un indicatore perfetto ma appare essere la migliore *proxy* disponibile, in quanto altri indicatori utilizzabili sono altamente soggettivi, quali ad esempio le stime effettuate dagli esperti del settore all'inizio della stagione pubblicate in giornali specializzati. Senz'altro è possibile impiegare nella ricerca altri tipi di input, quali ad esempio la dimensione del *team* o le abilità manageriali e sportive dell'allenatore, tuttavia si è ritenuto di non includerli a causa della loro parziale inclusione nella voce “salari e stipendi” (che evidentemente cresce all'aumentare dei componenti del *team* nonché del talento dei calciatori e del *coach*) nonché dell'elevata soggettività nella valutazione *ex ante* circa le capacità manageriali e la loro corretta attribuzione ad ogni team.

Gli output ottenuti dal processo produttivo sono costituiti dai punti nella classifica finale di Serie A e dall'ammontare totale dei ricavi conseguiti nell'anno sportivo. Queste due voci “catturano” i principali obiettivi dell'impresa calcistica, ovvero da una parte il conseguimento del risultato sportivo prefissato all'inizio della stagione, requisito fondamentale per l'attrazione di risorse finanziarie da parte dei tifosi, degli *sponsor* e dei *media*, nonché dei migliori calciatori disponibili all'ingaggio per la stagione successiva, dall'altra parte il raggiungimento di un volume d'affari adeguato a ripagare gli ingenti costi sostenuti e garantire l'autosufficienza economica e finanziaria. Il totale dei punti ottenuti in classifica consente non soltanto di identificare la squadra che ha vinto la competizione nazionale, ma anche di determinare i *team* che parteciperanno alle competizioni internazionali dell'anno successivo o quelli che retrocedono alla partecipazione in campionati nazionali di livello inferiore. La determinazione di questo *ranking* ha un'importanza cruciale per il futuro economico dell'impresa, in quanto è immediato ipotizzare il rapporto di proporzionalità diretta tra il posizionamento nella classifica finale e l'ammontare dei ricavi totali nell'anno sportivo successivo: evidentemente per garantire la sostenibilità del business è di fondamentale importanza il “verdetto del campo”. Nel campionato di Serie A italiana le prime quattro classificate partecipano, ad oggi, alla *Champions League* della stagione successiva, la quinta e

la sesta si qualificano alla *Europa League* (oltre alla vincitrice della coppa nazionale)⁴⁵ e le ultime tre squadre classificate retrocedono nella serie inferiore. Conseguentemente durante la stagione calcistica determinati *club* sono impegnati in più competizioni; si potrebbe obiettare di aver tenuto conto soltanto dei punti ottenuti nel campionato nazionale piuttosto che anche di quelli conseguiti in ambito internazionale, analogamente all'approccio di Haas si è ritenuto tuttavia di includere nella valutazione soltanto i primi, dal momento che nel torneo nazionale si incontrano due volte tutte le squadre partecipanti, al contrario delle coppe internazionali in cui la selezione dell'avversario è affidata ad un sorteggio e, di conseguenza, l'ammontare dei punti ottenuti dipende molto dalla probabilità di incontrare avversari più o meno talentuosi. L'ammontare complessivo dei ricavi costituisce una buona approssimazione dell'output totale dell'impresa, in quanto nella sua misura sono incluse somme derivanti dai risultati sportivi, ma a cui è possibile ricollegare anche aspetti di natura sociale, quali l'interesse dei *fans* (vendita di biglietti e *merchandising*), l'interesse dei *media* (vendita dei diritti TV, spazi pubblicitari) e delle aziende *sponsor*. Il totale dei ricavi riflette anche i compensi ottenuti dalla partecipazione alle competizioni internazionali ed alla coppa nazionale, includendo quindi al suo interno l'importanza, cui si accennava prima, del posizionamento nella classifica finale del campionato nazionale.

Nella Tabella 3 che segue sono riportati i dati di input ed output (in milioni di Euro ed approssimati per centinaia di migliaia di Euro) per la stagione calcistica 2007/2008 (la stagione più recente di cui si dispone della globalità delle informazioni occorrenti), le DMU sono ordinate in base alla classifica finale del campionato nazionale di serie A, è stata aggiunta una colonna opzionale contenente l'informazione sulla partecipazione o meno a competizioni internazionali.

⁴⁵ Competizione prima nota come Uefa Cup.

Tabella 3: Dataset Imprese

Rank	Club	Capitale	Lavoro	Punti	Ricavi	Int. Cup
1	Inter	121,3	179,5	85	203,4	CL
2	Roma	71,2	94,5	82	189,7	CL
3	Juventus	90,5	120,9	72	203,7	
4	Fiorentina	78,9	45,1	66	88,6	UC
5	Milan	112,2	166,1	64	275,4	CL
6	Sampdoria	28,8	28,2	60	40,0	UC
7	Udinese	75,1	23,3	57	44,9	
8	Napoli	65,4	26,6	50	88,4	
9	Atalanta	21,7	19,4	48	36,4	
10	Genoa	42,6	28,0	48	61,1	
11	Palermo	59,3	35,2	47	74,8	
12	Lazio	39,1	28,8	46	94,5	CL
13	Siena	20,5	25,3	44	39,6	
14	Cagliari	13,0	17,6	42	56,4	
15	Reggina	21,4	15,8	40	50,5	
16	Torino	24,3	29,5	40	47,5	
17	Catania	13,2	17,0	37	42,5	
18	Empoli	12,9	15,1	36	40,6	UC
19	Parma	43,1	21,6	34	45,4	
20	Livorno	12,4	17,5	30	36,6	

2.8) RISULTATI

I risultati proposti sono stati ottenuti utilizzando il software EMS versione 1.3 con riferimento alla tecnica DEA, con FRONTIER versione 4.1 e STATA10 per ciò che attiene alla tecnica SFA.

Per semplicità di analisi si è scelto di effettuare dapprima l'analisi DEA argomentando i risultati ottenuti, ed in secondo luogo di approcciarsi alla metodologia SFA al fine di confrontare i risultati tra le due metodologie e commentarne similitudini e diversità.

2.8.1) RISULTATI DEA

Nella Tabella 4 sono riportati i risultati di efficienza, orientati agli input, considerando nell'analisi sia l'ipotesi di ritorni di scala costanti (CRS) tipici del modello CCR, valutando di conseguenza l'efficienza tecnica globale, che quella di ritorni di scala variabili (VRS) di cui al modello BCC, al fine di ottenere l'efficienza dipendente dalla scala utilizzata rapportando i due parametri CRS/VRS ed indagare quindi sulla natura dell'inefficienza individuata, verificando se deriva da scorrette operazioni gestionali o da problematiche tecniche relative alla dimensione della scala produttiva.

Tabella 4: DEA Efficiency Scores

Club	DMU	CRS	VRS	SCALE	PEER CRS
Inter	1	38.65%	100.00%	38.65%	$\lambda_{14} = 3.61$
Roma	2	62.61%	100.00%	62.61%	$\lambda_{12} = 0.05, \lambda_{14} = 3.28$
Juventus	3	52.56%	87.84%	59.84%	$\lambda_{12} = 0.04, \lambda_{14} = 3.55$
Fiorentina	4	60.97%	100.00%	60.97%	$\lambda_8 = 0.21, \lambda_{15} = 1.39$
Milan	5	56.58%	100.00%	56.58%	$\lambda_{14} = 4.88$
Sampdoria	6	86.74%	100.00%	86.74%	$\lambda_{14} = 0.75, \lambda_{15} = 0.71$
Udinese	7	96.63%	100.00%	96.63%	$\lambda_{15} = 1.42$
Napoli	8	100.00%	100.00%	100.00%	$\lambda_8 = 1.00$ (4)
Atalanta	9	99.93%	100.00%	99.93%	$\lambda_{14} = 0.42, \lambda_{15} = 0.76$
Genoa	10	68.20%	78.55%	86.82%	$\lambda_8 = 0.02, \lambda_{15} = 1.18$
Palermo	11	64.93%	67.36%	96.39%	$\lambda_8 = 0.45, \lambda_{12} = 0.07, \lambda_{14} = 0.51$
Lazio	12	100.00%	100.00%	100.00%	$\lambda_{12} = 1.00$ (3)
Siena	13	72.37%	73.57%	98.37%	$\lambda_{14} = 0.92, \lambda_{15} = 0,13$
Cagliari	14	100.00%	100.00%	100.00%	$\lambda_{14} = 1.00$ (12)
Reggina	15	100.00%	100.00%	100.00%	$\lambda_{15} = 1.00$ (10)
Torino	16	56.35%	56.54%	99.66%	$\lambda_{14} = 0.81, \lambda_{15} = 0.15$
Catania	17	90.86%	97.23%	93.45%	$\lambda_{14} = 0.82, \lambda_{15} = 0.06$
Empoli	18	98.78%	100.00%	98.78%	$\lambda_{14} = 0.69, \lambda_{15} = 0.18$
Parma	19	65.28%	71.48%	91.33%	$\lambda_8 = 0.10, \lambda_{15} = 0.73$
Livorno	20	74.88%	100.00%	74.88%	$\lambda_{14} = 0.71$

L'efficienza tecnica globale è raggiunta soltanto da quattro *team*: Cagliari, Lazio, Napoli e Reggina. Il fatto che le squadre di "alta classifica" non raggiungano elevati risultati di efficienza conferma quanto scritto nella prima parte del lavoro, ovvero che per essere competitive dal punto di vista sportivo le squadre *top* rinunciano alla stabilità finanziaria, investendo eccessivamente le proprie risorse rispetto all'output desiderato, determinando di conseguenza livelli di indebitamento elevatissimi (o la continua iniezione di mezzi propri da parte di facoltosi proprietari) che compromettono la sopravvivenza futura dell'impresa. Questo risultato costituisce un'evoluzione della letteratura in materia, dimostrando che oggi, a differenza dei primi risultati ottenuti da Haas (in un contesto comunque assai differente da quello attuale) esiste una sorta di correlazione negativa tra l'ottenimento della performance sportiva e della stabilità economica. Ulteriore dimostrazione di quanto si afferma è data dal confronto tra i risultati di efficienza ottenuti con ritorni di scala costanti e variabili, dai quali è possibile desumere la scala dimensionale con cui l'impresa opera: alle 4 squadre efficienti suddette se ne aggiungono infatti altre 9 (Inter, Roma, Fiorentina, Milan, Sampdoria, Udinese,

Atalanta, Empoli e Livorno), perlopiù appartenenti alla fascia alta della classifica, calcolando i parametri di efficienza con ritorni di scala variabili⁴⁶, evidenziando quindi come l'efficienza tecnica "pura" nella gestione manageriale delle risorse a disposizione sia diffusamente elevata tra i team ai primi posti della classifica finale del campionato, e pertanto che la loro inefficienza complessiva dipende dalla dimensione della scala produttiva. In altre parole le squadre di fascia alta sono sovradimensionate rispetto al risultato finale ottenuto, e potrebbero recuperare efficienza rispetto alla frontiera diminuendo in modo consistente gli input immessi nel processo produttivo. Peculiare è il caso del Livorno, in quanto nonostante una gestione manageriale efficiente si è classificato all'ultimo posto della classifica finale e si trova globalmente lontano dalla frontiera efficiente: analizzando i dati della squadra efficiente cui il Livorno si riferisce (il Cagliari), risulta evidente come a fronte di input molto simili immessi vi è una sostanziale differenza non soltanto nei punti in classifica ottenuti ma anche nei ricavi complessivi; il Livorno è infatti la squadra di Serie A che ha ottenuto i minori ricavi della categoria, ciò sottolinea l'importanza del raggiungimento di una massa critica nel volume d'affari dell'impresa, a causa della correlazione tra risultato sportivo e volume d'affari. Inoltre 7 squadre risultano essere inefficienti sotto entrambe le ipotesi CRS e VRS (Juventus, Genoa, Palermo, Siena, Torino, Catania e Parma), colpiscono in particolare i risultati ottenuti da Palermo, Siena e Torino, in quanto dal momento che operano con una scala dimensionale appropriata la loro inefficienza è totalmente riconducibile ad un'errata gestione delle risorse disponibili. L'ultima colonna riepiloga i dati, squadra per squadra, dei *peer group* sotto l'ipotesi CRS⁴⁷, ovvero a quali *team* e con quale intensità si riferisce ogni singola squadra nel raggiungimento della frontiera efficiente; in particolare maggiore è il valore λ_j più il *team* inefficiente si riferisce a quel determinato *team* efficiente nella propria combinazione input-output, dove j rappresenta la DMU cui ci si riferisce. Il valore tra parentesi nei 4 *team* efficienti denota il numero di squadre per cui il *team* efficiente costituisce un *benchmark* di riferimento, in questa speciale classifica il Cagliari è il "modello" più seguito.

L'efficienza media del *data set* sotto l'ipotesi CRS si attesta al 77,32% con deviazione standard del 19,93%, mentre con ritorni di scala variabili VRS la media è del 91,63% e la deviazione standard del 13,92%.

Al fine di verificare la correttezza dei risultati ottenuti, oltre ad aver utilizzato un numero di DMU superiore al triplo della somma input-output (avendo utilizzato 4 fattori il numero

⁴⁶ Confermando quanto scritto nella parte metodologica, ovvero che l'indice di efficienza complessiva del CCR risulta sempre più basso dell'indice di efficienza tecnica pura trovato col BCC, essendo quest'ultimo già stato depurato dal fattore di scala.

⁴⁷ Nell'analisi si fa maggior riferimento all'ipotesi CRS in quanto rappresenta il modello generale introdotto nell'analisi.

minimo di DMU per non inficiare l'analisi è 12), è stato eseguito un test di robustezza tipico delle analisi non parametriche, il test U di Mann – Withney⁴⁸, che per valori di $p > 0,05$ accetta l'ipotesi nulla per cui due campioni provengono da una stessa popolazione, ovvero che dati due *data set* questi non siano significativamente differenti. In quest'analisi è stato necessario verificare con tale test i parametri di efficienza ottenuti tra le squadre che competono soltanto nelle competizioni nazionali rispetto a quelle che partecipano anche a quelle internazionali, al fine di verificare che il dato di output “ricavi” non costituisca un possibile elemento di *bias* nell'analisi a favore dei team impegnati in *Champions League* o in *Uefa Cup*; i valori ottenuti dal test U sono $p=0,35$ per i valori CRS, $p=0,06$ per i valori VRS, possiamo quindi concludere che i punteggi di efficienza ottenuti tra questi due campioni non sono significativamente differenti.

Per quanto riguarda i pesi utilizzati dal *software* per rendere più efficienti possibili le DMU, è molto interessante l'analisi degli input ed output virtuali calcolati.

Tabella 5: Input ed Output Virtuali

Team	DMU	Capitale {I}{V}	Lavoro {I}{V}	Punti {O}{V}	Ricavi {O}{V}
Inter	1	1 (1)	0 (0)	0 (0.67)	1 (0.33)
Roma	2	0.03 (0)	0.97 (1)	0 (0.82)	1 (0.18)
Juventus	3	0.03 (0)	0.97 (1)	0 (0)	1 (1)
Fiorentina	4	0 (0)	1 (1)	0.13 (0.9)	0.87 (0.1)
Milan	5	1 (0.36)	0 (0.64)	0 (0)	1 (1)
Sampdoria	6	0.1 (0.32)	0.9 (0.68)	1 (1)	0 (0)
Udinese	7	0 (0)	1 (1)	1 (0.89)	0 (0.11)
Napoli	8	0 (0)	1 (1)	0.05 (0.62)	0.95 (0.38)
Atalanta	9	0.11 (0.07)	0.89 (0.93)	1 (1)	0 (0)
Genoa	10	0 (0.1)	1 (0.9)	0.13 (0.77)	0.87 (0.23)
Palermo	11	0.03 (0.22)	0.97 (0.78)	0.03 (0.68)	0.97 (0.32)
Lazio	12	0.03 (0.25)	0.97 (0.75)	0 (0)	1 (1)
Siena	13	0.08 (0.29)	0.92 (0.71)	1 (1)	0 (0)
Cagliari	14	1 (1)	0 (0)	0 (0.74)	1 (0.26)
Reggina	15	0 (0)	1 (1)	0.92 (0.94)	0.08 (0.06)
Torino	16	0.08 (0.09)	0.92 (0.91)	1 (1)	0 (0)
Catania	17	0.08 (0.9)	0.92 (0.1)	1 (1)	0 (0)
Empoli	18	0.08 (0.11)	0.92 (0.89)	1 (0.77)	0 (0.23)
Parma	19	0 (0)	1 (1)	0.13 (0)	0.87 (1)
Livorno	20	1 (1)	0 (0)	1 (0.29)	0 (0.71)

⁴⁸ Per approfondimenti si consulti Mann e Whitney (Mann & Whitney, 1947).

Come si evince dalla Tabella 5 il fattore produttivo maggiormente “pesato” dalle DMU per l’ottenimento dei loro output è il lavoro, con una media (sotto l’ipotesi CRS) del 76,75% di immissione, a fronte di una media dell’input capitale del 23,25% (si discostano poco i valori VRS indicati tra parentesi, rispettivamente con media del 71,45% e del 28,55%).

Come detto l’input tenuto in minore considerazione è quello meno preferito dalle DMU per raggiungere uno *score* di efficienza maggiore e, di conseguenza, quello su cui bisogna intervenire con più urgenza per il miglioramento. Da questo punto di vista è evidente che, globalmente, la maggiore inefficienza negli input delle squadre di Serie A dipende dall’aver acquisito il cartellino dei calciatori ad un prezzo eccessivamente elevato rispetto all’output ottenuto, ciò implica dover ripartire elevate quote di ammortamento negli anni conducendo alle perdite iscritte in bilancio cui ci si riferiva nell’introduzione al lavoro. Politiche di *salary cap*, simili a quelle introdotte negli sport professionistici americani, contribuirebbero poco al recupero di efficienza delle DMU. Questo risultato assume ancor più rilievo nell’ottica delle regole introdotte con il *financial fair play*, in quanto un tetto massimo ai trasferimenti probabilmente aiuterebbe le imprese nel raggiungimento dell’obiettivo di non spendere più di quanto si incassa con i ricavi. È da sottolineare tuttavia la presenza di 4 eccezioni, rappresentate da Inter, Milan, Livorno e Cagliari, dove nei primi tre casi si evidenzia l’eccessivo impatto dei salari pagati a fronte dei risultati ottenuti, nel caso del Cagliari tale eccesso è giustificato dalla *performance* produttiva ottenuta che consente all’impresa di raggiungere la massima efficienza.

Per quanto riguarda gli output virtuali sussiste un equilibrio medio globale tra l’elemento sportivo e quello economico, con una media sotto l’ipotesi CRS del 46,95% di immissione per i punti e del 53,05% per i ricavi (che diventano rispettivamente il 65,45%, ed il 34,55% in ipotesi VRS, evidenziando ricavi troppo bassi rispetto agli input immessi) tuttavia è bene evidenziare come la tendenza per le DMU ai primi posti della classifica sportiva sia quella di preferire un maggior peso per l’output ricavi, a dimostrazione del fatto che questi *team* raggiungono la massa critica di volume d’affari necessaria per eccellere nelle competizioni cui partecipano, mentre al contrario ciò non accade per le DMU di medio-bassa classifica, per cui gli scarsi risultati economici ottenuti contribuiscono notevolmente alla deludente *performance* sportiva.

Evidentemente, per eccellere nella classifica sportiva occorre effettuare un importante investimento nell’acquisizione dei cartellini dei giocatori più talentuosi, ciò comporta l’ottenimento di una *performance* sportiva che contribuisce alla generazione di quella economica, tuttavia esiste una grossa distonia tra quantità di input immessi ed output ottenuti.

Proprio questo fenomeno ha indotto l'UEFA ad introdurre le nuove norme relative al *financial fair play* al fine di garantire e salvaguardare la stabilità dell'industria calcistica. Questa analisi sembra suggerire ulteriormente la necessità di ricercare maggiormente tale equilibrio economico va ricercato maggiormente tramite l'imposizione di un tetto ai prezzi di trasferimento dei calciatori⁴⁹ tra i team piuttosto che tramite modelli di *salary cap*.

2.8.2) ANALISI DI ROBUSTEZZA RISULTATI DEA

Al fine di evidenziare come la scelta di parametri di input/output significativi sia decisiva per l'ottenimento di risultati corretti nella ricerca, è stata effettuata un'analisi di sensitività modificando gli input/output di partenza, sia rispetto all'ipotesi iniziale proposta in questo lavoro che utilizzando il modello proposto da Haas come *benchmark* di riferimento.

La prima perturbazione introdotta è stata la rimozione dell'output "ricavi". I risultati ottenuti sono proposti nella Tabella 6 seguente, in cui il valore tra parentesi indica il numero di output.

Tabella 6: Analisi di Sensitività, Output Sportivo

Team	DMU	CRS (1)	CRS (2)	VRS (1)	VRS (2)
Inter	1	21.69%	38.65%	100.00%	100.00%
Roma	2	36.31%	62.61%	100.00%	100.00%
Juventus	3	24.93%	52.56%	57.38%	87.84%
Fiorentina	4	57.80%	60.97%	100.00%	100.00%
Milan	5	17.66%	56.58%	32.54%	100.00%
Sampdoria	6	86.74%	86.74%	100.00%	100.00%
Udinese	7	96.63%	96.63%	100.00%	100.00%
Napoli	8	74.25%	100.00%	76.02%	100.00%
Atalanta	9	99.93%	99.93%	100.00%	100.00%
Genoa	10	67.71%	68.20%	69.21%	78.55%
Palermo	11	52.74%	64.93%	53.75%	67.36%
Lazio	12	63.09%	100.00%	64.20%	100.00%
Siena	13	72.37%	72.37%	73.57%	73.57%
Cagliari	14	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Reggina	15	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Torino	16	56.35%	56.35%	56.54%	56.54%
Catania	17	90.86%	90.86%	97.23%	97.23%
Empoli	18	98.78%	98.78%	100.00%	100.00%
Parma	19	62.18%	65.28%	69.91%	71.48%
Livorno	20	74.88%	74.88%	100.00%	100.00%

⁴⁹ Si pensi al riguardo che il Real Madrid, la squadra più titolata del mondo, ha finanziato interamente con l'indebitamento bancario (tramite Banco Santander e Caja Madrid) l'acquisto dei calciatori Cristiano Ronaldo e Kaka, per l'ammontare di €151 milioni! Il presidente dell'Uefa Platini ha molto criticato questo modo di fare mercato, in quanto lesivo della concorrenza ed autodistruttivo del sistema calcio.

La rimozione dell'output ricavi comporta da un lato la valorizzazione del risultato sportivo come principale obiettivo di questo genere d'impresa, d'altra parte l'esclusione di tale parametro potrebbe compromettere la valenza dell'indagine anche in considerazione del fatto che verrebbe meno la ragione d'essere dell'input "immobilizzazioni immateriali", in quanto non si riuscirebbe a rilevare la correlazione tra ammontare dell'investimento effettuato e risultato finanziario ottenuto, ed è evidente come i *team* che partecipano a competizioni internazionali sono anche quelle che necessitano di investimenti maggiori al fine di risultare competitive nella manifestazione⁵⁰.

Risulta evidente come le squadre impegnate nelle competizioni internazionali, in particolare nella *Champions League*, presentino risultati di efficienza globale che diminuiscono fortemente in assenza del parametro "ricavi", a dimostrazione del fatto che l'ammontare degli input immessi è del tutto spropositato per il raggiungimento dell'obiettivo meramente sportivo. Come si evince dai risultati proposti, infatti, non subiscono gli effetti della perturbazione i *club* considerati *small*, a dimostrazione del fatto che questo genere di impresa effettua investimenti mirati alla valorizzazione dei talenti per la stabilità nella lega, non avendo a disposizione un fatturato che possa permettere obiettivi sportivi più ambiziosi. Occorre evidenziare inoltre i risultati ottenuti da 3 *team* impegnati soltanto nel campionato nazionale, ovvero Juventus, Napoli, e Palermo: anche in questo caso l'efficienza globale diminuisce sostanzialmente, la ragione è da ricercare questa volta nell'enorme bacino di utenza in termini di tifosi che questi *club* possiedono e dunque nell'importanza che voci di ricavo, quali la vendita dei diritti tv ed il *merchandising*, assumono per queste società. Le uniche 2 DMU che mantengono le condizioni di efficienza sono la Reggina ed il Cagliari.

L'efficienza media del *data set* diminuisce al 67,75% (CRS) e all'82,52% (VRS), la variabilità dei risultati aumenta al 27,07% (CRS) ed al 21,40% (VRS).

A fronte di quanto esposto ci si attende quindi che l'introduzione della perturbazione sull'output "punti", piuttosto che su quello "ricavi", determini un peggioramento dell'efficienza delle squadre *small* ed un sostanziale equilibrio per i *top club* quantomeno per i risultati CRS⁵¹, ciò è confermato dalla Tabella 7 seguente, in cui è considerato come output il solo parametro "ricavi" (tra parentesi è indicato, ancora una volta, il numero di output immessi):

⁵⁰ Si rammenti al riguardo che il parametro "ricavi" poteva essere affetto da *bias* a causa della partecipazione di determinati team a competizioni internazionali.

⁵¹ È lecito infatti ipotizzare per le piccole imprese ritorni di scala costanti piuttosto che variabili in relazione alla loro dimensione.

Tabella 7: Analisi di Sensitività, Output Economico

Team	DMU	CRS (1)	CRS (2)	VRS (1)	VRS (2)
Inter	1	38,65%	38.65%	64,10%	100.00%
Roma	2	62,61%	62.61%	100,00%	100.00%
Juventus	3	52,56%	52.56%	87,84%	87.84%
Fiorentina	4	59,60%	60.97%	59,66%	100.00%
Milan	5	56,58%	56.58%	100,00%	100.00%
Sampdoria	6	43,78%	86.74%	53,55%	100.00%
Udinese	7	57,99%	96.63%	66,11%	100.00%
Napoli	8	100,00%	100.00%	100,00%	100.00%
Atalanta	9	57,70%	99.93%	77,84%	100.00%
Genoa	10	66,38%	68.20%	67,36%	78.55%
Palermo	11	64,52%	64.93%	64,88%	67.36%
Lazio	12	100,00%	100.00%	100,00%	100.00%
Siena	13	48,71%	72.37%	62,27%	73.57%
Cagliari	14	100,00%	100.00%	100,00%	100.00%
Reggina	15	97,42%	100.00%	100,00%	100.00%
Torino	16	50,08%	56.35%	54,76%	56.54%
Catania	17	77,90%	90.86%	96,61%	97.23%
Empoli	18	83,53%	98.78%	100,00%	100.00%
Parma	19	63,58%	65.28%	71,48%	71.48%
Livorno	20	68,03%	74.88%	100,00%	100.00%

I *club* che mantengono condizioni globali di efficienza sono Napoli, Lazio e Cagliari, l'efficienza media del *data set* si attesta al 67,48% (CRS) ed all'81,32% (VRS), la deviazione standard al 19,36% (CRS) ed al 18,47% (VRS). Sembra quindi che le piccole imprese siano focalizzate nel raggiungimento del risultato meramente sportivo, l'immissione di input nel processo produttivo non è infatti mirato alla massimizzazione dei ricavi ma all'obiettivo della stabilità nella lega di appartenenza, viceversa le grandi imprese sono focalizzate verso entrambi gli obiettivi, in quanto soltanto il raggiungimento di un fatturato elevato determina la possibilità di investire massicciamente in talento per l'ottenimento dell'obiettivo sportivo, tuttavia è dimostrato che tali investimenti sono troppo elevati rispetto alle necessità competitive del mercato nazionale, e che la competitività internazionale è minata da operazioni lesive della concorrenza ed antieconomiche. Il Cagliari è l'unica DMU che mantiene l'efficienza nelle tre ipotesi proposte, ed è quindi da prendersi a modello gestionale per le altre imprese del *data set*; non stupisce che si tratti di un *team* di "metà classifica", che ha effettuato investimenti oculati a fronte degli obiettivi stagionali, e che comunque possiede un bacino di utenza sufficiente a garantire il raggiungimento di un volume d'affari critico.

Per maggiore comodità si riportano in Tabella 8 i principali indicatori di statistica descrittiva, media e deviazione standard, rilevati nell'analisi di sensitività condotta:

Tabella 8: Analisi di Sensitività, Statistiche Descrittive

	Output Totale	Output Sportivo	Output Economico
CRS M	77,32%	67,75%	67,48%
VRS M	91,63%	82,52%	81,32%
CRS σ	19,93%	27,07%	19,36%
VRS σ	13,92%	21,40%	18,47%

Al fine di verificare la robustezza dell'analisi condotta in termini di variabili introdotte, è stata effettuata una particolare analisi di sensitività, utilizzando come *benchmark* il lavoro di (Haas, 2003), considerato ad oggi il *paper* di riferimento in letteratura; ipotizzando un modello DEA-CCR orientato agli input sono stati introdotti gli stessi input/output scelti da Haas, adattati al caso italiano, e sono stati progressivamente variati fino a giungere al nostro modello base. I risultati di quest'analisi consentiranno di rilevare la correlazione dei risultati ottenuti sulla base di ben 17 ipotesi (di cui 2 dovute ad Haas), rappresentando la matrice di correlazione R per ranghi di Spearman (particolarmente adatta alle analisi non parametriche)⁵², e quali di queste sono statisticamente significative tramite l'analisi del *p-value*. I parametri di efficienza testati, riportati in Tabella 9, sono proposti nella versione CRS, i valori evidenziati rappresentano i risultati di media e deviazione standard dei principali modelli.

Risulta del tutto evidente che, anche sotto le diverse ipotesi presentate, l'efficienza media dei *team* si attesta al 72%, un valore centrale che conferma la bontà dell'analisi condotta, ancor più se riferita alla variabilità dell'efficienza che risulta essere pari al 20%, discostandosi molto poco da questo valore nelle diverse circostanze di immissione degli input/output. Inoltre tale analisi di sensitività sostiene le ipotesi relative alla scarsa efficienza dei *team* di alta classifica e conferma Cagliari e Reggina ai primi posti di questa speciale classifica, evidenziando come i *team* di centro classifica siano ancora una volta i *leader* dei *peer group*.

Nella Tabella 10 che segue⁵³ viene riportata la matrice di correlazione R di Spearman, dove i valori evidenziati indicano le correlazioni non significative.

⁵² Per un approfondimento si veda Fieller, Hartley e Pearson (Fieller, Hartley, & Pearson, 1957).

⁵³ La notazione simbolica è la medesima usata in Tabella 9, di cui alla legenda ivi illustrata.

Tabella 9: Analisi di Sensitività, Bnchmark Haas

Input			CW, TW, P	CW, TW, P	CW, TW, P	CW+TW,P	CW+TW,P	CW+TW,P	CW+TW, P,K
Output			POI, REV	POI	REV	POI, REV	POI	REV	POI, REV
Team	Haas Premier 1	Haas Premier 2	Replica Haas 1	Replica Haas 2	Replica Haas 3	Effetto Lavoro Totale (LT) 1	Effetto Lavoro Totale (LT) 2	Effetto Lavoro Totale (LT) 3	Effetto (LT) + Capitale 1
Inter/Manchester Utd	1	0,36	0,37	0,17	0,37	0,37	0,19	0,37	0,41
Roma/Arsenal	0,68	0,32	0,62	0,34	0,62	0,61	0,34	0,61	0,63
Juventus/Liverpool	0,64	0,52	0,65	0,28	0,65	0,55	0,24	0,55	0,56
Fiorentina/Leeds	0,75	0,37	0,63	0,59	0,63	0,63	0,59	0,63	0,63
Milan/Ipswich	1	1	0,54	0,14	0,54	0,53	0,15	0,53	0,58
Sampdoria/Chelsea	0,61	0,2	0,84	0,84	0,44	0,84	0,84	0,44	0,87
Udinese/Sunderland	1	0,86	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	0,69	1,00
Napoli/Aston Villa	0,62	0,41	1,00	0,75	1,00	1,00	0,74	1,00	1,00
Atalanta/Charlton	1	1	1,00	1,00	0,68	1,00	1,00	0,64	1,00
Genoa/Southampton	0,57	0,57	1,00	0,95	1,00	0,68	0,68	0,67	0,68
Palermo/Newcastle	0,57	0,27	0,66	0,53	0,66	0,65	0,53	0,65	0,65
Lazio/Tottenham	0,7	0,29	1,00	0,63	1,00	0,99	0,63	0,99	1,00
Siena/Leicester	0,47	0,36	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,85	1,00
Cagliari/Middlesbrough	0,44	0,32	1,00	0,96	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00
Reggina/West Ham	0,59	0,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00
Torino/Everton	0,68	0,53	0,54	0,54	0,49	0,54	0,54	0,49	0,56
Catania/Derby County	0,45	0,36	0,86	0,86	0,77	0,86	0,86	0,77	0,91
Empoli/Manchester City	0,78	0,35	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Parma/Coventry	0,47	0,33	0,77	0,66	0,77	0,67	0,63	0,67	0,67
Livorno/Bradford	0,29	0,28	0,93	0,90	0,91	0,69	0,68	0,65	0,75
Media	0,67	0,45	0,82	0,71	0,77	0,78	0,68	0,71	0,79
Dev. Std.	0,21	0,23	0,21	0,29	0,21	0,21	0,28	0,20	0,20
Legenda	CW=Coach Wages	TW=Total Wages-CW	P=Popolaz. Residente	POI=Punti	REV=Ricavi	K=Capitale			
	1= Output POI+REV	2=Output POI	3=Output REV						
Input	CW+TW,P, K	CW+TW,P, K	CW+TW	CW+TW	CW+TW	CW+TW,K	CW+TW,K	CW+TW,K	
Output	POI	REV	POI, REV	POI	REV	POI, REV	POI	REV	
Team	Effetto (LT) + Capitale 2	Effetto (LT) + Capitale 3	Effetto (LT) - Residenti 1	Effetto (LT) - Residenti 2	Effetto (LT) - Residenti 3	Effetto (LT) + Capitale - Residenti 1	Effetto (LT) + Capitale - Residenti 2	Effetto (LT) + Capitale - Residenti 3	Efficienz a Media Team
Inter/Manchester Utd	0,22	0,41	0,34	0,19	0,34	0,39	0,22	0,39	0,32
Roma/Arsenal	0,36	0,63	0,60	0,34	0,60	0,63	0,36	0,63	0,53
Juventus/Liverpool	0,25	0,56	0,51	0,24	0,51	0,53	0,25	0,53	0,46
Fiorentina/Leeds	0,59	0,63	0,61	0,58	0,59	0,61	0,58	0,60	0,61
Milan/Ipswich	0,18	0,58	0,50	0,15	0,50	0,57	0,18	0,57	0,41
Sampdoria/Chelsea	0,87	0,44	0,84	0,84	0,43	0,87	0,87	0,44	0,71
Udinese/Sunderland	1,00	0,69	0,97	0,97	0,58	0,97	0,97	0,58	0,88
Napoli/Aston Villa	0,74	1,00	1,00	0,74	1,00	1,00	0,74	1,00	0,91
Atalanta/Charlton	1,00	0,64	0,98	0,98	0,56	1,00	1,00	0,58	0,87
Genoa/Southampton	0,68	0,67	0,68	0,68	0,66	0,68	0,68	0,66	0,74
Palermo/Newcastle	0,53	0,65	0,65	0,53	0,64	0,65	0,53	0,65	0,61
Lazio/Tottenham	0,63	1,00	0,99	0,63	0,99	1,00	0,63	1,00	0,87
Siena/Leicester	1,00	0,85	0,69	0,69	0,47	0,72	0,72	0,49	0,83
Cagliari/Middlesbrough	1,00	1,00	0,99	0,94	0,96	1,00	1,00	1,00	0,99
Reggina/West Ham	1,00	0,99	1,00	1,00	0,96	1,00	1,00	0,97	0,99
Torino/Everton	0,56	0,50	0,54	0,54	0,48	0,56	0,56	0,50	0,53
Catania/Derby County	0,91	0,78	0,86	0,86	0,75	0,91	0,91	0,78	0,84
Empoli/Manchester City	1,00	1,00	0,94	0,94	0,81	0,99	0,99	0,84	0,97
Parma/Coventry	0,63	0,67	0,65	0,62	0,63	0,65	0,62	0,64	0,66
Livorno/Bradford	0,75	0,68	0,68	0,68	0,63	0,75	0,75	0,68	0,74
Media	0,70	0,72	0,75	0,66	0,66	0,77	0,68	0,67	0,72
Dev. Std.	0,28	0,19	0,21	0,27	0,20	0,20	0,27	0,19	0,20

Tabella 10: Matrice di Correlazione R di Spearman

	CW, TW, P	CW, TW, P	CW, TW, P	CW+ TW,P	CW+ TW,P	CW+ TW,P	CW+ TW,P ,K	CW+ TW,P ,K	CW+ TW,P ,K	CW+ TW	CW+ TW	CW+ TW	CW+ TW,K	CW+ TW,K	CW+ TW,K
	POI, REV	POI	REV	POI, REV	POI	REV	POI, REV	POI	REV	POI, REV	POI	REV	POI, REV	POI	REV
replica haas 1	1														
replica haas 2	0,869	1													
	0														
replica haas 3	0,925	0,751	1												
	0	0,002													
effetto (LT)1	0,941	0,909	0,842	1											
	0	0	0												
effetto (LT)2	0,868	0,984	0,745	0,943	1										
	0	0	0,002	0											
effetto (LT)3	0,857	0,703	0,925	0,869	0,749	1									
	0	0,008	0	0	0,002										
effetto (LT+K)1	0,943	0,860	0,858	0,980	0,896	0,884	1								
	0	0	0	0	0	0									
effetto (LT+K)2	0,859	0,980	0,751	0,939	0,990	0,756	0,893	1							
	0	0	0,002	0	0	0,002	0								
effetto (LT+K)3	0,848	0,685	0,923	0,860	0,729	0,985	0,897	0,743	1						
	0	0,001	0	0	0,004	0	0	0,003							
effetto (LT-R)1	0,905	0,774	0,838	0,931	0,824	0,882	0,947	0,823	0,886	1					
	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0						
effetto (LT-R)2	0,856	0,944	0,718	0,930	0,967	0,745	0,887	0,965	0,726	0,882	1				
	0	0	0,005	0	0	0,003	0	0	0,004	0					
effetto (LT-R)3	0,591	0,336	0,707	0,545	0,375	0,792	0,592	0,392	0,791	0,738	0,491	1			
	0,007	0,158	0,007	0,015	0,113	0,001	0,007	0,096	0,001	0,003	0,032				
effetto (LT+K- R)1	0,889	0,761	0,808	0,918	0,804	0,851	0,951	0,812	0,873	0,980	0,866	0,730	1		
	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004			
effetto (LT+K- R)2	0,833	0,925	0,719	0,910	0,940	0,743	0,869	0,961	0,735	0,867	0,982	0,521	0,871	1	
	0	0	0,005	0	0	0,003	0	0	0,003	0	0	0,022	0		
effetto (LT+K- R)3	0,583	0,351	0,704	0,551	0,384	0,784	0,605	0,418	0,801	0,738	0,502	0,987	0,751	0,555	1
	0,008	0,140	0,008	0,014	0,104	0,001	0,006	0,074	0	0,003	0,028	0	0,002	0,013	

Dalla matrice di correlazione proposta risulta confermata ancora una volta la bontà dell'analisi condotta, dal momento che la correlazione tra il modello proposto ed ognuna delle alternative possibili è molto elevata, inoltre il valore *p-value* è prossimo allo zero in 99 casi su 105, di conseguenza i risultati sono statisticamente significativi con confidenza del 95%. Valori di *p-value* superiori allo 0,05 si registrano sotto sei circostanze che sono evidentemente da scartare non soltanto per un mero fatto statistico ma soprattutto logico: infatti questa evenienza si presenta correlando output estremamente eterogenei, come quello soltanto sportivo con l'output meramente economico.

2.8.3) RISULTATI SFA

I risultati presentati con il metodo delle frontiere stocastiche sono stati ottenuti specificando una *half-normal distribution* come funzione di distribuzione dell'errore composto ε_i , ipotizzando una relazione funzionale di tipo Cobb-Douglas e stimando i parametri della *best practice frontier* con il metodo della massima verosimiglianza MLE.

Al fine di determinare la corretta specificazione dei modelli introdotti, sono state condotte due distinte analisi in cui varia, di volta in volta, la variabile dipendente del modello, al fine di testare la significatività dei regressori distintamente sull'aspetto "economico" (1) e su quello "sportivo" (2), evidenziando la valenza di entrambe le dimensioni proposte.

Il primo passo compiuto è stato quello di testare con una semplice stima OLS (1) la dipendenza del logaritmo dei ricavi (lnr) dalle variabile salari e stipendi (lnlav) ed immobilizzazioni materiali (lnlap), confrontando i risultati ottenuti con una stima OLS (2) in cui viene cambiata, rispetto alla precedente stima, la variabile dipendente, inserendo il logaritmo dei punti (lnp) al fine di indagare l'aspetto "sportivo"; nella Tabella 11 che segue l'output ottenuto da STATA10.

Tabella 11: Stime OLS (1) vs OLS (2) - Frontiera Produzione

	Stima OLS (1)				Stima OLS (2)			
R-Squared	0.867				0.749			
lnr(1) / lnp(2)	Coeff.	Std. Err.	t	P> t	Coeff.	Std. Err.	t	P> t
lnlav	0.702	0.127	5.51	0.000	0.202	0.780	2.58	0.019
lnlap	0.094	0.129	0.73	0.475	0.140	0.079	1.76	0.096
_cons	0.625	0.124	5.04	0.000	1.167	0.077	15.34	0.000

Come si evince dalla Tabella 11, a fronte di un R-quadro molto elevato in entrambi i casi, il modello mostra che soltanto la variabile lavoro è fortemente significativa, mentre la variabile capitale, non significativa nella stima (1) risulta al contrario significativa con confidenza al 90% nella stima (2).

Tuttavia, come specificato nella parte metodologica, per ottenere risultati consistenti vengono effettuate le stime di massima verosimiglianza, MLE (1) per valutare l'aspetto "economico", MLE (2) per indagare l'aspetto "sportivo", i cui risultati sono riportati in Tabella 12.

Tabella 12: Stime MLE (1) vs MLE (2) - Frontiera Produzione

	Stima MLE (1)				Stima MLE (2)			
Log Likelihood	17.534				27.481			
Wald chi2 (2)	130.51				60.80			
Prob>chi2	0.000				0.000			
Inr (1) / Inp (2)	Coeff.	Std. Err.	z	P> z 	Coeff.	Std. Err.	z	P> z
Inlav	0.702	0.117	5.98	0.000	0.204	0.071	2.88	0.004
Incap	0.094	0.119	0.79	0.428	0.140	0.071	1.99	0.047
_cons	0.628	0.289	2.17	0.030	1.220	0.073	16.59	0.000
Insig2v	-4.592	325.004	-14.13	0.000	-6.271	1.008	-6.22	0.000
Insig2u	-11.534	212.972	-0.05	0.957	-5.235	1.146	-4.57	0.000

Nonostante la stima MLE (1) conduca ad un miglioramento della significatività dei coefficienti rispetto all'analoga stima OLS (1) la variabile capitale permane non significativa. La ragione logica sottostante tali risultati è evidente: il successo economico di questo peculiare genere di imprese, in termini di sponsorizzazioni, incassi da *pay-tv*, *merchandising*, etc., dipende, quantomeno nel breve periodo, dall'ammontare di "talento" immediato disponibile, non certo dallo *stock* di capitale "presente e futuro" a disposizione. Probabilmente se l'analisi fosse condotta su una serie temporale di osservazioni la significatività della variabile capitale aumenterebbe all'aumentare del numero degli anni della *time series*. Questo risultato conferma quanto scritto a proposito dell'analisi DEA, dove l'analisi degli input virtuali mostrava come il parametro capitale fosse l'input meno preferito dalle DMU per raggiungere l'efficienza. Di conseguenza, era logico attendersi che, in modo speculare, lo *stock* di capitale risultasse significativo relativamente alla seconda ipotesi considerata, in cui la variabile dipendente è il parametro "punti", in quanto è poco probabile che il successo sportivo non sia correlato positivamente agli investimenti effettuati. La dipendenza del logaritmo dei punti (Inp) rispetto ai regressori capitale (Incap) e lavoro (Inlav) stimata con il modello MLE (2) proposto in

Tabella 12 restituisce risultati consistenti, efficienti e significativi per entrambe le variabili, migliorando la stima ottenuta con il modello OLS (2), inoltre il Wald Test indica che il modello è correttamente specificato.

In Tabella 13 sono mostrati i risultati del *t-ratio*, che fornisce stime più accurate in presenza di *small sample*, ottenuti tramite il software FRONTIER 4.1.

Tabella 13: Stime MLE (1) vs MLE (2) - *t-ratio*

	Stima MLE (1)			Stima MLE (2)		
	Coefficient	Std. Error	t-ratio	Coefficient	Std. Error	t-ratio
β_0 (_cons)	0.626	0.390	1.606	1.220	0.073	16.530
β_1 (lncap)	0.095	0.120	0.787	0.140	0.071	1.985
β_2 (lnlav)	0.702	0.114	6.133	0.204	0.071	2.882
σ^2	0.010	0.003	2.984	0.007	0.004	1.517
γ	0.001	0.087	0.001	0.738	0.407	1.812

Nella stima MLE (1) permane la non significatività della variabile capitale, inoltre il valore di “gamma”, che secondo l’impostazione di Coelli (Coelli T. , 1996) mostra la percentuale di errore imputabile all’inefficienza tecnica sul totale, mostra i problemi di specificazione del modello; in questo caso, infatti, l’inefficienza complessiva non riesce ad essere spiegata e viene quasi del tutto imputata a variabili aleatorie. Al contrario, nella stima MLE (2), non soltanto si recupera la significatività della variabile capitale, bensì il modello riesce a spiegare come “inefficienza tecnica” oltre il 73% dell’inefficienza complessiva.

In generale l’ipotesi (2) oltre che essere correttamente specificata, restituisce stime significative dei coefficienti incrementando, rispetto alla prima ipotesi, il valore di *log-likelihood* nelle stime MLE.

Al fine di effettuare un confronto con il modello DEA, si riporta in Tabella 17 il dato di efficienza tecnica di ogni singola impresa rammentando che, come già osservato nella parte metodologica⁵⁴, è presumibile rilevare un’efficienza media del *data set* più elevata nell’analisi delle frontiere stocastiche in quanto lo scostamento di ogni singola DMU non viene rilevato rispetto alle *peer units*, bensì rispetto alla media degli *scores* di efficienza dello stesso. Inoltre, come già spiegato, è ipotizzabile che nessuna DMU raggiunga il 100% di efficienza.

⁵⁴ E come rilevato più volte in letteratura, per un approfondimento si veda al riguardo il *paper* di Pestana Barros e Leach (Pestana Barros & Leach, 2006).

Tabella 14: Scores Efficienza SFA

Team	DMU	eff. - est.
Inter	1	95.66%
Roma	2	97.75%
Juventus	3	94.80%
Fiorentina	4	96.98%
Milan	5	89.26%
Sampdoria	6	98.16%
Udinese	7	96.92%
Napoli	8	94.60%
Atalanta	9	97.35%
Genoa	10	94.79%
Palermo	11	91.99%
Lazio	12	93.97%
Siena	13	95.50%
Cagliari	14	96.89%
Reggina	15	95.41%
Torino	16	91.98%
Catania	17	94.91%
Empoli	18	94.91%
Parma	19	86.96%
Livorno	20	89.57%

Infatti l'efficienza media è del 94,42% a fronte dell'82,52% con il modello DEA analogo sotto l'ipotesi VRS, la deviazione standard è di appena il 3,03% a fronte del 21,40% (si confronti con la Tabella 8).

Per completezza di analisi in Appendice si riporta la Tabella 22 contenente la relativa matrice di covarianza, da cui risulta che la diagonale principale ha segno positivo con i valori che tendono a zero, dimostrando l'elevata indipendenza delle variabili selezionate.

Dopo aver effettuato l'analisi con entrambe le metodologie proposte in letteratura ritengo, al pari di numerosi autori, che nel complesso l'analisi DEA meglio si presta all'analisi di efficienza delle frontiere produttive. L'assenza di errori di specificazione nel modello, la possibilità di confrontare il dato di efficienza di ogni singola impresa con le migliori DMU-*benchmark* e non con il dato medio, la possibilità di ottenere stime consistenti anche per piccoli campioni, fanno della DEA una tecnica molto flessibile ed utilizzabile in moltissimi campi d'indagine economica. Pur tuttavia sono innegabili determinati vantaggi offerti dalla tecnica SFA, il principale risiede nella possibilità di scomporre l'inefficienza complessiva nelle sue

due componenti, inefficienza tecnica ed inefficienza “aleatoria”. Pertanto ritengo comunque corretto affrontare l’analisi di efficienza con entrambe le metodologie al fine di beneficiare dei vantaggi peculiari di ogni singola tecnica, tenendo in considerazione le relative problematiche, al fine di avere una visione più ampia del fenomeno oggetto di studio.

CAPITOLO 3

L'INTERAZIONE SPAZIALE NEI RISULTATI DI EFFICIENZA SPORTIVA E FINANZIARIA DELLE IMPRESE CALCISTICHE

3.1) PREMESSA

La concorrenza nei mercati, in generale, spinge le imprese appartenenti ad un'industria a migliorare la propria *performance* in termini di innovazione ed efficienza, al fine di creare dei vantaggi competitivi che consentano di assumere la leadership del mercato. Più elevato è il livello e l'intensità della competizione, più le imprese saranno spinte ad osservare le strategie e le innovazioni dei concorrenti, in particolare di quelli geograficamente o culturalmente più prossimi. In particolare le imprese calcistiche, che appartengono ad un particolare settore in cui l'ambiente competitivo necessita della presenza di una pluralità di *club* per permettere lo svolgimento della competizione, presentano delle peculiari caratteristiche che favoriscono la formazione di *spillovers* territoriali, sia dal punto di vista delle conoscenze finalizzate all'ottimizzazione del risultato sportivo (tecniche di allenamento, strategie di gioco, etc.) che di quello finanziario (formazione del vivaio, efficienza dei *talent scout*, capacità manageriali, etc.). In tal senso si sta consolidando in letteratura un recente filone di studi, che analizza la variazione della *performance* delle imprese calcistiche in relazione non soltanto alle caratteristiche del territorio in cui sono insediate bensì anche delle caratteristiche dei concorrenti geograficamente più prossimi⁵⁵. Partendo da queste considerazioni, in questo capitolo l'obiettivo è di verificare la presenza o meno di effetti spaziali che determinano i livelli di efficienza, sportiva e finanziaria, raggiunti dalle imprese appartenenti alla Serie A italiana nella stagione 2007/2008. A tal fine si utilizzeranno strumenti d'indagine tipici per questo genere di ricerche, quali le tecniche di econometria spaziale. Dopo aver effettuato una breve introduzione sulle modalità di formazione degli *spillovers* e la loro classificazione, si analizzeranno le tecniche econometriche più appropriate alla ricerca e si proporranno i risultati ottenuti, congruenti rispetto alle ipotesi formulate.

3.1) SPILLOVERS SPAZIALI E TECNICHE D'INDAGINE

L'economia regionale e urbana ha avuto negli ultimi anni un notevole sviluppo teorico ed empirico. Dal punto di vista teorico si riscontra in letteratura una ritrovata attenzione verso

⁵⁵ Si vedano al riguardo Yamamura (Yamamura, 2009) e Barthel e Wellbrock (Barthel & Wellbrock, 2010).

gli studi di Marshall (Marshall, 1890). Marshall suddivide i rendimenti crescenti nella produzione in due tipologie, economie interne ed esterne: le economie interne sono prodotte e sviluppate all'interno di un'impresa, quelle esterne descrivono una situazione in cui l'impresa riceve vantaggi al di fuori dei confini della stessa. L'esistenza di queste economie esterne permette la costituzione di vantaggi competitivi all'industria localizzata.

Riferendosi agli studi di Marshall, Bellandi (Bellandi, 2003) propone una classificazione dei vantaggi delle economie di localizzazione in quattro tipi: a) una maggiore specializzazione basata sulla divisione del lavoro; b) maggiore circolazione di informazioni; c) maggiore formazione; d) maggiore capacità di innovazione. Lo stesso autore classifica, invece, le economie esterne sulla base della fonte principale in: specializzazione, apprendimento e creatività. Nel primo caso si tratta di vantaggi di uso di migliori capacità produttive, nel secondo di sviluppo di capacità umane, nel terzo caso di nuove capacità tecniche.

Questo ritrovato interesse da parte degli economisti riguardo ai temi della localizzazione geografica delle imprese, ha portato al sorgere della cosiddetta nuova economia geografica⁵⁶. Questo interesse è sorto nel momento in cui a un agente economico razionale indipendente la teoria ha sostituito un agente che decide in dipendenza del contesto in cui agisce, in particolare degli altri agenti con le loro preferenze, utilità, strategie. Il problema dell'interazione spaziale tra agenti economici ha aperto quindi un nuovo filone nell'analisi economica proponendo diversi casi in cui i rapporti tra soggetti, sotto forma di norme sociali, *spillovers* da apprendimento, fenomeni emulativi danno luogo ad economie di scala crescenti.

In particolare, tra le principali economie di localizzazione proposte, assumono un ruolo primario i c.d. *spillovers* (spaziali) di conoscenza, ovvero quel concetto secondo cui la diffusione della conoscenza è facilitata dalla prossimità geografica⁵⁷. Gli *spillovers* possono assumere varie forme: la conoscenza può essere incorporata nelle persone che, cambiando occupazione, trasferiscono importanti abilità e informazioni al nuovo datore di lavoro, oppure nei prodotti, come i beni d'investimento o i beni intermedi o, ancora, gli *spillover* possono trasmettersi attraverso conferenze, stampa specializzata, etc.

Tra le principali teorie economiche presenti in letteratura riferite al tema degli *spillovers*, il presente lavoro si ispira alla teoria proposta da Glaeser e altri (Glaeser, Kallal, Scheikman, & Shleifer, 1992) e denominata teoria MAR (Marshall – Arrow – Romer), dal nome dei contributi teorici tratti dagli studiosi citati. In particolare, riprendendo gli studi proposti da Marshall, Arrow prima (Arrow, 1962) e Romer poi (Romer, 1986) argomentano che gli

⁵⁶ Per una rassegna sul tema si vedano i lavori di Krugman (Krugman, 1991) ed i Clark, Feldman e Gertler (Clark, Feldman, & Gertler, 2000).

⁵⁷ Si veda al riguardo (Glaeser, Kallal, Scheikman, & Shleifer, 1992).

spillovers comuni alla stessa industria, che derivano dall'agglomerazione geografica, hanno un ruolo fondamentale nella crescita delle imprese, e le imprese che sono vicine si avvantaggiano maggiormente da conoscenze relative allo stesso settore di specializzazione.

Accanto alla teoria emerge sempre più l'importanza dello sviluppo locale anche sotto il profilo delle politiche dei governi. Le politiche comunitarie di sostegno alla crescita localizzata richiedono infatti un esame sempre più attento relativamente a quei fenomeni che esplicano i propri effetti in contesti regionali e sub-regionali. Dato questo scenario, non stupisce la necessità di indagare con decisione sulle tecniche di analisi spaziale dei dati.

Dal lato empirico metodologico un ruolo fondamentale lo sta svolgendo, invece, l'econometria spaziale. L'econometria spaziale è quella metodologia di analisi statistica che cerca di misurare *patterns* di osservazioni geograficamente collegate. La nascita della statistica spaziale può essere fatta risalire al 1948 quando Moran (Moran, 1948) introduce i primi indici per lo studio della presenza di autocorrelazione spaziale. Dovevano però poi trascorrere altri trent'anni prima di giungere ad una precisa definizione della econometria spaziale e a una chiara identificazione dei suoi principali obiettivi e metodi. I primi a farlo sono stati Paelinck e Klassen (Paelinck & Klassen, 1979) con una precisa definizione del campo di analisi dell'econometria spaziale come spazio scientifico autonomo. Successivamente comparvero due altri contributi rilevanti dovuti a Cliff e Ord (Cliff & Ord, 1981) e ad Upton e Fingleton (Upton & Fingleton, 1985), che tuttavia mantennero la trattazione della dipendenza spaziale con metodi econometrici nell'ambito classico dei modelli di regressione lineare. E' infine con il contributo di Anselin (Anselin, 1988) che l'econometria spaziale riceve dignità di branca autonoma dell'econometria.

L'econometria spaziale viene definita, nei due principali lavori di Paelink e Klassen e di Anselin come:

- *“Set of methods that deals with the explicit treatment of space in multiregional models”* (Paelink & Klaasen, 1979);
- *“Collection of techniques that deals with the peculiarities caused by space in the statistical analysis of regional science models”* (Anselin, 1988).

Questa disciplina cerca di risolvere principalmente due ordini di problematiche, la dipendenza spaziale e l'eterogeneità spaziale. Si tratta in realtà di problemi comuni a qualsiasi applicazione econometrica, ma che, nel caso di dati spaziali, possono assumere forme che richiedono una loro trattazione distinta. In realtà, l'eteroschedasticità spaziale, che si riferisce a quel fenomeno in cui le osservazioni (*spatial units*) non sono omogenee nello spazio, può essere spesso risolta mutuando le tecniche convenzionali dell'econometria tradizionale (quella cioè delle serie

storiche). Non altrettanto è, invece, possibile fare in presenza di autocorrelazione spaziale, che si registra quando l'osservazione nel luogo i dipende da altre osservazioni in luoghi diversi j con $i \neq j$. Proprio per questa caratteristica di mutua relazione che caratterizza l'interdipendenza spaziale non è possibile l'applicazione delle tecniche standard per l'analisi della dipendenza temporale che può, per sua natura, essere solo unidirezionale.

Lo stesso Anselin individua quattro ampie aree di interesse dell'econometria spaziale:

- la specificazione formale degli effetti spaziali nei modelli econometrici;
- la stima dei modelli che incorporano gli effetti spaziali;
- la specificazione di test e diagnostiche per la presenza di effetti spaziali;
- la previsione spaziale.

3.1.1) L'AUTOCORRELAZIONE SPAZIALE

L'interdipendenza o autocorrelazione spaziale è la conseguenza della presenza di una relazione funzionale tra ciò che accade in un punto determinato nello spazio e ciò che accade in altri punti. In altre parole, le caratteristiche di un determinato fenomeno in una regione non sono spiegate unicamente da determinanti interne alla stessa ma anche da alcune proprie delle altre regioni, più o meno vicine. Esistono due tipi di *spatial dependence*: la prima si verifica quando un'osservazione influenza un altro individuo; la seconda è nota come autocorrelazione spaziale, che si riferisce all'influenza stocastica causata nella misurazione degli errori. La correlazione negli errori si registra quando il loro valore nella stima di un'osservazione è connesso a quello di un'altra osservazione. In altre parole, i residui si distribuiscono tramite *patterns* spaziali.

L'autocorrelazione spaziale può avere fondamentalmente due cause: 1) errori di misurazione per osservazioni riferite ad unità geografiche contigue; 2) interazione spaziale.

I primi possono sorgere ogni qualvolta si utilizzino dati per i quali non c'è perfetta corrispondenza tra unità territoriale di analisi e estensione del fenomeno oggetto d'esame. In questo caso l'interdipendenza non è reale, ma l'effetto di un errore nella scelta dell'unità spaziale di riferimento. Questo fenomeno di *spillover* spaziale degli errori di misurazione, è illustrato dalla situazione rappresentata in Figura 11 seguente:

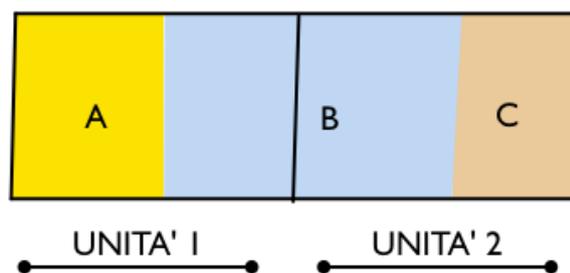


Figura 11: Dipendenza Spaziale e Aggregazioni

Fonte: (Atzeni, Dettori, & Usai, 2004). Figura Rielaborata.

Nella figura è presentato un esempio del caso in cui la reale estensione spaziale delle variabili analizzate è rappresentata dalle aree A, B e C, mentre le osservazioni sono aggregate per le unità 1 e 2. Di conseguenza la variabile osservata Y_1 sarà un'aggregazione di Y_A e parte di Y_B , mentre Y_2 sarà un'aggregazione di Y_C e la rimanente parte di Y_B

$$Y_1 = Y_A + \lambda Y_B :$$

$$Y_2 = Y_C + (1 - \lambda) Y_B$$

Un'aggregazione di questo genere sarà probabilmente affetta da errore nel momento della determinazione del valore del parametro λ , che è presente sia in Y_1 che in Y_2 . Di conseguenza questi errori nella misurazione genereranno un apparente fenomeno di dipendenza spaziale.

La seconda causa di autocorrelazione, la presenza di veri e propri fenomeni di interazione spaziale, dipende dall'importanza della collocazione geografica come elemento esplicativo di fenomeni che attengono a determinate decisioni prese dalle imprese, ed è quella che più ci interessa in quanto a essi possono essere associati relazioni di tipo economico, come ad esempio la conoscenza di determinate tecniche produttive o modelli di comportamento diffusi in un'area geografica. A causa della dipendenza che si crea tra fenomeni in differenti dislocazioni geografiche, ciò che si osserva in un punto è determinato, almeno in parte, da ciò che accade in un altro punto del sistema. Questo può essere formalmente espresso in un processo spaziale dove:

$$y_i = f(y_1, y_2, \dots, y_N)$$

In esso ogni osservazione della variabile y è correlata, mediante la funzione f , al valore della stessa variabile in altre unità territoriali appartenenti al sistema.

Solo imponendo una particolare struttura alla relazione funzionale espressa dalla f , cioè esplicitando una particolare forma del processo spaziale, si possono stimare e testare empiricamente determinate caratteristiche della dipendenza spaziale. Questo procedimento

rappresenta la base dei differenti approcci di specificazione e stima di modelli propri dell'econometria spaziale.

3.1.2) L'ETEROSCHEDASTICITÀ SPAZIALE

Il secondo tipo di effetto spaziale, l'eterogeneità, è correlato alla mancanza di stabilità nello spazio delle relazioni o dei comportamenti analizzati, ciò implica che le forme funzionali ed i parametri variano in ragione della loro localizzazione geografica e non sono omogenei in tutto il *data set*. Poiché questa eterogeneità può essere messa in relazione direttamente con l'allocatione spaziale, viene comunemente designata con il termine di eterogeneità spaziale.

La letteratura delle scienze regionali e dell'economia geografica ha trattato ampiamente il tema della mancanza di uniformità nello spazio, mettendo a punto apposite strategie che considerino nel contesto dell'analisi le peculiari caratteristiche di ogni unità territoriale. In aggiunta alla mancanza di una stabilità strutturale nello spazio, le stesse unità territoriali risultano di per sé poco omogenee, si pensi ad esempio alle differenze regionali in tema di reddito o di livello tecnologico raggiunto dalle imprese; nella misura in cui questi aspetti dell'eterogeneità si riflettono in errori di misurazione (variabili mancanti, errata specificazione funzionale etc.), possono avere come conseguenza l'eteroschedasticità.

Come già anticipato nel paragrafo precedente, i problemi causati dall'eterogeneità possono essere risolti, nella maggior parte dei casi, attraverso le tecniche dell'econometria classica, con riferimento ad esempio alle tecniche di variazione dei parametri, ai coefficienti *random* e all'instabilità strutturale⁵⁸, metodologie facilmente adattabili per risolvere la mancanza di omogeneità delle osservazioni nello spazio. Per questa ragione analizzeremo esclusivamente le tecniche di indagine tipiche dei fenomeni di autocorrelazione spaziale.

3.2) L'INCORPORAZIONE DEGLI EFFETTI SPAZIALI NEI MODELLI ECONOMETRICI

In entrambi i casi di dipendenza spaziale descritti, la conseguenza pratica è la presenza di autocorrelazione spaziale che va eliminata (per esempio, ricorrendo a dati riferiti alle corrette unità territoriali che “contengono” il fenomeno oggetto di studio) oppure studiata utilizzando apposite metodologie.

Possono risultare in particolare due problemi: se l'errore è dovuto ad interazione spaziale (*spatial interaction*), lo stimatore può essere inefficiente (*biased*), cioè può contenere un errore dovuto a variabili esplicative omesse. D'altro canto se si presenta un caso di autocorrelazione

⁵⁸ Per un maggiore approfondimento si veda Arora e Brown (Arora & Brown, 1977).

spaziale (*spatial autocorrelation*) negli errori i parametri sono corretti, ma il test può essere inefficiente. Nel caso dell'autocorrelazione spaziale, inoltre, la relazione causale è, come detto, potenzialmente multidirezionale e può articolarsi in forme complesse: la *performance* di un'impresa (o di una regione) può essere influenzata non solo da un'unica impresa (regione) contigua, ma anche da un insieme di imprese (regioni) vicine e soprattutto questa stessa impresa (regione) può influenzare la *performance* di quelle che la circondano.

La conseguenza è che questa caratteristica dell'autocorrelazione spaziale rende impossibile l'uso dell'operatore dei ritardi L (*Lag*), caratteristico dell'analisi delle serie storiche. In effetti, il problema di esprimere formalmente la struttura della dipendenza geografica è centrale nell'econometria spaziale⁵⁹.

Non possiamo inoltre sapere a priori in quale di queste due situazioni (*spatial interaction* o *spatial autocorrelation*) ci troviamo.

L'econometria spaziale ci è d'aiuto in questa situazione tramite due soluzioni: *patterns* territoriali di contatto e un gruppo di stimatori efficienti per questo tipo di problemi.

La prima soluzione consiste nell'introdurre un particolare tipo di ritardo temporale che si configura come una matrice W , detta dei pesi o dei ritardi spaziali. La matrice, nella sua forma più generale, è costruita nel modo seguente:

$$W = \begin{bmatrix} 0 & w_{12} & \dots & w_{1N} \\ w_{21} & 0 & \dots & w_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{N1} & w_{N2} & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Si tratta di una matrice quadrata non stocastica i cui elementi w_{ij} riflettono l'intensità della connessione esistente tra ogni coppia di regioni i,j . Le misure di questa intensità, che necessariamente deve essere non negativa e finita, possono essere diverse. Nella forma più semplice W si basa sul concetto di contiguità binaria secondo cui la struttura delle prossimità è espressa da valori 0-1. Se due unità spaziali hanno un confine in comune, di lunghezza maggiore di zero, saranno considerati contigui e saranno contrassegnati dal valore 1. Viceversa, se non sono contigui, saranno contrassegnati dal valore 0. La diagonale principale è composta di zeri, che in questo caso non indicano assenza di contiguità bensì il riferimento alla stessa cella, w_{ii} , che per convenzione è uguale a zero⁶⁰.

⁵⁹ Si veda al riguardo Anselin (Anselin, 1988).

⁶⁰ La matrice W utilizzata per i ritardi spaziali è spesso standardizzata in modo che la somma degli elementi di una riga sia pari all'unità. Se cioè esistono N unità contigue, la variabile ritardata è $1/N$ volte la somma della relativa x_{ij} .

Il concetto di vicinanza può essere più articolato di quanto espresso attraverso la contiguità binaria. Questa infatti presenta lo svantaggio di non considerare la contiguità rispetto ad altre regioni prossime a quella vicina, costruendo una scala di prossimità dall'unità contigua a quella più lontana. Questo problema viene generalmente risolto introducendo matrici di distanze al posto di quelle di contiguità binaria, In questi casi quindi w_{ij} potrà essere, per esempio, l'inverso della distanza dei centri geografici delle unità spaziali. Tale distanza potrà essere espressa sia rispetto alla misura di distanza geografica lineare o stradale sia in termini di distanza temporale, in relazione ai tempi di viaggio. La matrice sarà quindi più complessa, perché piuttosto che valori binari (0,1) attribuirà ad ogni coppia di regioni un valore presumibilmente differente.

3.3) I PRINCIPALI TEST UNIVARIATI SPAZIALI LOCALI E GLOBALI

Esiste in letteratura un'ampia selezione di *test* per la verifica della presenza di autocorrelazione spaziale. Tali *test* possono essere utilmente suddivisi in due gruppi: indicatori globali e indicatori locali di interdipendenza spaziale. Nel primo gruppo il più importante è l'indicatore *I* di Moran, nel secondo il LISA (*Local Indicator of Spatial Association*).

L'indicatore *I* di Moran è dato dalla seguente espressione:

$$I = \frac{N}{S} \frac{\sum_{ij} w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

dove x_i rappresenta la variabile che descrive il fenomeno oggetto di studio nella regione i , \bar{x} rappresenta il valore medio campionario, w_{ij} sono i pesi della matrice W e N è la dimensione del campione, e dove $S = \sum_i \sum_j w_{ij}$

Per un numero di osservazioni N molto grande la *I di Moran* standardizzata $Z(I)$ si distribuisce come una normale $N(0, 1)$, in questo caso un valore non significativo di $Z(I)$ porterà a rifiutare l'ipotesi nulla di indipendenza spaziale, mentre un valore significativo (positivo o negativo) ci informerà sulla direzione di questa dipendenza (positiva o negativa). In altre parole se la *I di Moran* è positiva (negativa) e significativa dimostra una dipendenza spaziale positiva (negativa) tra regioni vicine della variabile studiata.

In riferimento alla statistica *I* di Moran è possibile associare un grafico che fornisce informazioni complementari e integrative. Si tratta del Moran *Scatterplot* che riporta in un grafico cartesiano sull'asse delle ascisse la variabile x normalizzata e su quello delle ordinate il ritardo spaziale di detta variabile (W_x) anch'esso normalizzato.

La I di Moran è rappresentata dal coefficiente angolare della relazione lineare tra le due variabili riportate sugli assi del Moran *Scatterplot*. Se quindi i punti sono distribuiti fra i quattro quadranti avremo assenza di correlazione (il coefficiente angolare è zero). Se invece esiste una chiara relazione, il Moran *Scatterplot* potrà essere utilizzato per distinguere diverse tipologie di correlazione spaziale. Se, infatti, i punti sono per lo più nel primo e nel terzo quadrante avremo correlazione positiva e potremo distinguere fra quei casi (nel primo quadrante) dove la relazione si stabilisce per valori alti sia di x (la regione i) che di W_x (le regioni limitrofe a i), si parla in questo caso di relazione Alto-Alto, e quelli dove (nel terzo quadrante) i valori sono entrambi bassi dando luogo a una relazione di tipo Basso-Basso. Se la concentrazione dei punti è maggiore nei due altri quadranti la correlazione è negativa. Inoltre per i punti riportati sul quarto quadrante avremo associati bassi valori di x e alti valori di W_x (relazione Basso-Alto) e, viceversa, nel secondo quadrante⁶¹.

Il Moran *Scatterplot* ha il grande vantaggio di trasferire un indicatore medio valido per un insieme di regioni su un grafico che consente di distinguere le regioni rispetto a diversi tipi di interdipendenza. In questa direzione è spesso utile associare a questo indicatore globale e alla sua rappresentazione grafica anche un indicatore di autocorrelazione locale, in grado cioè che di misurare l'interdipendenza per ognuna delle regioni in esame.

Il LISA (*Local Indicator of Spatial Association*) consente in modo efficace di associare ad ogni unità territoriale una misura del livello di associazione spaziale rispetto alle unità confinanti. Ovviamente si assume che la somma dei diversi LISA per ciascuna regione sia proporzionale alla corrispondente misura globale. L'indicatore solitamente utilizzato come LISA è lo stesso I di Moran calcolato a livello locale i . L'espressione che caratterizza I_i è la seguente:

$$I_i = \frac{z_i}{\sum_j z_j^2} \frac{1}{N} \sum_{j \in J_i} w_{ij} z_j$$

dove z_i è il valore corrispondente alla regione i della variabile già normalizzata e J_i è l'insieme delle regioni vicine a i . Anche in questo caso l'ipotesi nulla è l'assenza di autocorrelazione spaziale per cui se il test, che si distribuisce come una normale standardizzata, ha valori significativamente positivi, avremo un *cluster* di regioni con caratteristiche simili. Viceversa, valori significativamente negativi indicheranno un *cluster* di regioni diversificate. In altre parole, per ogni unità territoriale sarà possibile indicare il tipo di correlazione (negativa o positiva) e il suo livello di significatività.

⁶¹ Per un approfondimento confronta con Atzeni, Dettori e Usai (Atzeni, Dettori, & Usai, 2004).

3.4) I PRINCIPALI MODELLI SPAZIALI DI REGRESSIONE LINEARE

La specificazione generale di un modello di regressione spaziale, in cui le osservazioni sono disponibili per unità spaziali *cross-section* in un unico istante temporale, parte dalla seguente espressione:

$$y = \rho W_1 y + X\beta + \varepsilon$$

$$\varepsilon = \lambda W_2 \varepsilon + \eta$$

dove β è un vettore $K \times 1$ di parametri associati alle variabili esplicative X (matrice $N \times K$), ρ è il coefficiente della variabile dipendente ritardata spazialmente, il termine di errore η è distribuito normalmente con una matrice di covarianza diagonale degli errori O che permette l'eteroschedasticità, con $O_{ij} = h_i(z\alpha)$, dove h rappresenta una costante e z una funzione di $P+1$ variabili esogene α .

Le due matrici $N \times N$, W_1 e W_2 , sono le matrici standardizzate dei pesi spaziali, associate rispettivamente al processo spaziale autoregressivo nella variabile dipendente e nel termine d'errore; questo consente che si possa esplicitare una differente struttura spaziale che guida i due processi. Il modello ha di conseguenza $3+K+P$ parametri indeterminati. In forma vettoriale:

$$\theta = [\rho, \beta', \lambda, \rho^2, \alpha']$$

Diversi modelli spaziali derivano da questo quando un elemento del vettore precedente è posto uguale a zero. In particolare, le seguenti situazioni corrispondono ai modelli spaziali autoregressivi tradizionali presenti in letteratura:

- 1) Per $\lambda = \rho = \alpha = 0$ ($P+2$ restrizioni)

$$y = X\beta + \varepsilon$$

Il modello di regressione lineare senza effetti spaziali;

- 2) Per $\lambda = \alpha = 0$ ($P+1$ restrizioni)

$$y = \rho W_1 y + X\beta + \varepsilon$$

Il modello autoregressivo (*Spatial LAG Model*), che è l'equivalente di un modello di serie temporali dove la variabile oggetto di studio y è correlata con la sua espressione ritardata. In questi casi si parla di "autocorrelazione sostanziale"⁶² e la sua soluzione è l'inclusione della variabile omessa;

- 3) Per $\rho = \alpha = 0$ ($P+1$ restrizioni)

⁶² Confronta con (Anselin, 1988), Cit.

$$y = X\beta + (I - \lambda W_2)^{-1} \mu$$

Il modello ha disturbi spaziali autoregressivi (*Spatial ERROR model*), ovvero quando l'autocorrelazione è presente solo nel termine di errore.

Tale modello è caratterizzato dalla presenza di una variabile esogena spazialmente ritardata tra i regressori, W_x , e per una serie di vincoli non lineari imposti sui coefficienti;

4) Per $\alpha=0$ (P restrizioni)

$$y = \rho W_1 y + X\beta + (I - \lambda W_2)^{-1} \mu$$

Il modello è autoregressivo spaziale con disturbi autocorrelati, che è la combinazione dei due precedenti.

La dipendenza spaziale nei vari modelli autoregressivi appare molto simile alla più nota dipendenza temporale. Di conseguenza, potremmo aspettarci che le proprietà degli stimatori OLS rimangano valide anche nel caso di modelli con la dipendente ritardata spazialmente o con residui autocorrelati, ma ciò non si verifica, probabilmente a causa della natura multidirezionale della dipendenza dello spazio.

Nell'econometria classica, gli stimatori OLS rimangono consistenti anche in seguito all'introduzione della variabile dipendente ritardata, a condizione che il termine d'errore non sia autocorrelato. Di conseguenza, sebbene le proprietà dello stimatore risultino inficcate per piccoli campioni, esso può continuare ad essere utilizzato per l'inferenza asintotica su grandi campioni. Per i modelli autoregressivi spaziali questo risultato non è valido, qualunque siano le proprietà dei residui. Diversamente dal caso delle serie storiche, infatti, il termine di ritardo spaziale W_y è correlato con i disturbi anche quando questi sono variabili casuali identicamente e indipendentemente distribuite (*i.i.d.*). In sostanza il ritardo spaziale della variabile dipendente deve essere sempre considerato una variabile endogena e la stima OLS risulta essere inadeguata perché produce stimatori distorti e inconsistenti. L'alternativa agli stimatori OLS è rappresentata dalla stima di Massima Verosimiglianza (MLE).

Gli stimatori MLE sono ottenuti dalla massimizzazione del logaritmo della funzione di verosimiglianza ricavata dal modello spaziale specificato sotto l'assunzione di normalità per la distribuzione degli errori. Le classiche proprietà dello stimatore MLE (non distorsione, efficienza e normalità asintotica) sono valide per i modelli che includono la dipendente ritardata spazialmente, sotto determinate condizioni⁶³. Un ulteriore requisito, importante per la

⁶³ Queste riguardano l'esistenza della funzione di verosimiglianza per i valori dei parametri considerati; la derivabilità continua di questa funzione (fino al secondo e terzo ordine); l'esistenza di derivate parziali finite;

specificazione della dipendenza ed eterogeneità spaziale, è che il numero di parametri sia fisso ed indipendente dal numero delle osservazioni⁶⁴.

Dato il diffuso utilizzo dell'approccio MLE nella stima dei modelli spaziali, anche la maggior parte dei *test* delle ipotesi per i parametri di questi modelli si basano su considerazioni asintotiche. In letteratura sono stati analizzati principalmente tre *test*: il Wald (W), il Likelihood Ratio (LR) e il Lagrange Multiplier (LM).

La maggior parte dei *test* delle ipotesi possono essere espressi come test sulle funzioni dei parametri del modello:

$$H_0 : g(\theta) = 0$$

$$H_1 : g(\theta) \neq 0$$

Dove g è una funzione matriciale degli elementi del vettore dei parametri θ . In generale g include test sulla significatività dei singoli coefficienti, diventando un vettore che assume valore 1 in corrispondenza del coefficiente considerato, e 0 negli altri casi.

Nel modello spaziale generale si indaga sulla significatività di entrambi i processi autoregressivi (con $H_0 : \rho = 0$, o $H_0 : \lambda = 0$), sui parametri regressivi β , e sulla presenza di eteroschedasticità (con $H_0 : \alpha = 0$).

In generale i tre *test* si basano su diverse misure della differenza tra una stima non ristretta e una stima ristretta che soddisfa le restrizioni imposte dall'ipotesi nulla. Per esempio, se si suddivide un vettore di parametri θ in $\theta' = [\theta_1' | \theta_2']$, l'ipotesi nulla può assumere la forma:

$$H_0 : \theta_1 = 0$$

Una stima ristretta (θ_R) consiste nello stimare θ_2 , con tutti i parametri in θ_1 nulli, la stima non ristretta è invece il vettore completo θ . I *test* si basano sulla misura della differenza tra le due. Se questa differenza è elevata non si può assumere che le restrizioni siano valide, per cui si rifiuta l'ipotesi nulla. La maniera in cui i *test* misurano la differenza tra la stima ristretta e non ristretta ha implicazioni per il tipo di stima che è necessario effettuare: per il test Wald è necessario il modello completo, cioè sono utilizzati i parametri non ristretti; per il test LM il punto di partenza sono i coefficienti non ristretti, e dunque il modello è stimato in una specificazione più semplice con l'imposizione dell'ipotesi nulla; per il test LR, invece, sono necessarie entrambe le specificazioni.

l'esistenza, positività e non singolarità della matrice di covarianza. Per una dimostrazione formale si veda (Bates & Whites, 1985).

⁶⁴ Questo è per evitare il cosiddetto "incidental parameter problem", che rappresenta un problema comune nei modelli spazio-temporali.

La procedura più conosciuta è il test Wald, espresso nella sua forma più generale come:

$$W = g'[G'VG]^{-1}g$$

dove g è un vettore $q \times 1$ dei valori ottenuti da una stima ristretta MLE, G è una matrice $(3+K+P) \cdot q$ di derivate parziali per i parametri stimati, V è la matrice della varianza asintotica stimata, di dimensioni $3+K+P$.

Il test LR è basato sulla differenza fra il *log-likelihood* per il modello generale e quello ristretto. Se il parametro soddisfa il vincolo allora la funzione di verosimiglianza dovrebbe assumere valori che non differiscono significativamente tra loro in corrispondenza dello stimatore ristretto e non ristretto:

$$LR = 2[L(\theta) - L(\theta_R)]$$

Il test LM è basato su un approccio di ottimizzazione, cioè è calcolato sulle condizioni del primo ordine per la massimizzazione di una funzione lagrangiana sul *log-likelihood*:

$$f = L(\theta) + \eta'g(\theta)$$

dove f è la lagrangiana, L è il *log-likelihood*, η è un vettore di moltiplicatori di Lagrange che corrisponde alle restrizioni q . La statistica del test è basata, quindi, o sugli stimatori del moltiplicatore o sullo *score* valutato in corrispondenza dello stimatore ristretto. Se le restrizioni che imponiamo sono vere il vettore di moltiplicatori di Lagrange sarà nullo, questo significa che anche lo *score* valutato in corrispondenza della stima ristretta è nullo.

Tutti i tre *test* presentati sono asintoticamente distribuiti come un χ^2 con q gradi di libertà, dove q rappresenta il numero di restrizioni.

È interessante osservare che la validità dei *test* sulla dipendenza spaziale per piccoli campioni non è del tutto inficiata dai problemi tipici degli *small samples* nelle indagini econometriche.

Viene infatti dimostrato prima da Anselin e Rey (Anselin & Rey, 1991) e poi da Anselin e Florax (Anselin & Florax, 1994), i quali hanno condotto un'analisi Monte Carlo su 8 principali *test* diagnostici sulla presenza di dipendenza spaziale in piccoli e grandi campioni, che il Test I di Moran ed il Test LM in modelli *Spatial Lag* conducono a risultati consistenti anche nell'analisi di piccoli campioni.

3.5) UN'APPLICAZIONE EMPIRICA SULLA SERIE A ITALIANA

L'indagine è stata condotta sulle 20 imprese partecipanti al campionato di Serie A italiano nella stagione 2007-2008. Gli effetti spaziali sono stati incorporati attraverso una matrice di pesi basata sulle distanze, tale misura è ottenuta dalla distanza stradale espressa in

km tra i centri di ogni città sede dell'impresa, ricavata dal *software* ViaMichelin Versione 4, come riportato nella Tabella 23 in Appendice. Tale matrice è stata opportunamente standardizzata sostituendo ogni valore con l'inverso del quadrato della distanza.

L'obiettivo dell'analisi è verificare la presenza o meno di dipendenza spaziale come una delle determinanti dei livelli di efficienza in *cluster* di imprese. I risultati di efficienza globale (ETOT) ottenuti con il modello DEA CRS di cui alla Tabella 4 dipendono evidentemente dai risultati di "efficienza sportiva" (PUNTI) mostrati in Tabella 6 e da quelli di "efficienza economica" (EFIN) proposti in Tabella 7: partendo da un semplice modello di regressione, ed incorporandovi gli effetti spaziali tramite la matrice delle distanze standardizzata per righe, si vuole verificare l'esistenza di dipendenza spaziale tra le imprese relativamente ai regressori utilizzati secondo la relazione:

$$ETOT = \alpha_1 + \alpha_2 EFIN + \alpha_3 PUNTI + \varepsilon$$

Di conseguenza si valuterà se la distanza spaziale tra le imprese comporta modelli di efficienza economica e/o sportiva diffusa tra le imprese, offrendo un'ulteriore strumento di valutazione al *policy-maker* al fine di adottare i provvedimenti più idonei per l'ottimizzazione dell'efficienza dell'industria.

3.5.1) I RISULTATI OTTENUTI

I risultati presentati sono stati ottenuti utilizzando il *software* STATA10.

L'utilizzo della stima OLS per la stima del modello enunciato sopra conduce ai risultati riportati nella Tabella 15:

Tabella 15: Stima OLS Parametri di Efficienza

	Stima OLS			
R-squared	0.564			
ETOT	Coeff.	Robust Std.Err.	t	P> t
EFIN	0.617	0.149	4.14	0.001
PUNTI	-0.325	0.176	-1.85	0.082
_cons	52.305	18.828	2.78	0.013

Il coefficiente stimato EFIN è fortemente significativo, mentre il coefficiente PUNTI presenta una significatività ad un livello fissato al 10%, l'R-quadro mostra che la regressione ha un buon potere esplicativo. Il dato interessante è il segno del coefficiente PUNTI, che è negativo: ciò dimostra ulteriormente quanto scritto nel capitolo precedente a proposito

dell'analisi di efficienza condotta, ovvero che il raggiungimento del risultato sportivo comporta degli squilibri economici tali da ripercuotersi negativamente sul risultato globale.

Il tradizionale *test* per la presenza di autocorrelazione nel termine di errore è basato sull'*I* di Moran calcolato per i residui della regressione OLS, che come mostrato in Tabella 16 è significativo ad un livello del 10%, indicando che probabilmente almeno uno dei regressori utilizzati determina dipendenza spaziale tra le imprese.

Tabella 16: Test *I* di Moran - Residui OLS

	Moran's I				
Variables	I	E(I)	sd(I)	z	p-value*
res_ols	-0.219	-0.053	0.126	-1.319	0.094
*1-tail test					

Per correggere le stime OLS viene presentato il modello autoregressivo *Spatial Lag* con la variabile dipendente ETOT ritardata spazialmente, i risultati ottenuti sono presentati in Tabella 17:

Tabella 17: Stima MLE del *Lag Model*

	Spatial Lag Model				
Log likelihood	-77.783				
Squared corr.	0.658				
Wald Test of rho=0	Chi2 (1) = 4.267 (0.039)				
LM Test of rho=0	Chi2 (1) = 3.465 (0.063)				
ETOT	Coeff.	Robust Std.Err.	z	P> z 	
efin	0.702	0.111	6.35	0	
punti	-0.219	0.146	-1.5	0.133	
_cons	77.242	25.938	2.98	0.003	
rho	-0.473	0.229	-2.07	0.039	

Il regressore che determina dipendenza spaziale è EFIN, che rimane fortemente significativo a fronte del regressore PUNTI che non lo è. Il Wald Test è significativo, ed è accettabile ad un livello del 10% anche la significatività del Test LM, particolarmente utile nel caso di piccoli campioni (come abbiamo visto nei paragrafi precedenti).

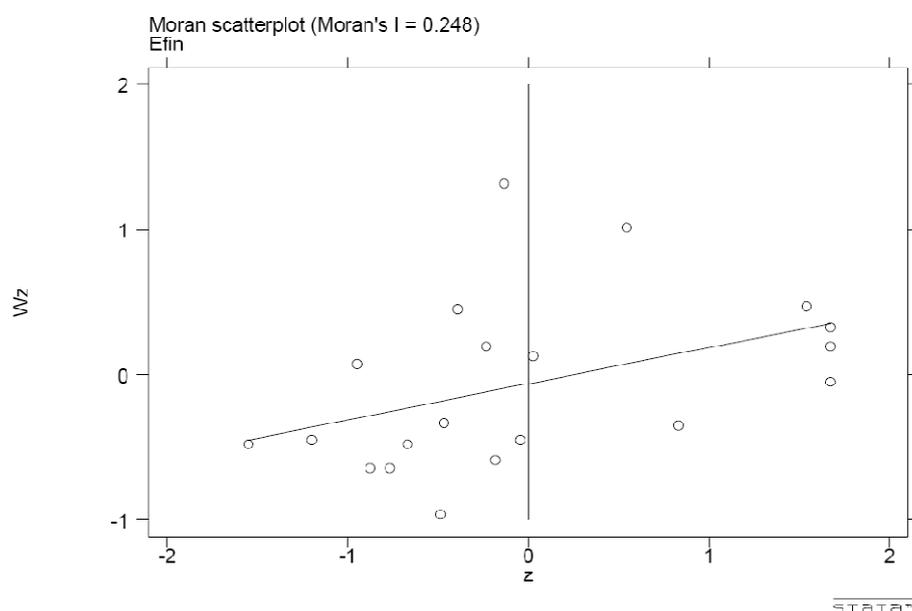
A conferma dei risultati ottenuti è stato effettuato il Test I di Moran sulla variabile EFIN, i risultati ottenuti sono proposti in Tabella 18:

Tabella 18: Test I di Moran: EFIN

Variables	Moran's I				
	I	E(I)	sd(I)	z	p-value*
EFIN	0.248	-0.053	0.130	2.311	0.010
*1-tail test					

Il p -value è fortemente significativo, a conferma della presenza di dipendenza spaziale. Dal *Moran Scatterplot* della variabile EFIN mostrato in figura 12, è possibile rilevare il tipo di relazione tra le imprese, osservando dal segno del coefficiente che si tratta di correlazione positiva:

Figura 12: Moran Scatterplot EFIN



La relazione principale è quella Basso-Basso, presente in 9 imprese, seguita dalla relazione Alto-Alto registrata in 6 imprese. Si ricorderà a tal proposito che la I di Moran non è altro che il coefficiente angolare della retta di regressione tra le variabili riportate negli assi cartesiani, ovvero la variabile z (EFIN normalizzata) ed il ritardo spaziale W_z della variabile normalizzata.

Nella Tabella 19 sono riportati i valori del Test I di Moran a livello locale, al fine di evidenziare l'esistenza di un *cluster* di imprese in cui il modello gestionale è condiviso e determinato da effetti spaziali:

Tabella 19: Local Indicator of Spatial Autocorrelation

Moran's I (EFIN)					
Club	Location	li	sd (li)	z	p-value*
Inter	1	0.778	0.513	1.619	0.053
Roma	2	-0.047	0.219	0.024	0.491
Juventus	3	0.521	0.291	1.969	0.024
Fiorentina	4	-0.186	0.675	-0.197	0.422
Milan	5	0.336	0.513	0.757	0.225
Sampdoria	6	0.564	0.22	2.798	0.003
Udinese	7	0.165	0.156	1.389	0.082
Napoli	8	0.571	0.276	2.262	0.012
Atalanta	9	0.495	0.512	1.07	0.142
Genoa	10	0.022	0.22	0.337	0.368
Palermo	11	-0.186	0.59	-0.226	0.411
Lazio	12	0.339	0.219	1.787	0.037
Siena	13	-0.069	0.409	-0.041	0.484
Cagliari	14	-0.091	0.398	-0.095	0.462
Torino	15	0.594	0.291	2.223	0.013
Reggina	16	0.763	0.563	1.449	0.074
Catania	17	0.581	0.563	1.126	0.13
Empoli	18	-0.306	0.64	-0.396	0.346
Parma	19	0.113	0.234	0.709	0.239
Livorno	20	0.003	0.448	0.125	0.45
*1-tail test					

Sono 5 le imprese per le quali il coefficiente è significativo al livello del 5%, Juventus, Sampdoria, Napoli, Lazio e Torino, cui si aggiungono Inter, Udinese e Reggina con significatività al 10%.

Dal confronto con i valori di efficienza proposti in Tabella 7, è possibile rilevare due *cluster* di imprese in cui gli effetti di autocorrelazione spaziale hanno determinato politiche gestionali e, di conseguenza, valori di efficienza simili: il primo gruppo è situato nel Nord-Italia ed è formato da Inter, Juventus, Sampdoria e Torino, in cui i risultati di efficienza media si attestano intorno al 50% rispetto alla frontiera efficiente; il secondo gruppo è situato nel Centro-Sud Italia, ed è composto da Lazio, Napoli e Reggina, tutte efficienti o quasi rispetto alla frontiera

di produzione. Da notare che il segno dei coefficienti β_i è in tutti i casi positivo, segnalando correlazione positiva. Nonostante la vicinanza geografica sembrano non godere di effetti di *spillovers* territoriali le restanti 13 imprese, in cui spiccano i casi di Roma, Milan e Genoa dal momento che i *club* appartenenti alla stessa città (nell'ordine Lazio, Inter e Sampdoria) presentano effetti di dipendenza spaziale.

Evidentemente, l'accesa rivalità "cittadina" nei *derby* tra questi club non consente la generazione di forme di interazione spaziale; ecco come, ancora una volta, emerge la natura multipla del bene calcio, in questo caso relativamente all'aspetto "relazionale". È possibile anche che esista una forma di "limite di capacità" territoriale, nel senso che le risorse a disposizione tendono a concentrarsi soltanto in un'impresa piuttosto che suddividersi tra le imprese insediate nello stesso luogo.

Non stupisce invece l'assenza di autocorrelazione spaziale per i *club* situati nelle isole maggiori, Palermo, Catania e Cagliari, in cui l'elevata distanza dalle altre imprese non consente di instaurare relazioni territoriali che determinano i livelli di efficienza.

In Tabella 20 si riportano i risultati ottenuti con la stima MLE del modello con dipendenza spaziale nei residui (*ERROR Model*). Tali risultati sono proposti per completezza di analisi in quanto, come specificato da (Anselin & Florax, 1994), il Test LM sull'*ERROR Model* in piccoli campioni può risultare distorto.

Tabella 20: Stima MLE dell'*Error Model*

Spatial Error Model				
Log likelihood	-77.593			
Squared corr.	0.551			
Wald Test of lambda=0	Chi2 (1) = 6.417 (0.011)			
LM Test of lambda=0	Chi2 (1) = 2.162 (0.141)			
ETOT	Coeff.	Robust Std.Err.	z	P> z
efin	0.614	0.101	6.07	0.000
punti	-0.137	0.139	-0.99	0.322
_cons	42.877	12.006	3.57	0.000
Lambda	-0.791	0.312	-2.53	0.011

La variabile EFIN rimane significativa e con segno positivo, al contrario della variabile PUNTI che non è significativa e presenta segno negativo. Il valore di *lambda* è fortemente significativo, a dimostrazione della presenza di autocorrelazione spaziale nel termine di errore,

tuttavia il relativo Test LM non risulta significativo ma, come detto sopra, potrebbe trattarsi di un problema di *small sample*.

Un metodo alternativo per la stima di un modello con errori autocorrelati è rappresentato dal metodo Durbin. Questo equivale all'applicazione delle tecniche MLE in un modello che include, oltre alla dipendente, tutte le variabili esplicative ritardate spazialmente. Dal momento che in questo caso il Test LM viene effettuato sui ritardi e non sugli errori, riusciamo con questo artificio a proporre una stima non distorta del test LM e della significatività dei coefficienti stimati in un modello con errori autocorrelati. I risultati ottenuti sono proposti in Tabella 21:

Tabella 21: Durbin Test

Spatial Lag Model				
Log likelihood	-77.096			
Squared corr.	0.690			
Wald Test of rho=0	Chi2 (1) = 2.687 (0.101)			
LM Test of rho=0	Chi2 (1) = 1.061 (0.303)			
ETOT	Coeff.	Robust Std.Err.	z	P> z
efin	0.654	0.116	5.63	0.000
punti	-0.141	0.149	-0.95	0.342
wx_efin	0.535	0.279	1.91	0.056
wx_punti	0.502	0.632	0.79	0.427
_cons	24.732	67.643	037	0.715
rho	-0.597	0.364	-1.64	0.101

L'inserimento di tutte le variabili esplicative ritardate spazialmente sembra risolvere il problema dell'autocorrelazione spaziale tra le variabili: infatti il test LM presenta una probabilità maggiore rispetto al medesimo test posto sul *Lag Model* classico con la sola dipendente ritardata spazialmente. I risultati del Test Durbin sono congruenti con quelli ottenuti con la stima MLE del *Lag Model*, la variabile esplicativa *wx_efin* (che è il ritardo spaziale della variabile *efin*) rimane significativa al livello del 10% ed il coefficiente ha segno positivo, anche la variabile ritardata sui punti, *wx_punti*, continua a risultare non significativa.

In conclusione, possiamo affermare che l'analisi spaziale condotta sul *data set* di imprese considerato comporta un'importante riflessione: i modelli di comportamento che determinano le politiche gestionali delle imprese, e di conseguenza i relativi livelli di

efficienza, sembrano dipendere da fattori territoriali. In particolare, sembra che l'efficienza economico-finanziaria delle principali imprese italiane operanti nell'industria del calcio dipenda non soltanto dalle scelte di efficienza tecnica e/o allocativa mostrate nel precedente capitolo, ma anche da effetti spaziali che determinano il formarsi di veri e propri *cluster*/distretti di imprese, che condividono il modello gestionale e sfruttano gli *spillovers* da imprese geograficamente più vicine, determinando risultati di efficienza simili. Queste considerazioni offrono lo spunto per indicare nuovi strumenti di intervento al *policy-maker*, basati sugli effetti di apprendimento delle tecniche produttive di *cluster* di imprese localizzate geograficamente, in quanto è dimostrato empiricamente che gli effetti di efficienza rilevati in imprese di una determinata area geografica si ripercuotono sull'efficienza delle imprese di aree limitrofe. In particolare è interessante rilevare che i risultati finanziari presentano una maggiore correlazione spaziale rispetto a quelli sportivi, evidenziando come la presenza di *spillovers* territoriali sia maggiormente riconducibile ad effetti riguardanti capacità manageriali condivise piuttosto che metodologie e tecniche che determinano una maggiore efficienza sportiva.

CONCLUSIONE

Questa tesi si è posta il fondamentale obiettivo di indagare sui fenomeni sottesi alla determinazione di determinati livelli di efficienza nell'industria calcio.

A tal fine nel primo capitolo si è analizzata la natura “multipla” del bene calcio, inteso come bene di mercato e come bene relazionale, mostrando che il comportamento delle imprese del settore dipende sia dalla prevalenza di una delle due “anime” sull'altra sia dalla massimizzazione di funzioni obiettivo differenti tra *top club* e *small club*.

Nel secondo capitolo è stata effettuata una duplice analisi di efficienza della frontiera di produzione, una deterministica attraverso la metodologia della DEA, l'altra stocastica utilizzando la tecnica della SFA. I principali risultati ottenuti mostrano che esiste una sorta di correlazione negativa tra l'ottenimento della performance sportiva e della stabilità economica, evidenziando come l'efficienza tecnica “pura” nella gestione manageriale delle risorse a disposizione sia diffusamente elevata tra i *team* ai primi posti della classifica finale del campionato, mostrando dunque che la loro inefficienza complessiva dipende dalla dimensione della scala produttiva, decisamente sovradimensionata rispetto ai risultati raggiunti in termini di output.

Nel terzo capitolo si è indagato sulla presenza di *spillovers* territoriali che contribuiscono alla determinazione di una *performance* differente tra le imprese in termini di efficienza produttiva. I risultati mostrano che gli effetti spaziali contribuiscono, in particolare, al raggiungimento dell'efficienza finanziaria piuttosto che quella sportiva, ed evidenziano la formazione di due *cluster* di imprese geograficamente prossime che presentano livelli di efficienza simili.

Sulla base dei risultati ottenuti, quali dovrebbero essere gli obiettivi di una qualsivoglia politica economica per il mondo del calcio?

In primo luogo, sarebbe auspicabile una riorganizzazione dei campionati professionistici. Una rinnovata e migliore organizzazione dei campionati professionistici non può non partire dalla considerazione che sia le squadre sia i tifosi sono eterogenei. Si è detto infatti che tra le squadre presenti in un campionato può esistere un'asimmetria negli incentivi. Facendo tesoro dell'impostazione presentata da Sloane è chiaro che tale asimmetria si basa in primo luogo sulle differenti motivazioni che sottendono alle decisioni di investimento dei proprietari delle squadre. Nel contempo, si consideri il fatto che il sistema europeo di regolamentazione dei campionati con promozioni e retrocessioni tende ad aumentare l'asimmetria tra le squadre di una stessa lega. Si pensi ad esempio al fatto che l'attuale organizzazione dei campionati di stampo europeo e di alcuni tra i più importanti tornei internazionali può creare uno

sbilanciamento a favore di uno o più concorrenti minando in ultima analisi l'equilibrio della competizione. Esiste, infatti, una sfasatura temporale tra risultati conseguiti in una determinata stagione e il conseguimento di un determinato ammontare di profitti. La posizione in classifica conseguita alla fine di una stagione determina a quali competizioni la squadra parteciperà nella stagione successiva e, quindi, il suo reddito atteso. Vincendo il campionato di serie A (o piazzandosi nelle primissime posizioni) si partecipa alla *Champions League*. Questo chiaramente modifica l'utilità attesa delle squadre partecipanti al campionato. Banalmente, nelle ultime giornate di campionato l'asimmetria negli incentivi tra le squadre in corsa per la *Champions League*, le squadre che lottano per non retrocedere e le squadre che non hanno più nulla da chiedere al campionato influenzano in maniera importante il grado di equilibrio della competizione. Pertanto, anche immaginare una nuova modalità di fissazione degli incentivi monetari legati alla *performance* potrebbe garantire un migliore equilibrio della competizione. In particolare, è a mio parere necessario implementare un sistema di premi monetari da assegnare per la vittoria di ogni partita o comunque per ogni punto realizzato (premi quindi legati alla *performance*). In maniera semplice, una misura di questo tipo tende a far convergere l'obiettivo di massimizzazione dei profitti con l'obiettivo di massimizzare il numero di vittorie, di conseguenza l'eterogeneità tra le squadre tenderebbe a ridursi. È chiaro che, date le dotazioni di partenza, la convergenza non potrà mai essere perfetta, ciò nonostante l'asimmetria negli obiettivi potrebbe ridursi. Questo tipo di soluzione è particolarmente utile nel momento in cui si considera l'asimmetria strutturale di motivazioni delle squadre rispetto alla strategia da adottare, così come analizzato da Sloane. Se infatti non è possibile intervenire sugli incentivi non-monetari delle singole squadre è, viceversa, possibile intervenire su quelli monetari rendendo più efficiente l'allocatione del talento e migliorando di conseguenza l'equilibrio della competizione.

Una seconda indicazione di *policy* nasce più direttamente dall'importanza relazionale del calcio. Si è detto, infatti, che il soddisfacimento di bisogni relazionali consente di raggiungere un livello di *well-being* più elevato. Il fine di un *well-being* superiore è realizzabile investendo nei luoghi laddove nascono, si articolano e si strutturano i beni relazionali e quindi, in primo luogo, nella famiglia e nella scuola. In termini pratici, una maggiore attenzione alle dimensioni dilettantistiche e giovanili del calcio è un ulteriore obiettivo concreto di politica economica misurabile e perseguibile. Il sostegno al calcio non deve comunque esclusivamente seguire la pratica tipica del trasferimento di risorse a un numero individuato di organizzazioni sportive, ma deve mirare al sostegno, alla partecipazione e all'inclusione di individui e organizzazioni che praticano la relazionalità in seno a organizzazioni sportive. Ciò comporterebbe da un lato,

per le società professionistiche, poter attingere nel territorio a risorse da valorizzare, salvaguardando l'equilibrio di bilancio e puntando al successo nelle competizioni sportive, d'altra parte dal punto di vista del *well-being* della società si incentiverebbero comportamenti virtuosi, tipici della pratica sportiva, tali da alimentare il benessere della persona.

In terzo luogo, l'analisi di efficienza condotta mostra che il vero problema delle società di calcio, per il raggiungimento dei loro obiettivi, è la riduzione degli input immessi nel processo produttivo a fronte del mantenimento di un adeguato volume d'affari. Con riferimento al primo problema sembrano inutili i tentativi di "americanizzazione" nella gestione delle leghe, tramite l'imposizione di modelli di *salary cap*. Il nodo da risolvere riguarda piuttosto l'imposizione di un prezzo massimo ai trasferimenti dei calciatori tra le imprese, ormai giunti a livelli spropositati, in quanto oggi tali prezzi determinano un'allocazione inefficiente delle risorse e fallimenti di mercato che determinano instabilità nell'equilibrio della competizione, minando la concorrenza a vantaggio dei *top club* che godono di posizioni di rendita monopolistica a discapito degli *small club*, dal momento che la capacità di indebitamento delle imprese più grandi dipende più da fenomeni riconducibili a *moral hazard* che da aspetti oggettivi di razionalità economica. L'imposizione di tetti ai trasferimenti probabilmente aiuterebbe le imprese nel raggiungimento degli standard fissati dalle norme dettate dall'Uefa in tema di *Financial Fair Play*. Per quanto attiene al problema del mantenimento di determinati livelli di fatturato, considerato che i ricavi principali di tali imprese sono quelli rivenienti dalle *pay-tv*, bisognerebbe centralizzare la vendita dei diritti alla lega di appartenenza piuttosto che ad ogni singolo *club*, ed al contempo determinare misure di partecipazione al *business* che tengano conto di indicatori di *performance*, sia economica che sportiva, al fine di mantenere l'equilibrio della competizione senza compromettere l'esistenza stessa dell'impresa.

Un'ultima indicazione utile giunge dall'analisi condotta sugli effetti spaziali, in cui è dimostrato che determinati risultati di efficienza ottenuti possono essere in parte spiegati dalla dipendenza spaziale tra le variabili, in particolare di quelle economiche a discapito delle variabili sportive. Possiamo distinguere *cluster* geografici di imprese che hanno perseguito strategie gestionali simili, evidentemente incorporando *spillovers* territoriali. L'esistenza di questi effetti porta alla riflessione secondo cui il *policy-maker* dovrebbe sostenere, a livello territoriale, il diffondersi delle migliori conoscenze che portano alla formazione di modelli efficienti.

Il presente lavoro costituisce una base di partenza per l'approfondimento delle tematiche relative al calcio come settore industriale, sia nell'aspetto normativo quanto in quello della ricerca accademica, ed ovviamente non può essere considerato esaustivo dei temi trattati. Nelle

possibili future estensioni del lavoro desidero infatti studiare i dati a disposizione anche dal punto di vista delle serie storiche, analizzando *panel* di imprese del settore ed utilizzando strumenti sia deterministici che parametrici. A tal fine potrebbe essere interessante il filone di ricerca introdotto da Simar e Wilson relativamente all'inferenza statistica dei coefficienti ottenuti con DEA; a tal proposito desidero partecipare al dibattito sulla valenza dei risultati così ottenuti, in particolare implementando tecniche di *bootstrapping* dei coefficienti. Inoltre per quanto attiene alle tematiche di econometria spaziale, ritengo possa essere interessante approfondire l'esistenza di legami territoriali tra imprese appartenenti a leghe di rango inferiore alla Serie A, ciò perché vorrei verificare le relazioni spaziali tra i piccoli centri di provincia rispetto, ad esempio, alle imprese rappresentative delle città capoluogo. Infine ritengo interessante l'ipotesi di prendere in considerazione, nelle stime di efficienza, variabili esplicative di tipo socio-economico, quali l'ammontare della popolazione o il livello di reddito per abitante residente, al fine di verificarne la significatività nell'analisi della frontiera di produzione ed incorporandone di conseguenza gli effetti nelle stime relative all'interdipendenza spaziale.

APPENDICE

Tabella 22: Stima MLE (2) - Matrice Covarianza

0.005	-0.002	-0.001	0.001	0.010
-0.002	0.005	-0.004	-1.863E-05	-0.002
-0.001	-0.004	0.005	4.111E-05	0.004
0.001	-1.863E-05	4.111E-05	2.263E-05	0.002
0.010	-0.002	0.004	0.002	0.166

Tabella 23: Matrice delle Distanze

	Inter	Roma	Juventus	Fiorentina	Milan	Sampdoria	Udinese	Napoli	Atalanta	Genoa	Palermo	Lazio	Siena	Cagliari	Torino	Reggina	Catania	Empoli	Parma	Livorno
Inter	0	574	141	302	0	144	370	771	52	144	1468	574	364	659	141	1252	1356	319	124	297
Roma	574	0	687	285	574	526	650	230	613	526	922	0	247	332	687	706	811	315	470	325
Juventus	141	687	0	414	141	171	512	871	183	171	1564	687	465	642	0	1348	1453	384	243	346
Fiorentina	302	285	414	0	302	258	381	474	344	258	1167	285	79	587	414	951	1056	32	202	92
Milan	0	574	141	302	0	144	370	771	52	144	1468	574	364	659	141	1252	1356	319	124	297
Sampdoria	144	526	171	258	144	0	505	712	198	0	1406	526	307	243	171	1190	1295	226	206	188
Udinese	370	650	512	381	370	505	0	840	337	505	1534	650	435	963	512	1318	1423	386	356	461
Napoli	771	230	871	474	771	712	840	0	802	712	714	230	436	548	871	497	602	503	659	541
Atalanta	52	613	183	344	52	198	337	802	0	198	1495	613	396	837	183	1279	1385	347	162	335
Genoa	144	526	171	258	144	0	505	712	198	0	1406	526	307	243	171	1190	1295	226	206	188
Palermo	1468	922	1564	1167	1468	1406	1534	714	1495	1406	0	922	1128	115	1564	238	209	1195	1351	1233
Lazio	574	0	687	285	574	526	650	230	613	526	922	0	247	332	687	706	811	315	470	325
Siena	364	247	465	79	364	307	435	436	396	307	1128	247	0	420	465	909	1014	94	250	154
Cagliari	659	332	642	587	659	243	963	548	837	243	115	332	420	0	642	350	321	558	699	498
Torino	141	687	0	414	141	171	512	871	183	171	1564	687	465	642	0	1348	1453	384	243	346
Reggina	1252	706	1348	951	1252	1190	1318	497	1279	1190	238	706	909	350	1348	0	129	981	1136	1019
Catania	1356	811	1453	1056	1356	1295	1423	602	1385	1295	209	811	1014	321	1453	129	0	1070	1226	1108
Empoli	319	315	384	32	319	226	386	503	347	226	1195	315	94	558	384	981	1070	0	205	62
Parma	124	470	243	202	124	206	356	659	162	206	1351	470	250	699	243	1136	1226	205	0	199
Livorno	297	325	346	92	297	188	461	541	335	188	1233	325	154	498	346	1019	1108	62	199	0

BIBLIOGRAFIA

- Adams, R., Berger, A., & Sickless, R. (1999). Semiparametric Approaches to Stochastic Panel Frontiers with Applications in the Banking Industry. *Journal of Business and Economics Statistics* , 17, 349-358.
- Aigner, D. J., & Chu, S. F. (1967). On Estimating the Industry Production Function. *The American Economic Review* , 58, 826-839.
- Aigner, D. J., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier models. *Journal of Econometrics* , 6, 21-37.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Anselin, L., & Florax, R. (1994). Small Samples Properties of Tests for Spatial Dependence in Regression Models: Some Further Results. *Research Paper 9414* , 11-31.
- Anselin, L., & Rey, S. (1991). Properties of test for spatial dependence in linear regression models. *Geographical Analysis* , 23, 112-131.
- Arora, S., & Brown, M. (1977). Alternative Approaches to Spatial Autocorrelation: An Improvement over Current Practice. *International Regional Science Review* , 2, 67-78.
- Arrow, K. J. (1962). The Economic implication of learning by doing. *The Review of Economics Study* , 29, 155-173.
- Atzeni, S., Dettori, B., & Usai, S. (2004). *L'Econometria per le Indagini Territoriali*. Cagliari: Quaderni di Lavoro - CUEC.
- Banker, R. D., & Natarajan, R. (2004). Handbook on Data Envelopment Analysis. In W. W. Cooper, L. Seiford, & J. Zhu, *Handbook on Data Envelopment Analysis* (p. 299-321). Norwell (MA): Kluwer Academic Publishers.
- Banker, R. D., Chang, H., & Chang, S. C. (2009). Statistical Test of Returns to Scale Using DEA. *Working Papers iDEAs* .
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science* , 30, 1078-1092.
- Barthel, F., & Wellbrock, C. M. (2010). Regional Competition and Knowledge Spillovers - Spatial Dependence in International Football Success. *Working Paper Series* , 5-14.
- Basile, G., Brunelli, M., & Cazzulo, G. (1997). *Le società di calcio professionistiche. Aspetti civilistici, fiscali e gestionali*. Roma: Buffetti Editore.
- Bates, C., & Whites, H. (1985). A Unified Theory of Consistent Estimation for Parametric Models. *Econometric Theory* , 1, 151-178.

- Battese, G., & Corra, G. S. (1977). Estimation of a Production Frontier Model: With Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics* , 21, 169-179.
- Bellandi, M. (2003). *Mercati, industrie e luoghi di piccola e grande impresa*. Bologna: Il Mulino.
- Bof, F., Montanari, F., & Baglioni, S. (2007). Il Calcio tra contesto locale ed opportunità globali. Il caso del Barcellona FC, Més que un Club. *Diritto ed Economia dello Sport* , 27-44.
- Boscà, J. E., Liern, V., Martinez, A., & Sala, R. (2009). Increasing offensive or defensive efficiency? An analysis of Italian and Spanish football. *The International Journal of Management Science* , 37, 63-78.
- Bruni, L. (2004). *L'Economia, la Felicità e gli altri*. Roma: Città Nuova.
- Byrnes, P., & Valdmanis, V. (1994). Analyzing technical and allocative efficiency of hospitals. In *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications* (p. 7, 129-144). Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Carmichael, F., & Thomas, D. (1995). Production and Efficiency in team sports: an investigation of rugby league football. *Applied Economics* , 27, 859-869.
- Caruso, R. (2006). Il Calcio tra Mercato, Relazioni e Coercizione. *Rivista di Diritto ed Economia dello Sport* , 4.1, 71-88.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring Efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research* , 2, 429-444.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Golany, B., Seiford, L. M., & Stutz, J. (1985). Foundation of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions. *Journal of Econometrics* , 30, 91-107.
- Clark, G. L., Feldman, M. P., & Gertler, M. S. (2000). *The Oxford Handbook of Economic Geography*. Oxford: Oxford University Press.
- Cliff, A., & Ord, J. (1981). *Spatial Processes, Models and Applications*. London: Pion.
- Coelli, T. (1996). *A Guide to DEAP Version 2.1: a Data Envelopment Analysis (computer) Program*. Armidale (Australia): CEPA Working Papers.
- Coelli, T. (1996). *A Guide to FRONTIER Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation*. Armidale (Australia): CEPA Working Papers.
- Coelli, T. J., Rao, P., & Battese, G. E. (1998). *An introduction to efficiency and productivity analysis*. Boston: Kluwer Academic.
- Commissione delle Comunità Europee. (2007). *White Paper on Sport*. Bruxelles.

- Dawson, P., Dobson, S., & Gerrard, B. (2000). Stochastic Frontier and the temporal structure of managerial efficiency in English soccer. *Journal of Sports Economics* , 1, 341-362.
- Debreu, G. (1951). The coefficient of resource utilization. *Econometrica* , 19, 273-292.
- Deloitte & Touch. (2010). *Deloitte Annual Review of Football Finance*.
- Einolf, K. W. (2004). Is Winning Everything?: A Data Envelopment Analysis of Major League Baseball and the National Football League. *Journal of Sports Economics* , 5, 127-151.
- Färe, R., Grabowski, R., & Grosskopf, S. (1985). Technical Efficiency of Philippine Agriculture. *Applied Economics* , 17, 205-214.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society* , A120, 253-281.
- Farrell, M. J., & Fieldhouse, M. (1962). Estimating efficient production functions under increasing return to scale. *Journal of Royal Statistic Society* , A125, 252-267.
- Fieller, E. C., Hartley, H. O., & Pearson, E. S. (1957). Tests for rank correlation coefficients. *Biometrika* , 44, 470-481.
- FIFA. (2006). *Big Count*. Zurigo: Fifa Communications Division.
- Fisher Box, J. (1987). Guinness, Gosset, Fisher, and Small Samples. *Statistical Science* , 2, 45-52.
- Fizel, J. L., & D'Itri, M. P. (1996). Estimating managerial efficiency: The case of college basketball coaches. *Journal of Sport Management* , 10, 435-445.
- Fried, H., Lambrinos, J., & Tyner, J. (2004). Evaluating the performance of professional golfers on the pga, lpga and spga tours. *European Journal of Operational Research* , 154, 548-561.
- Glaeser, E., Kallal, H., Scheikman, J., & Shleifer, A. (1992). Growth in Cities. *Journal of Political Economy* , 100, 1126-1152.
- Greene, W. H. (1993). The Econometric approach to efficiency analysis. In H. Fried, C. A. Lovell, & S. Schmidt, *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications* (p. 92-250). Oxford: Oxford University Press.
- Haas, D. J. (2003). Productive efficiency of English Football Teams: A Data Envelopment approach. *Managerial and Decision Economics* , 24, 403-410.
- Hadley, L., Poitras, M., Ruggiero, J., & Knowles, S. (2000). Performance Evaluation of National Football League teams. *Managerial and Decisions Economics* , 21, 63-70.
- Hoeffler, R. A., & Payne, J. E. (1997). Measuring efficiency in the National Basketball Association. *Economic Letters* , 55, 293-299.

- Kalirajan, K. P., & Shand, R. T. (1999). Frontier Production Functions and Technical Efficiency Measures. *Journal of Economic Surveys* , 13, 149-172.
- Koopmans, T. (1951). Efficient Allocation of Resources. *Econometrica* , 19, 455-465.
- Krugman, P. (1991). *Economic Geography and Trade*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kumbhakar, S. C., & Lovell, C. K. (2000). *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Lago, U., Baroncelli, A., & Szymanski, S. (2004). *Il Business del calcio*. Milano: Egea.
- Leibenstein, H., & Maital, S. (1992). Empirical estimation and partitioning of x-inefficiency: a data envelopment approach. *American Economic Review* , 82, 428-433.
- Loentgren, M. (1997). Generalized Stochastic Frontier Production Models. *Economics Letters* , 57, 255-259.
- Lovell, C. K. (1993). Production Frontier and Production Efficiency. In H. Fried, & C. A. Lovell, *The Measurement of Productive Efficiency: Techniques and Applications* (p. 3-67). Oxford: Oxford University Press.
- Lovell, C. K., Richardson, S., Travers, P., & Wood, L. (1994). *Resources and Functioning: a New View on Inequality in Australia*. Berlin: Springer-Verlag.
- Mann, H. B., & Whitney, D. R. (1947). On a Test of Whethet one of Two Random Variables is Stochastically Larger than the Other. *Annals of Mathematical Statistics* , 18, 50-60.
- Mardia, K. V., Kent, J. T., & Bibby, J. M. (1979). *Multivariate Analysis*. London: Academic Press.
- Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. London: MacMillan.
- Meeusen, W., & Van Den Broek, J. (1977). Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. *International Economic Review* , 18, 435-444.
- Moran, P. (1948). The Interpretation of Statistical Map. *Journal of Royal Statistical Society* , 10, 243-251.
- Neale, W. C. (1964). The Peculiar Economic of Professional Sport. A contribution to the theory of firm in sporting competition and in market competition. *Quarterly Journal of Economic* , 78, 1-14.
- Paelinck, J., & Klassen, L. (1979). *Spatial Econometrics*. Farnborough: Saxon House.
- Paelink, J. H., & Klaasen, L. H. (1979). *Spatial Econometrics*. Farnborough: Saxon House.
- Pestana Barros, C., & Leach, S. (2006). Analyzing the Performance of the English F.A. Premier League with an Econometric Frontier Model. *Journal of Sports Economics* , 7, 391-407.

- Pitt, M. M., & Lee, L. F. (1981). Measurement and Sources of Technical Inefficiency in the Indonesian Weaving Industry. *Journal of Development Economics* , 9, 43-64.
- Porter, P., & Scully, G. W. (1982). Measuring managerial efficiency: The case of baseball. *Southern Economic Journal* , 48, 642-650.
- Ray, S. C., & Desly, E. (1997). Productivity growth technical progress and efficiency change in Industrialised countries: a comment. *The American Economic Review* , 87, 1033-1039.
- Resti, A. (1996). Misurare l'efficienza delle banche: i concetti, le tecniche, l'applicazione a dati italiani. *Quaderni del dipartimento di Matematica, Statistica e Informatica - Università di Bergamo* .
- Rifkin, J. (2001). *L'era dell'accesso*. Milano: Mondadori.
- Romer, P. (1986). Increasing returns and long run growth. *Journal of Political Economy* , 94, 1002-1037.
- Rottenberg, S. (1956). The Baseball Players' Labor Market. *Journal of Political Economy* , 64, 242-258.
- Seiford, L. M., & Thrall, R. M. (1990). Recent developments in DEA: The mathematical programming approach to frontier analysis. *European Journal of Econometrics* , 46, 7-38.
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (1998). Stability region for maintaining efficiency in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research* , 108, 127-139.
- Sengupta, J. K. (1987). Production Frontier Estimation to Measure Efficiency: a Critical Evaluation in Light of Data Envelopment Analysis. *Managerial and Decision Economics* , Wiley-Blackwell.
- Shepard, R. (1953). *Cost and Production Function*. Princeton: Princeton University Press.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (1998). Sensitivity Analysis of Efficiency Scores: How to Bootstrap in Nonparametric Frontier Models. *Management Science* , 44, 49-61.
- Sloane, P. J. (1971). The Economics of Professional Football: The Football Club as a Utility Maximiser. *Scottish Journal of Political Economy* , 18, 121-146.
- Sueyoshi, T., Ohnishi, K., & Kinase, Y. (1999). A benchmark approach for baseball evaluation. *European Journal of Operational Research* , 115, 419-428.
- The Economist. (2002). Passion, Pride and Profit - a Survey of Football. *The Economist* .
- Upton, G., & Fingleton, B. (1985). *Spatial Data Analysis by Example*. New York: Wiley.
- Yamamura, E. (2009). Technology transfer and convergence of performance: an economic study of FIFA football ranking. *Applied Economics Letters* , 16, 261-266.
- Zak, T. A., Huang, C. J., & Siegfried, J. J. (1979). Production Efficiency: The case of professional basketball. *Journal of Business* , 52, 379-392.

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Il Circolo Virtuoso tra Risultati Sportivi ed Economici (Top Club vs Small Club)...	16
Figura 2: Efficienza Tecnica.....	24
Figura 3: Efficienza Tecnica ed Allocativa nel caso di due fattori produttivi.....	27
Figura 4: Inefficienza nella composizione degli output.....	28
Figura 5: Un insieme di Produzione con un Input ed un Output.....	30
Figura 6: Best Practice Frontier.....	31
Figura 7: Dal Primale al Duale.....	33
Figura 8: Efficienza Tecnica e di Scala.....	43
Figura 9: Scomposizione dell'Efficienza Complessiva.....	46
Figura 10: DEA Efficient Frontier vs OLS Regression.....	57
Figura 11: Dipendenza Spaziale e Aggregazioni.....	86
Figura 12: Moran Scatterplot EFIN.....	97

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Dal CCR (Inviluppo) al CCR (Moltiplicatori)	40
Tabella 2: Variabili e Vincoli, dal <i>Primale</i> al <i>Duale</i>	42
Tabella 3: Dataset Imprese	66
Tabella 4: DEA Efficiency Scores.....	67
Tabella 5: Input ed Output Virtuali	69
Tabella 6: Analisi di Sensitività, Output Sportivo.....	71
Tabella 7: Analisi di Sensitività, Output Economico	73
Tabella 8: Analisi di Sensitività, Statistiche Descrittive	74
Tabella 9: Analisi di Sensitività, Bnchmark Haas	75
Tabella 10: Matrice di Correlazione R di Spearman	76
Tabella 11: Stime OLS (1) vs OLS (2) - Frontiera Produzione.....	77
Tabella 12: Stime MLE (1) vs MLE (2) - Frontiera Produzione.....	78
Tabella 13: Stime MLE (1) vs MLE (2) - <i>t-ratio</i>	79
Tabella 14: Scores Efficienza SFA.....	80
Tabella 15: Stima OLS Parametri di Efficienza	95
Tabella 16: Test <i>I</i> di Moran - Residui OLS	96
Tabella 17: Stima MLE del <i>Lag Model</i>	96
Tabella 18: Test <i>I</i> di Moran: EFIN	97
Tabella 19: Local Indicator of Spatial Autocorrelation.....	98
Tabella 20: Stima MLE dell' <i>Error Model</i>	99
Tabella 21: Durbin Test.....	100

Tabella 22: Stima MLE (2) - Matrice Covarianza.....	106
Tabella 23: Matrice delle Distanze	106