



Università degli Studi di Pisa
Dipartimento di Statistica e Matematica
Applicata all'Economia

Report n. 253

**La gestione dei dati mancanti nei modelli di
inferenza causale: il caso degli
esperimenti naturali**

Andrea Mercatanti

Pisa, Giugno 2004

- Stampato in Proprio -

La gestione dei dati mancanti nei modelli di inferenza causale: il caso degli esperimenti naturali

Andrea Mercatanti

Dipartimento di Statistica e Matematica Applicata all'Economia
Università di Pisa

1 Introduzione alla problematica

I metodi statistici per l'inferenza causale sono stati oggetto negli ultimi anni, e lo sono tuttora, di continuo studio e di approfondita ricerca sia metodologica che applicativa. Il fine di questi metodi sta nella quantificazione delle relazioni di causa ad effetto, argomento di preminenza centrale non solo nel dibattito teorico statistico ma in un più ampio contesto filosofico scientifico. Dal punto di vista statistico, una delle giustificazioni ad un siffatto interesse è da ricercarsi nelle vaste possibilità di applicazione che spaziano dall'epidemiologia, alla microeconomia, alle problematiche della valutazione di efficacia, toccando anche i problemi dell'istruzione. In particolare, un settore applicativo relativamente recente che riguarda sia aspetti di tipo microeconomico che aspetti connessi all'istruzione è rappresentato dalla valutazione del cosiddetto *return to schooling*, inteso come il guadagno in termini monetari causato dall'aver conseguito un certo grado di istruzione. In questo campo fanno scuola alcuni lavori tra i quali Card (1995), Angrist e Krueger (1991), Ichino e Winter-Ebmer (1999), i quali al fine di risolvere il problema dell'autoselezione al trattamento tipico degli studi osservazionali utilizzano variabili strumentali aventi sostanziale significato sia dal punto di vista statistico causale, cioè aventi un'effetto significativo sul trattamento, sia da quello microeconomico, in quanto possono essere considerate come variabili operanti dal lato dei costi e quindi facilmente implementabili nell'ambito di una teoria di ottimo marginalista. Un semplice riferimento ad alcuni importanti

lavori di microeconometria è già stato sufficiente per toccare alcune questioni tipiche e controverse nella valutazione dei nessi di causalità in ambito non sperimentale, quali l'autoselezione al trattamento e l'uso di variabili strumentali. Vediamo di darne una breve ma il più possibile esauriente spiegazione e di circoscriverne l'ambito all'oggetto del presente lavoro.

Al netto di alcuni recenti contributi, Dawid (2002), Pearl (2000), il modello statistico metodologico che probabilmente è stato maggiormente utilizzato nell'analisi di microdati cross-section è il cosiddetto "modello causale di Rubin", Holland (1986), il quale si basa sull'idea di controfattualità di Fisheriana memoria. Il concetto di controfattualità impone che l'effetto causale di un trattamento su di una variabile di risposta venga definito come confronto (tipicamente una differenza) tra i valori assunti dalla variabile di risposta in corrispondenza dei possibili valori assumibili dal trattamento. Ad esempio, l'effetto del conseguimento di un diploma di Laurea sul reddito di una certa laureato osservato all'età di 50 anni, secondo questa impostazione viene definito come differenza tra il reddito osservato all'età di 50 anni e il reddito che si sarebbe osservato per la stessa persona, sempre a 50 anni, ma nell'ipotesi che la stessa non avesse conseguito il diploma di Laurea. Ovviamente non sarà mai possibile una valutazione del genere tant'è che il dilemma viene risolto facendo riferimento ad una definizione di effetto causale come media degli effetti individuali in una popolazione di riferimento. In questo modo gli effetti causali possono essere facilmente stimati dai risultati di processi sperimentali, i quali vengono posti in essere mediante l'assegnazione casuale (la cosiddetta randomizzazione) di unità a due distinti gruppi differenziati per il fatto che tutti gli appartenenti ad un gruppo (casi) sono forzatamente sottoposti al trattamento mentre a tutti gli appartenenti all'altro gruppo (controlli) viene impedita la somministrazione del trattamento oppure viene forzatamente somministrato un trattamento alternativo. Siffatti procedimenti sperimentali, sebbene costituiscano una situazione ottimale dal punto di vista inferenziale, rappresentano però un'eccezione, soprattutto nelle scienze economiche e sociali, in quanto motivi di ordine etico sovente ne creano impedimento. Conseguentemente, in campo economico e sociale chi vuole eseguire analisi di causalità si trova il più delle volte ad operare su dati provenienti da fonti non sperimentali. E' ad esempio il caso dei già citati contributi riguardanti la valutazione del *return to schooling*. In queste situazioni di lavoro i risultati inferenziali, rispetto al caso sperimentale, sono però più difficili da raggiungere a causa dell'autoselezione al trattamento, cioè dell'assegnazione al trattamento non derivante

da una processo di randomizzazione. Si ricorre allora a modelli che possono essere parametrici o semi-parametrici, oppure all'uso di variabili strumentali. In particolare la metodologia basata sulle variabili strumentali consente di porre in essere quello che viene comunemente denominato "esperimento naturale", Ichino (2001). Si tratta, in sintesi, di identificare una variabile che abbia le caratteristiche per poter essere considerata un'assegnazione casuale al trattamento ma rispetto alla quale, a differenza degli esperimenti veri e propri, non esistono vincoli coercitivi. Ad esempio; Angrist e Krueger (1991) nell'intento di valutare l'effetto della scolarizzazione sul reddito (negli Stati Uniti) utilizzano una variabile strumentale binaria che discrimina se l'individuo è nato o meno nell'ultimo trimestre dell'anno; tale scelta deriva dalla constatazione che la legislazione statunitense, da un lato impedisce l'abbandono scolastico prima del compimento del sedicesimo anno di età, ma dall'altro fa coincidere l'inizio della frequenza della scuola con l'anno solare. In questo modo ai ragazzi nati nell'ultimo trimestre, essendo costretti dalla legislazione a restare a scuola più a lungo, corrisponde una minore propensione ad abbandonarla prima del conseguimento del diploma di Scuola Superiore "High School". La data di nascita viene quindi utilizzata come variabile strumentale, può infatti essere considerata un'assegnazione casuale al trattamento che gli individui non sono però obbligati a rispettare. Nell'ambito di un esperimento naturale è inoltre possibile classificare le unità statistiche in base a come reagiscono all'assegnazione al trattamento, si parla infatti di *compliers* per gli individui che adottano il trattamento in conseguenza dell'assegnazione e di *noncompliers* per i restanti. Nell'esempio, i *compliers* sono i ragazzi che rimangono un'anno in più a scuola poiché obbligati dal fatto di essere nati nell'ultimo trimestre, ma che avrebbero abbandonato se nati negli altri trimestri.

Una problematica rilevante e frequente nelle analisi statistiche di dataset di tipo osservazionale è costituita dalla presenza di dati mancanti. In particolare, il problema appare particolarmente evidente quando la fonte dei dati è costituita da risposte a questionari e in particolare di fronte a domande delicate quali ad esempio quelle riguardo al reddito percepito. Il presente lavoro vuole prendere in considerazione la gestione dei dati mancanti nell'analisi di esperimenti naturali, imponendo condizioni di ignorabilità per il meccanismo generatore degli stessi.

2 La funzione di verosimiglianza per un esperimento naturale sotto condizioni di ignorabilità per il meccanismo generatore dei dati mancanti

Volendo affrontare la questione dei dati mancanti in dataset da utilizzare per la stima di effetti causali mediante l'uso di variabili strumentali, ossia nel contesto dei cosiddetti esperimenti naturali, occorre tener presente fin da subito che nelle analisi di causalità basate sul concetto di eventi controfattuali i dati mancanti propriamente detti (come ad esempio le non risposte a domande di questionari) non sono l'unica fonte di informazione mancante. Abbiamo appena accennato nel paragrafo precedente al fatto che a livello individuale soltanto uno dei due eventi controfattuali viene osservato, l'altro costituisce un'evento ipotetico ma comunque necessario alla costruzione di un modello metodologico che abbia significato dal punto di vista della filosofia della causalità. Occorre quindi tenere in considerazione questa duplice tipologia di informazioni mancanti nell'esplicitazione della funzione di verosimiglianza da utilizzare.

Una soluzione semplice al problema dei dati mancanti è costituita, non solo nel contesto degli esperimenti naturali, dall'eliminazione delle unità statistiche che presentano almeno un valore mancante per le variabili. Questo è possibile soltanto se il meccanismo che ha generato i dati mancanti soddisfa la condizione usualmente detta *Missing Completely At Random* (MCAR), Little e Rubin (1987), la quale impone che la probabilità di avere valori mancanti sia la stessa per ogni unità statistica. La condizione MCAR appare però in molti casi eccessivamente restrittiva. Nei casi in cui non si vogliono affrontare le difficoltà insite nella specificazione di un meccanismo generatore dei dati mancanti ma, allo stesso tempo, si cerchi di soddisfare assunzioni più blande, si fa usualmente ricorso a condizioni di cosiddetta ignorabilità del meccanismo generatore dei dati mancanti, Rubin (1976). Queste condizioni permettono di far riferimento alla funzione di verosimiglianza ottenibile dall'integrazione della funzione di verosimiglianza completa (cioè quella che si avrebbe nell'ipotesi di assenza di dati mancanti) rispetto alle quantità non osservate. In tal senso è allora possibile "ignorare" il modello probabilistico che genera i valori mancanti. Per una esauriente illustrazione delle condizioni di ignorabilità si può far riferimento a Rubin (1976). In estrema sintesi, le

condizioni di ignorabilità vengono soddisfatte quando le probabilità di non osservare i dati dipendono soltanto dalle quantità osservate. Nel caso di un'esperimento naturale per il quale il meccanismo generatore dei dati mancanti soddisfa le condizioni di ignorabilità, occorre però tener presente che l'integrazione della funzione di verosimiglianza completa rispetto ai dati mancanti va estesa alle quantità non osservate di tipo controfattuale. In termini formali, facciamo riferimento ad un'esperimento naturale per il quale indichiamo con Y la variabile di risposta, con D il trattamento e con Z la variabile strumentale (da intendersi come assegnazione casuale al trattamento). Ipotizziamo altresì che vengano soddisfatte le ipotesi, usualmente adottate per l'identificazione di effetti causali per mezzo di variabili strumentali, che consentono di valutare l'effetto di un trattamento per i soli soggetti che agiscono in accordo all'assegnazione al trattamento (*compliers*), Angrist et al. (1996). Tutto ciò dato, la funzione di verosimiglianza sulla quale operare può essere così formalizzata, Mercatanti (2003):

$$L(\theta) \propto \prod_{i=1}^N \int \cdots \int f(\underline{d}_i, \underline{y}_i; \theta) dy_{mis,i} dd_{mis,i} dz_{mis,i} dd_{mis,i} dy_{mis,i} \quad (1)$$

dove si è indicato: con \underline{d}_i la coppia dei valori assunti dal trattamento in corrispondenza delle due alternative assegnazioni al trattamento; con \underline{y}_i la coppia dei valori assunti dalla variabile di risposta in corrispondenza delle due alternative assegnazioni al trattamento; con $d_{mis,i}$ il valore del trattamento non osservato nella coppia \underline{d}_i ; con $y_{mis,i}$ il valore della variabile di risposta non osservata nella coppia \underline{y}_i ; e con $z_{mis,i}$, $d_{mis,i}$, e $y_{mis,i}$ gli eventuali valori mancanti delle variabili z , d , e y rispettivamente. Il vettore parametrico θ è dato da:

$$(\pi_z, \omega_a, \omega_n, \omega_c, \eta_a, \eta_n, \eta_{c0}, \eta_{c1})$$

dove π_z è la probabilità di assegnazione al trattamento; ω_a , ω_n , e ω_c sono le probabilità di appartenenza ad un certo *compliance status* cioè rispettivamente ad uno dei gruppi denominati *always-takers*, *never-takers*¹ e *compliers*; η_a e η_n sono rispettivamente i vettori dei parametri delle distribuzioni di

¹Con il termine *always-takers* si intendono gli individui che assumono sempre il trattamento (indipendentemente dall'assegnazione); con il termine *never-takers* si intendono gli individui che non assumono mai il trattamento (anch'essi indipendentemente dall'assegnazione).

probabilità per gli *always-takers* e per i *never-takers*; η_{c0} e η_{c1} sono i vettori dei parametri delle distribuzioni di probabilità per i *compliers*, rispettivamente non assegnati e assegnati al trattamento.

3 Un esempio basato su simulazioni

In questo paragrafo, mediante il ricorso a simulazioni, è proposto un'esempio riguardante l'analisi di massima verosimiglianza per un'esperimento naturale il cui dataset sia perturbato da dati mancanti. Si ipotizza che il meccanismo generatore degli stessi soddisfi le condizioni di ignorabilità. Verranno creati 1000 dataset artificiali, ognuno di 1000 unità statistiche, estratti tutti dalla medesima ipotetica popolazione. Su ognuno di questi dataset viene eseguita una stima di massima verosimiglianza utilizzando la funzione (1). A fini comparativi i risultati verranno confrontati con quelli ottenibili sugli stessi dataset artificiali ma attuando una più semplicistica eliminazione delle unità statistiche aventi almeno un valore mancante (procedura che presupporrebbe il soddisfacimento della condizione MCAR ma che spesso viene negligenemente adottata nelle ricerche applicate).

Data l'importanza assunta nel tempo dal lavoro di Angrist e Krueger (1991) (A&K) riguardante la valutazione dell'effetto della scolarizzazione sul reddito, si è ritenuto interessante attribuire ai parametri della popolazione artificiale valori attinenti a quelli della popolazione utilizzata dai suddetti autori. A questo fine si è fatto riferimento ad un successivo contributo, Imbens e Rubin (1997) (I&R), nel quale i parametri della popolazione sono stati stimati col metodo della massima verosimiglianza e ipotizzando una distribuzione normale per la variabile di risposta. I&R hanno assunto come variabile di risposta il logaritmo del reddito settimanale osservato nel 1980, come trattamento una variabile binaria che vale 0 se l'individuo ha frequentato le scuole per meno di dodici anni e 1 altrimenti, e come variabile strumentale una variabile binaria che vale 0 se l'individuo è nato nel primo trimestre dell'anno e 1 se è nato nell'ultimo. Il dataset utilizzato da I&R è costituito dalle osservazioni su 162515 individui nati negli Stati Uniti tra il 1/1/1930 e il 31/12/1939 durante il primo o l'ultimo trimestre.

I valori del vettore parametrico usato per le simulazione sono quindi i seguenti:

$$(\pi_z = 0.5, \omega_a = 0.762, \omega_n = 0.218, \omega_c = 0.02, \mu_a = 5.99, \sigma_a = 0.64,$$

$$\mu_n = 5.60, \sigma_n = 0.714, \mu_{c0} = 5.53, \sigma_{c0} = 0.714, \mu_{c1} = 6.03, \sigma_{c1} = 0.64),$$

e come detto corrispondono alle stime di massima verosimiglianza calcolate da I&R sul dataset originale utilizzato da A&K. Si noti come avendo assunto una distribuzione normale per la variabile di risposta, i parametri della distribuzione relativa ad ogni *compliance status* siano la media e lo scarto quadratico medio. Per ogni dataset artificiale, costituito mediante estrazione dalla popolazione di riferimento, vengono poi generati i dati mancanti in base ad un meccanismo soddisfacente le condizioni di ignorabilità, e che viene riportato in Tabella 1. Si può osservare come nel caso considerato la variabile trattamento sia sempre osservata, a differenza della variabile di risposta la cui osservabilità dipende dal valore assunto dal trattamento. Tenendo presente che si fa riferimento ad una ipotetica situazione per la quale la variabile di risposta è il logaritmo del reddito e il trattamento è un indice di scolarizzazione, si sta allora ipotizzando che la probabilità di osservare il reddito dipenda dal grado di istruzione, in particolare che sia più elevata ($p = 0.9$ contro $p = 0.7$) in corrispondenza di un grado di scolarizzazione più elevato.

La Tabella 2 mostra i risultati delle simulazioni per gli elementi più interessanti del vettore parametrico. Si può osservare come l'analisi di massima verosimiglianza condotta eliminando erroneamente gli individui che presentano dati mancanti (cioè presupponendo l'ipotesi MCAR) produca nel complesso dei 1000 dataset artificiali una distorsione media ed una radice quadrata dell'errore quadratico medio sempre superiori a quelli ottenuti dalla massimizzazione della funzione di verosimiglianza (1), che invece tiene in considerazione le condizioni di ignorabilità. Ciò appare particolarmente evidente riguardo ai parametri relativi alla distribuzione della variabile di risposta per i *compliers*. Si noti in particolare come per i parametri μ_{c0} e σ_{c1} i valori della distorsione media sotto l'ipotesi MCAR siano rispettivamente di -0.2425 e di -0.3482 contro 0.0370 e -0.0109 ottenuti sotto l'ipotesi di ignorabilità. Tenendo presente che il maggior interesse nelle analisi degli esperimenti naturali sta prevalentemente nello studio del comportamento degli individui che obbediscono all'assegnazione al trattamento, i risultati della simulazione sottolineano l'importanza di una calibrata e attenta considerazione del meccanismo generatore dei dati mancanti.

Tab.1 *Definizione del modello
generatore dei dati mancanti*

$P(Y \text{ non è osservato} D=1) =$	0.1
$P(Y \text{ non è osservato} D=0) =$	0.3
$P(Z \text{ non è osservato} D=1) =$	0.1
$P(Z \text{ non è osservato} D=0) =$	0.1

Tab.2 *Distorsione media e Radice quadrata dell'errore
quad. medio di stime MLE su 1000 dataset artificiali di
numerosità 1000 dalla popolazione ipotetica*

	MLE sotto ipotesi di:	Distorsione Media	Rad. Quad. Erro- re Quad. Medio
π_z	Ignorabilità	8.86×10^{-5}	0.0063
	MCAR	0.0022	0.0101
ω_a	Ignorabilità	-0.0145	0.0225
	MCAR	0.0504	0.0533
ω_n	Ignorabilità	-0.0139	0.0214
	MCAR	-0.0658	0.0674
ω_c	Ignorabilità	0.0154	0.0233
	MCAR	0.0285	0.0365
μ_{c0}	Ignorabilità	0.0370	0.2720
	MCAR	-0.2425	0.6696
μ_{c1}	Ignorabilità	-0.0587	0.3109
	MCAR	0.1446	0.9082
σ_{c0}	Ignorabilità	-0.2073	0.3949
	MCAR	0.3870	0.4019
σ_{c1}	Ignorabilità	-0.0109	0.2022
	MCAR	-0.3482	0.4530

4 Riferimenti bibliografici

ANGRIST J.D., A.B. KRUEGER (1991) Does compulsory school attendance affect schooling and earnings?, *Quarterly Journal of Economics*, 61: 979-1014.

ANGRIST J.D., G.W. IMBENS, D.B. RUBIN (1996) Identification of causal effects using instrumental variables, *J.A.S.A.*, 91: 444-455.

CARD D. (1995) Earnings, schooling, and ability revisited, *Research in labor economics*, 14: 23-48.

DAWID P. (2002) Influence diagrams for causal modelling and inference, *International Statistical Review*, 70, 161-189.

HOLLAND P.W. (1986) Statistics and causal inference, *J.A.S.A.*, 81, 945-970.

ICHINO A. (2001) Il problema della causalità. Una introduzione generale e un esempio. In: BRUCCHI LUCHINO, *Manuale di economia del lavoro*, Il Mulino, Bologna, 459-483.

ICHINO A., R. WINTER-EBMER (1999) Lower and upper bounds of returns to schooling: an exercise in IV estimation with different instruments, *European economic review*, 43, 889-901.

IMBENS G.W., D.R. RUBIN (1997) Bayesian inference for causal effects in randomized experiments with noncompliance, *The annals of statistics*, 25, 305-327.

IMBENS G.W., D.B. RUBIN (1997) Estimating outcome distributions for compliers in instrumental variables models, *Review of economic studies*, 64, 555-574.

LITTLE R.J.A., D.B. RUBIN (1987) *Statistical analysis with missing data*, J.Wiley and Sons, New York.

MERCATANTI A. (2004) Analyzing a randomized experiment with imperfect compliance and ignorable conditions for missing data, *Computational Statistics and Data Analysis*, 46, 493-509.

PEARL J. (2000) *Causality: models, reasoning, and inference*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

RUBIN D.B. (1976) Inference and missing data, *Biometrika*, 63, 581-592

Elenco dei report pubblicati

Anno: 1987

- n. 1 Alberto Cambini - Laura Martein, Some Optimality Conditions in Vector Optimization
- n. 2 Alberto Cambini - Laura Martein - S.Schaibel, On Maximizing a Sum of Ratios
- n. 3 Giuliano Gasparotto, On the Charnes-Cooper Transformation in linear Fractional Programming.
- n. 4 Alberto Cambini, Non-linear separation Theorems, Duality and Optimality
- n. 5 Giovanni Boletto, Indicizzazione parziale: aspetti metodologici e riflessi economici
- n. 6 Alberto Cambini - Claudio Sodini, On Parametric Linear Fractional Programming
- n. 7 Alberto Bonaguidi, Alcuni aspetti meno noti delle migrazioni in Italia
- n. 8 Laura Martein - S. Schaible, On Solving a Linear Program with one Quadratic Constraint

Anno: 1988

- n. 9 Ester Lari, Alcune osservazioni sull'equazione funzionale $\varnothing(x,y,z)=\varnothing(\varnothing(x,y,t),t,z)$
- n. 10 F. Bartiaux, Une étude par ménage des migrations des personnes âgées: comparaison des résultats pour l'Italie et les Etats-Unis
- n. 11 Giovanni Boletto, Metodi di scomposizione del tasso di inflazione
- n. 12 Claudio Sodini, A New Algorithm for the Strictly Convex Quadratic Programming Problem
- n. 13 Laura Martein, On Generating the Set of all Efficient Points of a Bicriteria Fractional Problem
- n. 14 Laura Martein, Applicazioni della programmazione frazionaria nel campo economico-finanziario
- n. 15 Laura Martein, On the Bicriteria Maximization Problem
- n. 16 Paolo Manca, Un prototipo di sistema esperto per la consulenza finanziaria rivolta ai piccoli risparmiatori
- n. 17 Paolo Manca, Operazioni Finanziarie di Soper e Operazioni di puro Investimento secondo Teichroew-Robichek-Montalbano
- n. 18 Paolo Carraresi - Claudio Sodini, A k - Shortest Path Approach to the Minimum Cost Matching Problem.
- n. 19 Odo Barsotti - Marco Bottai, Sistemi gravitazionali e fasi di transazione della crescita Demografica
- n. 20 Giovanni Boletto, Metodi di scomposizione dell'inflazione aggregata : recenti sviluppi.
- n. 21 Marc Termote - Alberto Bonaguidi, Multiregional Stable Population as a Tool for Short-term Demographic Analysis
- n. 22 Marco Bottai, Storie familiari e storie migratorie: un'indagine in Italia
- n. 23 Maria Francesca Romano - Marco Marchi, Problemi connessi con la disomogeneità dei gruppi sottoposti a sorveglianza statistico-epidemiologica.
- n. 24 Franca Orsi, Un approccio logico ai problemi di scelta finanziaria.

Anno: 1989

- n. 25 Vincenzo Bruno, Attrazione ed entropia.
- n. 26 Giorgio Giorgi - S. Mititelu, Invexity in nonsmooth Programming.
- n. 28 Alberto Cambini - Laura Martein, Equivalence in linear fractional programming.

Anno: 1990

- n. 27 Vincenzo Bruno, Lineamenti econometrici dell'evoluzione del reddito nazionale in relazione ad altri fenomeni economici
- n. 29 Odo Barsotti - Marco Bottai - Marco Costa, Centralità e potenziale demografico per l'analisi dei comportamenti demografici: il caso della Toscana
- n. 30 Anna Marchi, A sequential method for a bicriteria problem arising in portfolio selection theory.
- n. 31 Marco Bottai, Mobilità locale e pianificazione territoriale.
- n. 32 Anna Marchi, Solving a quadratic fractional program by means of a complementarity approach
- n. 33 Anna Marchi, Sulla relazione tra un problema bicriteria e un problema frazionario.

Anno: 1991

- n. 34 Enrico Gori, Variabili latenti e "self-selection" nella valutazione dei processi formativi.
- n. 35 Piero Manfredi - E. Salinelli, About an interactive model for sexual Populations.
- n. 36 Giorgio Giorgi, Alcuni aspetti matematici del modello di sraffa a produzione semplice
- n. 37 Alberto Cambini - S.Schaibi - Claudio Sodini, Parametric linear fractional programming for an unbounded feasible Region.
- n. 38 I.Ermke - Pouloupoulos - V.Gozálves Pérez - Odo Barsotti - Laura Lecchini, International migration to northern Mediterranean countries the cases of Greece, Spain and Italy.
- n. 39 Giuliano Gasparotto, A LP code implementation
- n. 40 Riccardo Cambini, Un problema di programmazione quadratica nella costituzione di capitale.
- n. 41 Gilberto Ghilardi, Stime ed errori campionari nell'indagine ISTAT sulle forze di lavoro.
- n. 42 Vincenzo Bruno, Alcuni valori medi, variabilità paretiana ed entropia.
- n. 43 Giovanni Boletto, Gli effetti del trascinamento dei prezzi sulle misure dell'inflazione: aspetti metodologici
- n. 44 P. Paolicchi, Gli abbandoni nell'università: modelli interpretativi.
- n. 45 Maria Francesca Romano, Da un archivio amministrativo a un archivio statistico: una proposta metodologica per i dati degli studenti universitari.
- n. 46 Maria Francesca Romano, Criteri di scelta delle variabili nei modelli MDS: un'applicazione sulla popolazione studentesca di Pisa.
- n. 47 Odo Barsotti - Laura Lecchini, Les parcours migratoires en fonction de la nationalité. Le cas de l'Italie.
- n. 48 Vincenzo Bruno, Indicatori statistici ed evoluzione demografica, economica e sociale delle province toscane.
- n. 49 Alberto Cambini - Laura Martein, Tangent cones in optimization.
- n. 50 Alberto Cambini - Laura Martein, Optimality conditions in vector and scalar optimization: a unified approach.

Anno: 1992

- n. 51 Gilberto Ghilardi, Elementi di uno schema di campionamento areale per alcune rilevazioni ufficiali in Italia.
- n. 52 Paolo Manca, Investimenti e finanziamenti generalizzati.
- n. 53 Laura Lecchini - Odo Barsotti, Le rôle des immigrés extra- communautaires dans le marché du travail

Elenco dei report pubblicati

- n. 54 Riccardo Cambini, Alcune condizioni di ottimalità relative ad un insieme stellato.
- n. 55 Gilberto Ghilardi, Uno schema di campionamento areale per le rilevazioni sulle famiglie in Italia.
- n. 56 Riccardo Cambini, Studio di una classe di problemi non lineari: un metodo sequenziale.
- n. 57 Riccardo Cambini, Una nota sulle possibili estensioni a funzioni vettoriali di significative classi di funzioni concavo-generalizzate.
- n. 58 Alberto Bonaguidi - Valerio Terra Abrami, Metropolitan aging transition and metropolitan redistribution of the elderly in Italy.
- n. 59 Odo Barsotti - Laura Lecchini, A comparison of male and female migration strategies: the cases of African and Filipino Migrants to Italy.
- n. 60 Gilberto Ghilardi, Un modello logit per lo studio del fenomeno delle nuove imprese.
- n. 61 S. Schaible, Generalized monotonicity.
- n. 62 Vincenzo Bruno, Dell'elasticità in economia e dell'incertezza statistica.
- n. 63 Laura Martein, Alcune classi di funzioni concave generalizzate nell'ottimizzazione vettoriale.
- n. 64 Anna Marchi, On the relationships between bicriteria problems and non-linear programming problems.
- n. 65 Giovanni Boletto, Considerazioni metodologiche sul concetto di elasticità prefissata.
- n. 66 Laura Martein, Soluzione efficienti e condizioni di ottimalità nell'ottimizzazione vettoriale.

Anno: 1993

- n. 67 Maria Francesca Romano, Le rilevazioni ufficiali ISTAT della popolazione universitaria: problemi e definizioni alternative.
- n. 68 Marco Bottai - Odo Barsotti, La ricerca "Spazio Utilizzato" Obiettivi e primi risultati.
- n. 69 Marco Bottai - F. Bartiaux, Composizione familiare e mobilità delle persone anziane. Una analisi regionale.
- n. 70 Anna Marchi - Claudio Sodini, An algorithm for a non-differentiable non-linear fractional programming problem.
- n. 71 Claudio Sodini - S. Schaible, An finite algorithm for generalized linear multiplicative programming.
- n. 72 Alberto Cambini - Laura Martein, An approach to optimality conditions in vector and scalar optimization.
- n. 73 Alberto Cambini - Laura Martein, Generalized concavity and optimality conditions in vector and scalar optimization.
- n. 74 Riccardo Cambini, Alcune nuove classi di funzioni concavo-generalizzate.

Anno: 1994

- n. 75 Alberto Cambini - Anna Marchi - Laura Martein, On nonlinear scalarization in vector optimization.
- n. 76 Maria Francesca Romano - Giovanna Nencioni, Analisi delle carriere degli studenti immatricolati dal 1980 al 1982.
- n. 77 Gilberto Ghilardi, Indici statistici della congiuntura.
- n. 78 Riccardo Cambini, Condizioni di efficienza locale nella ottimizzazione vettoriale.
- n. 79 Odo Barsotti - Marco Bottai, Funzioni di utilizzazione dello spazio.
- n. 80 Vincenzo Bruno, Alcuni aspetti dinamici della popolazione dei comuni della Toscana, distinti per ampiezza demografica e per classi di urbanità e di ruralità.
- n. 81 Giovanni Boletto, I numeri indici del potere d'acquisto della moneta.
- n. 82 Alberto Cambini - Laura Martein - Riccardo Cambini, Some optimality conditions in multiobjective programming.
- n. 83 S. Schaible, Fractional programming with sum of ratios.
- n. 84 Stefan Tigan - I.M. Stancu-Minasian, The minimum-risk approach for continuous time linear-fractional programming.
- n. 85 Vasile Preda - I.M. Stancu-Minasian, On duality for multiobjective mathematical programming of n-set.
- n. 86 Vasile Preda - I.M. Stancu-Minasian - Anton Batatorescu, Optimality and duality in nonlinear programming involving semilocally preinvex and related functions.

Anno: 1995

- n. 87 Elena Melis, Una nota storica sulla programmazione lineare: un problema di Kantorovich rivisto alla luce del problema degli zeri.
- n. 88 Vincenzo Bruno, Mobilità territoriale dell'Italia e di tre Regioni tipiche: Lombardia, Toscana, Sicilia.
- n. 89 Antonio Cortese, Bibliografia sulla presenza straniera in Italia.
- n. 90 Riccardo Cambini, Funzioni scalari affini generalizzate.
- n. 91 Piero Manfredi - Fabio Tarini, Modelli epidemiologici: teoria e simulazione. (I)
- n. 92 Marco Bottai - Maria Caputo - Laura Lecchini, The "OLIVAR" survey. Methodology and quality.
- n. 93 Laura Lecchini - Donatella Marsiglia - Marco Bottai, Old people and social network.
- n. 94 Gilberto Ghilardi, Uno studio empirico sul confronto tra alcuni indici statistici della congiuntura.
- n. 95 Vincenzo Bruno, Il traffico nei porti italiani negli anni recenti.
- n. 96 Alberto Cambini - Anna Marchi - Laura Martein - S. Schaible, An analysis of the Falk-Palocsay algorithm.
- n. 97 Alberto Cambini - Laura Carosi, Sulla esistenza di elementi massimali.

Anno: 1996

- n. 98 Riccardo Cambini - S. Komlòsi, Generalized concavity and generalized monotonicity concepts for vector valued.
- n. 99 Riccardo Cambini, Second order optimality conditions in the image space.
- n. 100 Vincenzo Bruno, La stagionalità delle correnti di navigazione marittima.
- n. 101 Eugene Maurice Cleur, A comparison of alternative discrete approximations of the Cox - Ingersoll - Ross model.
- n. 102 Gilberto Ghilardi, Sul calcolo del rapporto di concentrazione del Gini.
- n. 103 Alberto Cambini - Laura Martein - Riccardo Cambini, A new approach to second order optimality conditions in vector optimization.
- n. 104 Fausto Gozzi, Alcune osservazioni sull'immunizzazione semideterministica.
- n. 105 Emilio Barucci - Fausto Gozzi, Innovation and capital accumulation in a vintage capital model an infinite dimensional control approach.
- n. 106 Alberto Cambini - Laura Martein - I.M. Stancu-Minasian, A survey of bicriteria fractional problems.
- n. 107 Luciano Fanti - Piero Manfredi, Viscosità dei salari, offerta di lavoro endogena e ciclo.
- n. 108 Piero Manfredi - Luciano Fanti, Ciclo di vita di nuovi prodotti: modellistica non lineare.
- n. 109 Piero Manfredi, Crescita con ciclo, gestazione dei piani di investimento ed effetti.
- n. 110 Luciano Fanti - Piero Manfredi, Un modello "classico" di ciclo con crescita ed offerta di lavoro endogena.
- n. 111 Anna Marchi, On the connectedness of the efficient frontier : sets without local maxima.

Elenco dei report pubblicati

- n. 112 Riccardo Cambini, Generalized concavity for bicriteria functions.
- n. 113 Vincenzo Bruno, Variazioni dinamiche (1971-1981-1991) dei fenomeni demografici dei comuni (urbani e rurali) della Lombardia, in relazione ad alcune caratteristiche di mobilità territoriale.

Anno: 1997

- n. 114 Piero Manfredi - Fabio Tarini - J.R. Williams - A. Carducci - B. Casini, Infectious diseases: epidemiology, mathematical models, and immunization policies.
- n. 115 Eugene Maurice Cleur - Piero Manfredi, One dimensional SDE models, low order numerical methods and simulation based estimation: a comparison of alternative estimators.
- n. 116 Luciano Fanti - Piero Manfredi, Point stability versus orbital stability (or instability): remarks on policy implications in classical growth cycle model.
- n. 117 Piero Manfredi - Francesco Billari, transition into adulthood, marriage, and timing of life in a stable population framework.
- n. 118 Laura Carosi, Una nota sul concetto di estremo superiore di insiemi ordinati da coni convessi.
- n. 119 Laura Lecchini - Donatella Marsiglia, Reti sociali degli anziani: selezione e qualità delle relazioni.
- n. 120 Piero Manfredi - Luciano Fanti, Gestation lags and efficiency wage mechanisms in a goodwin type growth model.
- n. 121 G. Rivellini, La metodologia statistica multilevel come possibile strumento per lo studio delle interazioni tra il comportamento procreativo individuale e il contesto
- n. 122 Laura Carosi, Una nota sugli insiemi C-limitati e L-limitati.
- n. 123 Laura Carosi, Sull'estremo superiore di una funzione lineare fra:ta ristretta ad un insieme chiuso e illimitato.
- n. 124 Piero Manfredi, A demographic framework for the evaluation of the impact of imported infectious diseases.
- n. 125 Alessandro Valentini, Calo della fecondità ed immigrazione: scenari e considerazioni sul caso italiano.
- n. 126 Alberto Cambini - Laura Martein, Second order optimality conditions.

Anno: 1998

- n. 127 Piero Manfredi and Alessandro Valentini, Populations with below replacement fertility: theoretical considerations and scenarios from the italian laboratory.
- n. 128 Alberto Cambini - Laura Martein - E. Moretti, Programmazione frazionaria e problemi bicriteria.
- n. 129 Emilio Barucci - Fausto Gozzi - Andrej Swiech, Incentive compatibility constraints and dynamic programming in continuous time.

Anno: 1999

- n. 130 Alessandro Valentini, Impatto delle immigrazioni sulla popolazione italiana: confronto tra scenari alternativi.
- n. 131 K. Iglicka - Odo Barsotti - Laura Lecchini, Recent development of migrations from Poland to Europe with a special emphasis on Italy K. Iglicka - Le Migrazioni est-ovest: le unioni miste in Italia
- n. 132 Alessandro Valentini, Proiezioni demografiche multiregionali a due sessi, con immigrazioni internazionali e vincoli di consistenza.
- n. 133 Fabio Antonelli - Emilio Barucci - Maria Elvira Mancino, Backward-forward stochastic differential utility: existence, consumption and equilibrium analysis.
- n. 134 Emilio Barucci - Maria Elvira Mancino, Asset pricing with endogenous aspirations.
- n. 135 Eugene Maurice Cleur, Estimating a class of diffusion models: an evaluation of the effects of sampled discrete observations.
- n. 136 Luciano Fanti - Piero Manfredi, Labour supply, time delays, and demoeconomic oscillations in a solow-type growth model.
- n. 137 Emilio Barucci - Sergio Polidoro - Vincenzo Vespi, Some results on partial differential equations and Asian options.
- n. 138 Emilio Barucci - Maria Elvira Mancino, Hedging european contingent claims in a Markovian incomplete market.
- n. 139 Alessandro Valentini, L'applicazione del modello multiregionale-multistato alla popolazione in Italia mediante l'utilizzo del Lipro: procedura di adattamento dei dati e particolarità tecniche del programma.
- n. 140 I.M. Stancu-Minasian, optimality conditions and duality in fractional programming-involving semilocally preinvex and related functions.
- n. 141 Alessandro Valentini, Proiezioni demografiche con algoritmi di consistenza per la popolazione in Italia nel periodo 1997-2142: presentazione dei risultati e confronto con metodologie di stima alternative.
- n. 142 Laura Carosi, Competitive equilibria with money and restricted participation.
- n. 143 Laura Carosi, Monetary policy and Pareto improbablity in a financial economy with restricted participation
- n. 144 Bruno Cheli, Misurare il benessere e lo sviluppo dai paradossi del Pil a misure di benessere economico sostenibile, con uno sguardo allo sviluppo umano
- n. 145 Bruno Cheli - Laura Lecchini - Lucio Masserini, The old people's perception of well-being: the role of material and non material resources
- n. 146 Eugene Maurice Cleur, Maximum likelihood estimation of one-dimensional stochastic differential equation models from discrete data: some computational results
- n. 147 Alessandro Valentini - Francesco Billari - Piero Manfredi, Utilizzi empirici di modelli multistato continui con durate multiple
- n. 148 Francesco Billari - Piero Manfredi - Alberto Bonaguidi - Alessandro Valentini, Transition into adulthood: its macro-demographic consequences in a multistate stable population framework
- n. 149 Francesco Billari - Piero Manfredi - Alessandro Valentini, Becoming Adult and its Macro-Demographic Impact: Multistate Stable Population Theory and an Application to Italy
- n. 150 Alessandro Valentini, Le previsioni demografiche in presenza di immigrazioni: confronto tra modelli alternativi e loro utilizzo empirico ai fini della valutazione dell'equilibrio nel sistema pensionistico
- n. 151 Emilio Barucci - Roberto Monte, Diffusion processes for asset prices under bounded rationality
- n. 152 Emilio Barucci - P. Cianchi - L. Landi - A. Lombardi, Reti neurali e analisi delle serie storiche: un modello per la previsione del BTP future
- n. 153 Alberto Cambini - Laura Carosi - Laura Martein, On the supremum in fractional programming
- n. 154 Riccardo Cambini - Laura Martein, First and second order characterizations of a class of pseudoconcave vector functions
- n. 155 Piero Manfredi and Luciano Fanti, Embedding population dynamics in macro-economic models. The case of the goodwin's growth cycle
- n. 156 Laura Lecchini e Odo Barsotti, Migrazioni dei preti dalla Polonia in Italia
- n. 157 Vincenzo Bruno, Analisi dei prezzi, in Italia dal 1975 in poi
- n. 158 Vincenzo Bruno, Analisi del commercio al minuto in Italia
- n. 159 Vincenzo Bruno, Aspetti ciclici della liquidità bancaria, dal 1971 in poi
- n. 160 Anna Marchi, A separation theorem in alternative theorems and vector optimization

Elenco dei report pubblicati

Anno: 2000

- n. 161 Piero Manfredi and Luciano Fanti, Labour supply, population dynamics and persistent oscillations in a Goodwin-type growth cycle model
- n. 162 Luciano Fanti and Piero Manfredi, Neo-classical labour market dynamics and chaos (and the Phillips curve revisited)
- n. 163 Piero Manfredi - and Luciano Fanti, Detection of Hopf bifurcations in continuous-time macro- economic models, with an application to reducible delay-systems.
- n. 164 Fabio Antonelli - Emilio Barucci, The Dynamics of pareto allocations with stochastic differential utility
- n. 165 Eugene M. Cleur, Computing maximum likelihood estimates of a class of One-Dimensional stochastic differential equation models from discrete Date*
- n. 166 Eugene M. Cleur, Estimating the drift parameter in diffusion processes more efficiently at discrete times: a role of indirect estimation
- n. 167 Emilio Barucci - Vincenzo Valori, Forecasting the forecasts of others e la Politica di Inflation targeting
- n. 168 A.Cambini - L. Martein, First and second order optimality conditions in vector optimization
- n. 169 A. Marchi, Theorems of the Alternative by way of Separation Theorems
- n. 170 Emilio Barucci - Maria Elvira Mancino, Asset Pricing and Diversification with Partially Exchangeable random Variables
- n. 171 Piero Manfredi - Luciano Fanti, Long Term Effects of the Efficiency Wage Hypothesis in Goodwin-Type Economies.
- n. 172 Piero Manfredi - Luciano Fanti, Long Term Effects of the Efficiency wage Hypothesis in Goodwin-type Economies: a reply.
- n. 173 Luciano Fanti, Innovazione Finanziaria e Domanda di Moneta in un Modello dinamico IS-LM con Accumulazione.
- n. 174 P.Manfredi, A.Bonaccorsi, A.Secchi, Social Heterogeneities in Classical New Product Diffusion Models. I: "External" and "Internal" Models.
- n. 175 Piero Manfredi - Ernesto Salinelli, Modelli per formazione di coppie e modelli di Dinamica familiare.
- n. 176 P.Manfredi, E. Salinelli, A.Melegaro, A.Secchi, Long term interference Between Demography and Epidemiology: the case of tuberculosis
- n. 177 Piero Manfredi - Ernesto Salinelli, Toward the Development of an Age Structure Teory for Family Dynamics I: General Frame.
- n. 178 Piero Manfredi - Luciano Fanti, Population heterogeneities, nonlinear oscillations and chaos in some Goodwin-type demo-economic models
Paper to be presented at the: Second workshop on "nonlinear demography" Max Planck Institute for demographic Research Rostock, Germany, May 31-June 2, 2
- n. 179 E. Barucci - M.E. Mancini - Roberto Renò, Volatility Estimation via Fourier Analysis
- n. 180 Riccardo Cambini, Minimum Principle Type Optimality Conditions
- n. 181 E. Barucci, M. Giulii, R. Monte, Asset Prices under Bounded Rationality and Noise Trading
- n. 182 A. Cambini, D.T.Luc, L.Martein, Order Preserving Transformations and application.
- n. 183 Vincenzo Bruno, Variazioni dinamiche (1971-1981-1991) dei fenomeni demografici dei comuni urbani e rurali della Sicilia, in relazione ad alcune caratteristiche di mobilità territoriale.
- n. 184 F.Antonelli, E.Barucci, M.E.Mancino, Asset Pricing with a Backward-Forward Stochastic Differential Utility
- n. 185 Riccardo Cambini - Laura Carosi, Coercivity Concepts and Recession Functions in Constrained Problems
- n. 186 John R. Williams, Piero Manfredi, The pre-vaccination dynamics of measles in Italy: estimating levels of under-reporting of measles cases
- n. 187 Piero Manfredi, John R. Williams, To what extent can inter-regional migration perturb local endemic patterns? Estimating numbers of measles cases in the Italian regions
- n. 188 Laura Carosi, Johannes Jahn, Laura Martein, On The Connections between Semidefinite Optimization and Vector Optimization
- n. 189 Alberto Cambini, Jean-Pierre Crouzeix, Laura Martein, On the Pseudoconvexity of a Quadratic Fractional Function
- n. 190 Riccardo Cambini - Claudio Sodini, A finite Algorithm for a Particular d.c. Quadratic Programming Problem.
- n. 191 Riccardo Cambini - Laura Carosi, Pseudoconvexity of a class of Quadratic Fractional Functions.
- n. 192 Laura Carosi, A note on endogenous restricted participation on financial markets: an existence result.
- n. 193 Emilio Barucci - Roberto Monte - Roberto Renò, Asset Price Anomalies under Bounded Rationality.
- n. 194 Emilio Barucci - Roberto Renò, A Note on volatility estimate-forecast with GARCH models.
- n. 195 Bruno Cheli, Sulla misura del benessere economico: i paradossi del PIL e le possibili correzioni in chiave etica e sostenibile, con uno spunto per l'analisi della povertà
- n. 196 M.Bottai, M.Bottai, N. Salvati, M.Toigo, Le proiezioni demografiche con il programma Nostradamus. (Applicazione all'area pisana)
- n. 197 A. Lemmi - B. Cheli - B. Mazzolli, La misura della povertà multidimensionale: aspetti metodologici e analisi della realtà italiana alla metà degli anni '90
- n. 198 C.R. Bector - Riccardo Cambini, Generalized B-invex vector valued functions
- n. 199 Luciano Fanti - Piero Manfredi, The workers' resistance to wage cuts is not necessarily detrimental for the economy: the case of a Goodwin's growth model with endogenous population.
- n. 200 Emilio Barucci - Roberto Renò, On Measuring volatility of diffusion processes with high frequency data
- n. 201 Piero Manfredi - Luciano Fanti, Demographic transition and balanced growth

Anno: 2001

- n. 202 E.Barucci - M. E. Mancini - E. Vannucci, Asset Pricing, Diversification and Risk Ordering with Partially Exchangeable random Variables
- n. 203 E. Barucci - R. Renò - E. Vannucci, Executive Stock Options Evaluation.
- n. 204 Odo Barsotti - Moreno Toigo, Dimensioni delle rimesse e variabili esplicative: un'indagine sulla collettività marocchina immigrata nella Toscana Occidentale
- n. 205 Vincenzo Bruno, I Consumi voluttuari, nell'ultimo trentennio, in Italia
- n. 206 Michele Longo, The monopolist choice of innovation adoption: A regular-singular stochastic control problem
- n. 207 Michele Longo, The competitive choice of innovation adoption: A finite-fuel singular stochastic control problem.
- n. 208 Riccardo Cambini - Laura Carosi, On the pseudoaffinity of a class of quadratic fractional functions
- n. 209 Riccardo Cambini - Claudio Sodini, A Finite Algorithm for a Class of Non Linear Multiplicative Programs.
- n. 210 Alberto Cambini - Dinh The Luc - Laura Martein, A method for calculating subdifferential Convex vector functions
- n. 211 Alberto Cambini - Laura Martein, Pseudolinearity in scalar and vector optimization.
- n. 212 Riccardo Cambini, Necessary Optimality Conditions in Vector Optimization.
- n. 213 Riccardo Cambini - Laura Carosi, On generalized convexity of quadratic fractional functions.
- n. 214 Riccardo Cambini - Claudio Sodini, A note on a particular quadratic programming problem.
- n. 215 Michele Longo - Vincenzo Valori, Existence and stability of equilibria in OLG models under adaptive expectations.

Elenco dei report pubblicati

- n. 216 Luciano Fanti - Piero Manfredi, Population, unemployment and economic growth cycles: a further explanatory perspective
- n. 217 J.R.Williams, P.Manfredi, S.Salmaso, M.Ciofi, Heterogeneity in regional notification patterns and its impact on aggregate national case notification data: the example of measles in Italy.
- n. 218 Anna Marchi, On the connectedness of the efficient frontier: sets without local efficient maxima
- n. 219 Laura Lecchini - Odo Barsotti, Les disparités territoriales au Maroc au travers d'une optique de genre.

Anno: 2002

- n. 220 Gilberto Ghilardi - Nicola Orsini, Sull'uso dei modelli statistici lineari nella valutazione dei sistemi formativi.
- n. 221 Andrea Mercatanti, Un'analisi descrittiva dei laureati dell'Università di Pisa
- n. 222 E. Barucci - C. Impenna - R. Renò, The Italian Overnight Market: microstructure effects, the martingale hypothesis and the payment system.
- n. 223 E. Barucci, P.Malliavin, M.E.Mancino, R.Renò, A.Thalmaier, The Price-volatility feedback rate: an implementable mathematical indicator of market stability.
- n. 224 Andrea Mercatanti, Missing at random in randomized experiments with imperfect compliance
- n. 225 Andrea Mercatanti, Effetto dell'uso di carte Bancomat e carte di Credito sulla liquidità familiare: una valutazione empirica
- n. 226 Piero Manfredi - John R. Williams, Population decline and population waves: their impact upon epidemic patterns and morbidity rates for childhood infectious diseases. Measles in Italy as an example.
- n. 227 Piero Manfredi - Marta Ciofi degli Atti, La geografia pre-vaccinale del morbillo in Italia. I. Comportamenti di contatto e sforzi necessari all'eliminazione: predizioni dal modello base delle malattie prevenibili da vaccino.
- n. 228 I.M.Stancu-Minasian, Optimality Conditions and Duality in Fractional Programming Involving Semilocally Preinvex and Related
- n. 229 Nicola Salvati, Un software applicativo per un'analisi di dati sui marchi genetici (Genetic Markers)
- n. 230 Piero Manfredi, J. R. Williams, E. M. Cleur, S. Salmaso, M. Ciofi, The pre-vaccination regional landscape of measles in Italy: contact patterns and related amount of needed eradication efforts (and the "EURO" conjecture)
- n. 231 Andrea Mercatanti, I tempi di laurea presso l'Università di Pisa: un'applicazione dei modelli di durata in tempo discreto
- n. 232 Andrea Mercatanti, The weak version of the exclusion restriction in causal effects estimation: a simulation study
- n. 233 Riccardo Cambini and Laura Carosi, Duality in multiobjective optimization problems with set constraints
- n. 234 Riccardo Cambini and Claudio Sodini, Decomposition methods for nonconvex quadratic programs
- n. 235 R.Cambini and L. Carosi and S.Schaible, Duality in fractional optimization problems with set constraints
- n. 236 Anna Marchi, On the mix-efficient points

Anno: 2003

- n. 237 Emanuele Vannucci, The valuation of unit linked policies with minimal return guarantees under symmetric and asymmetric information hypotheses
- n. 238 John R Williams - Piero Manfredi, Ageing populations and childhood infections: the potential impact on epidemic patterns and morbidity
- n. 239 Bruno Cheli, Errata Corrige del Manuale delle Impronte Ecologiche (2002) ed alcuni utili chiarimenti
- n. 240 Alessandra Petrucci-Nicola Salvati-Monica Pratesi, Stimatore Combinato r Correlazione Spaziale nella Stima per Piccole Aree
- n. 241 Riccardo Cambini - Laura Carosi, Mixed Type Duality for Multiobjective Optimization Problems with set constraints
- n. 242 O.Barsotti, L.Lecchini, F.Benassi, Foreigners from central and eastern European countries in Italy: current and future perspectives of eu enlargement
- n. 243 A. Cambini - L. Martein - S. Schaible, Pseudoconvexity under the Charnes-Cooper transformation
- n. 244 Eugene M. Cleur, Piero Manfredi, and John R. William, The pre-and post-Vaccination regional dynamics of measles in Italy: Insights from time series analysis

Anno: 2004

- n. 245 Emilio Barucci - Jury Falini, Determinants of Corporate Governance in Italy: Path dependence or convergence?
- n. 246 R. Cambini - A. Marchi, A note on the connectedness of the efficient frontier
- n. 247 Laura Carosi - Laura Martein, On the pseudoconvexity and pseudolinearity of some classes of fractional functions
- n. 248 E. Barucci - R. Monte - B. Trivellato, Bayesian nash equilibrium for insider trading in continuous time
- n. 249 Eugene M. Cleur, A Time Series Analysis of the Inter-Epidemic Period for Measles in Italy
- n. 250 Andrea Mercatanti, Causal inference methods without exclusion restrictions: an economic application.
- n. 251 Eugene M. Cleur, Non-Linearities in Monthly Measles data for Italy
- n. 252 Eugene M. Cleur, A Threshold Model for Prevaccination Measles Data: Some Empirical Results for England and Italy
- n. 253 Andra Mercatanti, La gestione dei dati mancanti nei modelli di inferenza causale: il caso degli esperimenti naturali.