

\\ 275 \\

**La valutazione dell'attività didattica:
un confronto tra scale di misura e insiemi sfocati**

di

Michele Lalla*
Gisella Facchinetti**

Luglio 1999

* Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia
Dipartimento di Economia Politica
Via Berengario, 51
41100 Modena (Italia)
e-mail: lalla@unimo.it

** Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia
Dipartimento di Economia Politica
Via Berengario, 51
41100 Modena (Italia)
e-mail: facchinetti@unimo.it

Riassunto

I questionari utilizzati per rilevare la valutazione della didattica da parte degli studenti utilizzano spesso la scala di Likert a cinque modalità. Per ottenere un voto espresso in una scala che va da zero a dieci si discutono sia il procedimento tradizionale più semplice, sia il metodo di inferenza basato sugli insiemi sfocati. Le distribuzioni dei possibili valori numerici attribuibili alle modalità della scala di Likert sono state dedotte da una specifica indagine tra gli studenti del primo anno della Facoltà di economia di Modena volta a accertare tali valori. L'analisi dei dati raccolti ha mostrato che i valori sulla scala da zero a dieci dipendono: dal modo di porre la domanda e dai termini verbali usati per indicare le modalità; dalla domanda stessa; dal tipo di insegnamento; e dall'intensità del concetto che si sta valutando. Si è costruito quindi un sistema di inferenza sfocato, usando le distribuzioni empiriche ottenute nell'indagine, per ottenere la valutazione globale del corso. Tale sistema è stato applicato alle rilevazioni ufficiali di due corsi della Facoltà di economia e le valutazioni ottenute sono state confrontate con quelle ottenute con l'attribuzione alle cinque modalità di valori pari a due, quattro, sei, otto, e dieci. Le valutazioni risultanti del sistema di inferenza sfocato sono risultate più alte, in media, di mezzo punto circa.

Summary

The evaluation of teaching staff by students is often carried out with a questionnaire containing items which ask respondents to indicate their agreement with statements using a five-point Likert scale. To obtain a numeric value on a scale ranging from zero to ten, two possible strategies are presented: the easier traditional procedure and the fuzzy inferential system. The distributions of the numerical values attributable to the Likert scale were derived from the (empirical) data obtained through the analysis of a survey aimed at gathering the opinions (about those values) of the students attending the first year of the Faculty of Economics in Modena. The analysis showed that values on the scale ranging from zero to ten depended on the following: how the question was asked and which terms defined the five categories; the question itself; the kind of course; the intensity level of the Likert scale. A fuzzy inferential system was set up, using the empirical distributions derived from the survey, to obtain the global evaluation of teaching activity. This system was applied to the data of the official survey of the Faculty of Economics. The resulting crisp values were compared from those obtained assigning two, four, six, eight, and ten to the five-point Likert scale, respectively. The fuzzy inferential system yielded scores greater than the others, on the average, by one half.

1. INTRODUZIONE¹

La valutazione delle attività svolte nell'università comporta l'identificazione delle procedure atte a produrre informazioni dalle quali dedurre indicazioni utili: sul livello di ottimizzazione nell'uso delle risorse per ottenere i risultati desiderati (prodotto), sul livello del conseguimento degli obiettivi fissati, e sulle strategie da adottare per migliorare l'espletamento delle funzioni cui deve assolvere l'unità produttiva. In particolare, l'ateneo e la facoltà possono realizzare i propri compiti se sono dotati di una struttura adeguata e di una buona organizzazione che concerne sia i servizi agli studenti, sia i servizi alla ricerca, sia la dotazione di personale. La valutazione delle attività universitarie richiede, in funzione dei fini che devono essere conseguiti, un approccio analitico —ma anche globale e integrato— che esamini i molteplici aspetti inerenti alla struttura edilizia e organizzativa, al personale, ai servizi, alla didattica. Questi possono essere determinati in base a criteri fondati sugli equilibri dei fattori amministrativi derivanti da principi fissati a priori o dalla scienza dell'organizzazione aziendale, in tal caso si ha l'efficacia *gestionale* o interna; oppure possono essere orientati ai bisogni degli utenti (i destinatari) che possono anche essere in conflitto con i precedenti, in tal caso si ha l'efficacia *sociale* o esterna (Resmini 1993; Agnoli - Fasanella, 1996).

I risultati delle attività svolte all'interno delle università riguardano essenzialmente la didattica e la ricerca, che possono essere valutati a diversi livelli della struttura: il dipartimento, il corso di laurea, la facoltà, l'ateneo. Per la valutazione della didattica si ricorre a indicatori pertinenti agli obiettivi dell'istituzione che riguardano il "prodotto" finale del processo educativo, il conseguimento del titolo di studio prefissato. In base alle risorse e all'assetto organizzativo, si possono valutare l'efficienza e l'efficacia dei servizi nei corsi di laurea e di un'attività didattica qualunque (Johnes - Taylor, 1990; Compagnino - Gori, 1992; Gori - Mealli - Rampichini, 1993). In generale, indicazioni rilevanti si possono ottenere analizzando i percorsi di studio per individuare le caratteristiche degli abbandoni, i tassi di conseguimento dei titoli, il tasso di permanenza che si riferisce alla quantità di tempo impiegato per giungere alla meta, il tasso di rendimento che concerne il voto finale ottenuto (Johnes, 1990, 1992; Bernardi - Cordaro, 1995; Agnoli - Fasanella, 1996).

Tra tutte le attività complessivamente svolte nell'università si considerano, però, nel séguito solo alcuni aspetti che riguardano il questionario di valutazione della didattica introdotto, oramai, in molte realtà universitarie italiane per accertare il grado di soddisfazione degli utenti.² L'obiettivo è individuare le procedure più idonee per valutare l'efficienza e l'efficacia della didattica svolta in aula da uno o più docenti all'interno dei corsi, sia in termini di qualità e sia in termini di impegno dei docenti. In particolare, si confrontano i metodi tradizionali di misura dei concetti e dell'analisi dei dati con i metodi basati sull'algebra degli insiemi sfocati (*fuzzy*) atti a conseguire gli stessi obiettivi. L'indagine è stata condotta nell'ambito della Facoltà di economia dell'Università degli Studi di Modena che dall'anno accademico 1989/90 rileva le valutazioni e le opinioni degli studenti sui corsi frequentati, con un questionario ufficiale modificato più o meno profondamente nel tempo. I vari aspetti della didattica sono accertati con domande che, per esprimere le intensità dei concetti, prevedono risposte basate sulla scala di Likert a 5 modalità etichettate con numeri da 1 a 5; per esempio: (1)molto insufficiente, (2)insufficiente, (3)sufficiente, (4)buono, (5)molto buono. Si sono selezionate dal questionario ufficiale otto domande chiave e si sono disposte in un questionario breve che chiedeva ai rispondenti di specificare per ciascuna

modalità di risposta, relativa a ogni domanda, il suo valore con un voto in base a una scala da zero a dieci al fine di accertare le votazioni corrispondenti alle modalità previste dalle domande secondo gli intervistati. Il questionario breve è stato somministrato, assieme a quello ufficiale, ai frequentanti di due corsi del primo anno nell'anno accademico 1998/99 (paragrafo 2). I dati rilevati sono stati analizzati con il metodo delle misure ripetute per verificare le eventuali differenze derivanti dalla formulazione delle modalità di risposta e dal tipo di corso frequentato (paragrafo 3). Tali informazioni hanno costituito anche la base per "ancorare" il sistema di attribuzione dei valori sfocati (o *fuzzy*) alle stesse modalità verbali al fine di ottenere le valutazioni numeriche (sfocate) delle risposte date effettivamente dagli studenti. Si è costruito, quindi, un insieme di regole procedurali che si possono utilizzare per derivare una valutazione complessiva (sfocata) degli insegnamenti in base alle risposte fornite al questionario ufficiale. Il sistema di regole procedurali è stato applicato ai dati rilevati in due corsi del primo anno dell'anno accademico 1997/98. I risultati così ottenuti sono stati confrontati con quelli ricavati tramite una media dei punteggi della scala di Likert (paragrafo 4). Infine, si sono commentati gli esiti del processo adottato (paragrafo 5).

2. IL QUESTIONARIO DI VALUTAZIONE: PROBLEMI E CONTENUTI

La valutazione dell'attività didattica da parte degli studenti è spesso presentata come un atto innovativo delle procedure di controllo previste nell'ambito dell'università perché in Italia è la prima volta che si cerca di introdurre i metodi di valutazione dell'attività didattica, mentre in alcuni paesi (Stati Uniti d'America e Regno Unito) vi è una tradizione consolidata. Anche se l'introduzione della valutazione della didattica e della struttura universitaria è irrinunciabile, esistono diversi problemi di misurazione, di autoselezione dei rispondenti, di risposte seriali, di idiosincrasie individuali verso la materia, di tempi di rilevazione che possono rendere assolutamente inattendibili i giudizi espressi dagli studenti. Pertanto, la sua introduzione ha sempre suscitato molte polemiche sulla validità, sull'attendibilità, sulla precisione, e sulla significatività del giudizio espresso dagli studenti.

Le argomentazioni contro la valutazione della didattica eseguita dagli studenti assumono spesso che la loro posizione non li metterebbe in grado di valutare con cognizione l'oggetto dello studio, di essere neutrali, e di giudicare con oggettività l'operato del docente; inoltre, si sostiene che non vi sia relazione tra apprendimento e giudizio espresso perché si può imparare ugualmente pur manifestando insoddisfazione. Infine, tutte le indagini volte a rilevare la percezione soggettiva degli utenti sul valore di una istituzione e sulla validità del servizio offerto, di cui si è beneficiari, manifestano aspetti suscettibili di critiche alquanto fondate perché i giudizi dei singoli possono essere: vaghi, imprecisi o distorti per finalità non sempre note, ancorati a sistemi di valori diversi che rendono non confrontabili le valutazioni espresse, affetti da forme di reticenza o provocazione o irrisione che li invalidano. Anche la condizione di raccolta delle informazioni e la loro utilizzazione può essere non appropriata e ostacolare un corretto flusso dagli utenti ai gestori. Ciò nonostante, le percezioni soggettive degli studenti hanno un valore in sé perché esprimono istanze, difficoltà, e problemi che l'azione didattica dovrebbe in ogni caso tenere presente in quanto possono fornire elementi di riflessione per rendere più efficace la comunicazione in aula. Sostenere la loro infondatezza equivale soltanto a negare gli ostacoli che intralciano il percorso di

apprendimento dei discenti e che costituiscono, in un certo senso, la *realtà* in cui si opera. Infatti, l'esperienza sembra avvalorare l'affidabilità dei giudizi degli studenti quando riguardano aspetti che li coinvolgono direttamente, come la chiarezza dell'esposizione o il carico di lavoro appropriato (Harvey - Knight, 1997; Hativa, 1998). Altre argomentazioni contro la valutazione sono più specifiche e riguardano: sia le domande poste, cioè quali dimensioni sottoporre al giudizio; sia le modalità di raccolta dei dati, cioè i tempi e le strategie da adottare per ottenere informazioni più accurate.

2.1. La scelta del tempo di raccolta dei dati

La scelta del periodo di somministrazione del questionario non è agevole perché all'inizio delle lezioni la frequenza è più elevata, ma i frequentanti non sono ancora in grado di esprimere un giudizio. L'ultima settimana di lezione è sconsigliabile perché si ha una forte diminuzione di presenze per l'avvicinarsi degli esami. La penultima e la terzultima settimana sono le candidate ottimali perché il giudizio può essere già espresso con maggiore cognizione e il numero di frequentanti, seppur diminuito, è ancora alto. Gli studenti che hanno smesso di frequentare non esprimono il loro giudizio, ma l'abbandono della frequenza potrebbe essere proprio la conseguenza di una cattiva organizzazione didattica che sfuggirebbe alla rilevazione perché restano soltanto i migliori, i più determinati, i più motivati, o chi ha trovato congeniale e soddisfacente l'organizzazione didattica adottata. La valutazione complessiva del corso non può, poi, che essere parziale perché chi risponde potrebbe non essere in grado di tenere conto del carico effettivo di lavoro se seguisse il corso senza studiare con la giusta intensità in quanto i primi esami del suo programma sono altri insegnamenti; inoltre, esclude il giudizio sul processo di valutazione della preparazione dell'esame, ma anch'esso costituisce un elemento importante dell'organizzazione didattica: i docenti possono tenere, infatti, delle ottime lezioni e, per molteplici ragioni, condurre esami inadeguati o incapaci a cogliere con obiettività la preparazione dei candidati. Per alcuni insegnamenti la qualità consiste anche in una scelta accurata delle letture proposte, che sono spesso effettuate prima dell'esame e non durante il corso sicché è impossibile valutarlo correttamente due o tre settimane prima della fine delle lezioni. D'altronde, se la valutazione della didattica è rilevata successivamente al periodo degli esami, il giudizio può risultare inficiato dall'esito e dagli errori di memoria perché i dati retrospettivi presentano lacune e imprecisioni (Cannell - Miller - Oksenberg, 1981; Sudman - Brandburn, 1973). La scelta del periodo potrebbe indurre, quindi, una *distorsione da selezione* nelle informazioni raccolte perché tende a escludere sistematicamente alcune unità della popolazione di riferimento che forse sono notevolmente caratterizzate proprio rispetto agli obiettivi dell'indagine. Per esempio, restano esclusi gli studenti che hanno smesso di frequentare perché l'aula era troppo affollata o per preparare gli esami imminenti. In un corso in cui si prevede una lezione fissata (per settimana) per lo svolgimento degli esercizi si può verificare che vi siano studenti che frequentano solo la teoria o solo le esercitazioni e, pertanto, la scelta dell'ora da riservare alla compilazione del questionario può escludere chi non frequenta quel tipo di lezione.

La consegna del questionario dovrebbe avvenire sempre nelle stesse condizioni e le informazioni per la compilazione dovrebbero essere uguali per non indurre distorsioni incontrollate, ma attualmente non c'è una prassi consolidata e le procedure differiscono da sede a sede. Nella Facoltà di economia di Modena è il docente che, su invito del

Preside, consegna il questionario agli studenti presenti in aula sicché non solo i compilatori non ricevono una corretta presentazione e le stesse istruzioni per la compilazione, ma in diversi corsi il questionario non viene consegnato per molteplici ragioni, non sempre inconsistenti, come nel caso di un supplente esterno non informato.

I questionari compilati e riconsegnati per l'elaborazione possono presentare gravi problemi di distorsione campionaria dovuti essenzialmente all'*autoselezione* dei rispondenti che potrebbe comportare, come si è detto, una *distorsione da non-risposta* nei risultati in quanto coloro che non compilano i moduli potrebbero appartenere a categorie di soggetti che presentano giudizi tipici sulla valutazione della didattica (Cochran, 1977; Cicchitelli - Herzel - Montanari, 1997); così, chi riceve un giudizio favorevole potrebbe sospettare che abbiano risposto soltanto i più bravi; chi riceve un giudizio sfavorevole potrebbe argomentare a sua discolpa che siano stati soltanto i meno capaci a valutare la sua attività. Non c'è dubbio che meccanismi di rivalsa e di protesta (specie quando i programmi sono vasti, pesanti, e difficoltosi) potrebbero incentivare le risposte più negative (*reattività*). A volte la risposta può essere anche affetta da *leggerezza* con cui si formulano i giudizi perché l'indagine è considerata un gioco o semplicemente inutile. Una valutazione più accurata richiederebbe di scandagliare oltre l'immediata percezione soggettiva; ma più le domande sono articolate o più richiedono impegno nella compilazione dei moduli e più aumentano il carico di lavoro, la *disattenzione* del rispondente nell'espressione del giudizio, e le mancate risposte (che sono elementi negativi per ogni indagine). Il ricorso a un intervistatore elimina alcune difficoltà, ma è quasi impensabile usarlo nell'ambito della valutazione didattica. Anche un buon questionario, poi, non è sempre esente dal fenomeno delle risposte seriali (*response set*) che in questo caso potrebbe essere enfatizzato perché le condizioni e i ruoli degli attori (risentimento, reattività, stanchezza, noia) potrebbero indurre un aumento della mancata distinzione tra le domande e della propagazione della stessa risposta. Infine, può verificarsi l'effetto "trainante" di un solo elemento di giudizio: una materia difficile che richiede uno studio costante durante il corso potrebbe comportare una valutazione poco positiva sulla chiarezza del docente che a sua volta influenza la risposta sugli altri elementi, come la presenza regolare a lezione o all'orario di ricevimento che sono "oggettivamente" misurabili e verificabili. L'esame delle indagini condotte in questi anni nella Facoltà di economia sembra confermarlo.

Le difficoltà menzionate non possono che generare sfiducia sugli esiti perché non si sa *se e quanto* le valutazioni ottenute siano affidabili e non è chiaro, poi, l'uso che se ne debba fare, ossia le conseguenze di una buona o pessima valutazione. L'impossibilità di distinguere adeguatamente tra l'attendibilità statistica e l'uso amministrativo dei risultati rende controversi e confusi i dibattiti che si concentrano spesso solo nell'esaltazione della novità; ma se non ha conseguenze pratiche, la procedura rischia di diventare soltanto un elemento di visibilità e non uno strumento che possa fornire informazioni utili alla valutazione e all'organizzazione delle attività didattiche. Negli ultimi anni la valutazione della didattica è stata introdotta in molte università italiane, ma le argomentazioni contro gli esiti non sono mancate e si possono classificare approssimativamente proprio nelle due categorie citate: la capacità dei risultati di descrivere veramente e con esattezza i concetti coinvolti nell'analisi e la possibilità di derivarne indicazioni utili agli aspetti organizzativi.

L'analisi dei giudizi raccolti sinora, nella Facoltà di economia di Modena, ha mostrato che la valutazione della didattica presenta una correlazione negativa significativa, anche se non sempre elevata, con il livello percepito di difficoltà della

materia e una accentuata correlazione positiva con l'interesse per la materia che dipende a sua volta dalla presunta utilità nel lavoro futuro. Le teorie dell'apprendimento sostengono che anche il livello e la qualità delle conoscenze pregresse (prerequisiti) necessari per seguire il corso contribuiscono a determinare il rendimento, la valutazione, e la soddisfazione.³ I giudizi così rilevati devono essere tenuti in debito conto per organizzare la didattica, sí, ma occorre sempre la consapevolezza che contengono un intrigo complicato di fattori per cui attribuire importanza assoluta esclusivamente agli esiti della valutazione degli studenti rischia di generare una involuzione che potrebbe peggiorare gli obiettivi dell'insegnamento e impoverire i contenuti delle materie piú complesse. Per esempio, nei corsi di laurea con insegnamenti "omogenei", come matematica (fisica), ci si dovrebbe aspettare un interesse non inferiore alla posizione intermedia (sufficiente) per tutte le materie anche se un soggetto può prediligere l'analisi matematica (la meccanica) e avversare la geometria (l'ottica). Che pensare se accade che diversi rispondenti dichiarano di non avere alcun interesse per uno o piú insegnamenti? A un errore nella scelta del percorso di studi? Viceversa, nei corsi di laurea con insegnamenti "eterogenei", come economia e biologia, il disinteresse per alcune materie potrebbe essere molto piú frequente e motivato, la conoscenza dei prerequisiti potrebbe presentarsi diffusamente lacunosa (i cosiddetti corsi di azzeramento durano, poi, una settimana o al massimo due!). I docenti delle materie di base sarebbero, quindi, ingiustamente penalizzati dal contesto sfavorevole in cui operano. Soltanto l'analisi di dati protratta nel tempo e in località differenti potrebbe evidenziare le caratteristiche degli insegnamenti, in sé e in relazione ai corsi di laurea, che aiuterebbero a pesare e a apprezzare correttamente la valutazione degli studenti.

Le preoccupazioni dell'uso amministrativo degli esiti delle valutazioni eseguite dagli studenti possono apparire anche comprensibili per le osservazioni precedenti e si suggerisce, perciò, da piú parti (Kogan, 1989; Drenth - Van Os - Bernaert, 1989) di utilizzarli assieme ai risultati di valutazioni effettuate da esperti esterni alle istituzioni perché se ci si affida solo al giudizio degli studenti si rischia di generare comportamenti incoerenti con gli obiettivi dell'insegnamento. Infatti, l'utilizzo amministrativo dei giudizi espressi dagli studenti danno loro, sí, incisività e valore incoraggiando i docenti a migliorare l'attività didattica; ma rischiano anche di incentivare una povertà di contenuto stimolando una possibile rincorsa alla *captatio benevolentiae*. Sembra opportuno, quindi, tenere separate le informazioni sui corsi e le persone coinvolte. Nonostante le difficoltà, c'è una tendenziale unanimità nel considerare quale scopo essenziale della valutazione la raccolta di informazioni sull'attività del docente rispetto all'efficacia dei suoi metodi (Harvey - Knight, 1997; Cave - Hanney - Kogan - Trevet, 1988). Ovviamente, conoscere lo stato di inadeguatezza dei metodi utilizzati non genera automaticamente un loro miglioramento per molteplici motivi: le convinzioni personali dei docenti sulla bontà dei loro metodi, l'ottimizzazione delle risorse perché ogni cambiamento comporta un aggravio dell'impegno profuso, il conservatorismo che spesso si maschera dietro giudizi apparentemente validi e nasconde piú spesso solo la pigrizia, le difficoltà oggettive a spiegare i concetti quando gli studenti hanno una preparazione lacunosa, il possibile disinteresse per la materia presente tra i discenti.

2.2. L'oggetto dell'indagine e il questionario

La Facoltà di economia di Modena richiede a ogni studente presente in aula, verso la fine di ogni corso, di compilare un questionario che intende rilevare il loro giudizio su alcuni aspetti dell'organizzazione didattica, sul materiale utilizzato nel corso, sulla materia, sulla logistica, e alcuni dati personali. Come si è anzidetto, le domande relative alla valutazione sono formulate in accordo alla scala di Likert sicché offrono una scelta su cinque possibili modalità che, nei limiti della coerenza logica e semantica con il contenuto, sono state espresse quasi sempre con gli stessi termini verbali: (1)molto insufficiente, (2)insufficiente, (3)sufficiente, (4)buono, (5)molto buono. A ognuna di queste corrisponde un punteggio, ignoto allo studente, che per comodità è riportato su una scala di pari, estesa da due a dieci sicché la valutazione risulta espressa in decimi. In pratica, si ottengono moltiplicando per due i valori delle etichette delle modalità, riportate sopra tra parentesi. L'elaborazione statistica dei dati così raccolti fornisce, con una media aritmetica semplice dei punteggi (i valori numerici delle "misure"), il punteggio finale (voto) per alcuni concetti chiave inerenti al corso, al docente, e a altri aspetti connessi all'organizzazione.

Si può presumere che le risposte fornite sottendano un *continuum* di valori che non è misurato in modo preciso, ma soltanto secondo un diverso grado di intensità del concetto che presenta, tra l'altro, una forte variabilità individuale per cui restano ancora insoluti tutti gli aspetti tradizionali della misurazione:

- (a) "Il punteggio assegnato alle singole valutazioni, numeri pari in ordine crescente da due a dieci, corrisponde a quanto realmente lo studente intende assegnarvi?";
- (b) "Le domande così formulate hanno lo stesso peso nella valutazione finale?";
- (c) "La media aritmetica è un buon indicatore del giudizio finale?".

Per rispondere ai quesiti sopra elencati si sono selezionate otto domande dal questionario ufficiale (chiarezza, tempi dedicati all'argomento, puntualità e continuità della presenza a lezione, disponibilità del docente durante la lezione, interesse personale per la materia, difficoltà della materia, soddisfazione per il corso, quanto hai appreso in questo corso) e se ne è costruito un altro che chiedeva di esprimere per ognuna delle otto domande una valutazione numerica con una scala da zero a dieci per ciascuna modalità di risposta. Per ogni domanda, quindi, il rispondente doveva specificare cinque valori; per esempio, nella domanda relativa alla chiarezza avrebbe potuto specificare: molto insufficiente=2,5; insufficiente=4,5; sufficiente=6; buono=7,5; molto buono=9. In fase di verifica della funzionalità del questionario, si è accertato che modalità di risposta simili, e collocate molto vicine tra loro, irritavano il rispondente e inducevano a risposte seriali sicché si sono dovute modificare lievemente le forme verbali delle modalità del questionario ufficiale perché esso utilizza le modalità citate per la chiarezza anche per quasi tutte le altre domande. Il questionario breve così preparato (riportato in Appendice B) è stato sottoposto agli studenti iscritti al primo anno che hanno seguito i corsi di Matematica generale (A, B) e Economia aziendale (A, B) assieme al questionario ufficiale. Per ottenere, poi, l'indipendenza delle osservazioni si è chiesto ai presenti in aula di compilare il questionario breve solo se non l'avevano già compilato in una precedente occasione. In base alle risposte ottenute con il questionario breve si è costruito un insieme di regole di valutazione per produrre i numeri sfocati relativi a ciascuna combinazione di modalità delle risposte. Il sistema di regole è stato applicato, poi, alle valutazioni eseguite dagli studenti dell'anno accademico precedente (1997/98) perché c'è un notevole ritardo tra la raccolta dei questionari, l'immissione dei dati su un

supporto magnetico, e l'elaborazione. Ovviamente, potrebbe esserci una variabilità nei valori attribuiti alle modalità che deriva dalla diversità della popolazione rispondente; tuttavia, l'applicazione non solo è attuabile in prima approssimazione perché si può ragionevolmente supporre che la variabilità sia comunque bassa, ma se lo strumento predisposto (basato sulla logica sfocata) è "robusto" dovrebbe dare risultati attendibili anche da un anno all'altro e da un corso all'altro. La scelta dei corsi da esaminare ha riguardato, quindi, due corsi su tre di Matematica generale e un corso su due di Diritto pubblico perché in quelli di Economia aziendale e nell'altro di Diritto pubblico i questionari non sono stati consegnati nell'anno accademico 1997/98. I corsi sono suddivisi in A-L e M-Z, ma si sono indicati genericamente con A e B (senza specificare chi è A-L e chi è M-Z) per conservare l'incertezza sulla individuazione del docente.

Per dare una risposta alla domanda (a) si è eseguito un test per accertare l'ipotesi di uguaglianza dei punteggi dichiarati con quelli attribuiti d'ufficio tramite la scala di pari da due a dieci. Per la valutazione globale del corso si è sottoposto a verifica l'ipotesi di uguaglianza dei punteggi ottenuti dall'applicazione del sistema (sfocato) di regole con quelli ottenuti dalle medie dei valori attribuiti tramite la scala di pari.

Per dare una risposta alla domanda (b) si è considerato che gli insegnamenti in oggetto sono profondamente diversi, sia per la loro intrinseca difficoltà, sia per la provenienza degli studenti di una Facoltà di economia che è molto eterogenea. Dato che oltre la metà di loro proviene da istituti tecnici commerciali e dall'area umanistica, si può supporre che il corso di Matematica generale sia considerato più difficile dagli studenti. L'esperienza delle indagini precedenti mostra, infatti, una graduatoria discendente di preferenza che va dalle materie dell'area giuridica, a quelle dell'area aziendale, dell'area linguistica, dell'area economica, dell'area matematica e statistica.

Per dare una risposta alla domanda (c) l'analisi tradizionale può ricorrere all'uso delle medie pesate, che possono conseguire solo in modo approssimato lo scopo di non dare la stessa importanza alle variabili; ma l'attribuzione dei pesi è necessariamente arbitraria e una scelta più oggettiva richiede un procedimento di valutazione che tenga conto di diversi fattori soggettivi e oggettivi. Il sistema di inferenza basato sulle tecniche degli insiemi sfocati, invece, ha requisiti di duttilità e flessibilità atti a conseguire gli obiettivi fissati senza necessariamente passare per la determinazione dei pesi. Infatti, questi sistemi permettono di utilizzare come dati di ingresso le variabili verbali e di aggregare le variabili in modo diverso, pesandole secondo la rilevanza assegnata loro; soprattutto, è possibile usare come *aggregatori* delle strutture, dette "fattori di compensazione", che non sono delle medie e si adattano meglio a ciò che la mente umana applica nella realtà. Tuttavia, l'arbitrarietà e la soggettività dell'operatore non svaniscono perché sono determinanti nella costruzione del blocco di regole da utilizzare per passare dalle variabili linguistiche iniziali alle variabili intermedie che possono essere ancora linguistiche o sfocate (v. *infra*).

3. LA VALUTAZIONE NUMERICA DELLE MODALITÀ DI RISPOSTA

Il numero di studenti che ha contribuito alla valutazione delle modalità della scala di Likert sono 189, con numerosità quasi uguale tra i quattro corsi. Ogni soggetto esprime otto valutazioni per ogni modalità e le ripete per cinque volte: tante quante sono le modalità della scala di Likert; le medie e le deviazioni standard relative sono riportate in Tab. 1. La valutazione espressa dal soggetto i ($i=1, \dots, n_j$), potrebbe dipendere dal corso j

($j=1, \dots, J=4$), dal livello della scala di Likert k ($k=1, \dots, K=5$), e dal tipo di variabile indicata con l'indice l ($l=1, \dots, L=8$). Lo stesso soggetto esegue, quindi, $L \times K$ valutazioni che potrebbero variare per effetto del corso (tipo di materia) e per effetto del docente: il primo può considerarsi anche un effetto fisso, mentre il secondo costituisce un effetto casuale che nel caso specifico non è oggetto di stima perché si sono considerati solo due docenti; pertanto, è incluso come se fosse fisso combinato in un'unica variabile corso-docente, indicata per brevità solo con corso. Un modello globale per i dati rilevati, scritto in termini di matrici (Crowder - Hand, 1990; Hand - Crowder, 1996), è

$$\begin{bmatrix} y_{111} \cdots y_{11L} & y_{121} \cdots y_{12L} & y_{131} \cdots y_{1KL} \\ y_{211} \cdots y_{21L} & y_{221} \cdots y_{22L} & y_{231} \cdots y_{2KL} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{n11} \cdots y_{n1L} & y_{n21} \cdots y_{n2L} & y_{n31} \cdots y_{nKL} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 \cdots 0 \\ \vdots \\ 01 \cdots 0 \\ \vdots \\ 00 \cdots 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{11} \cdots \beta_{1K} \\ \vdots \\ \beta_{J1} \cdots \beta_{JK} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \gamma_{11} \cdots \gamma_{1L} \\ \vdots \\ \gamma_{K1} \cdots \gamma_{KL} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

o in termini più sintetici

$$\mathbf{Y} = \mathbf{XB}\Gamma + \varepsilon = \mathbf{X}\Delta + \varepsilon$$

dove \mathbf{Y} è una matrice $n \times (L \times K)$ che contiene le valutazioni ottenute per le diverse domande (L) e per i vari livelli della scala di Likert (K), \mathbf{X} è una matrice $n \times J$ che descrive la struttura di appartenenza ai diversi corsi, \mathbf{B} è una matrice $J \times K$ che esprime l'effetto sulle valutazioni dei corsi ai vari livelli k , Γ è una matrice $K \times L$ che stabilisce la struttura delle relazioni tra le L valutazioni al variare di k , ε è una matrice $n \times 1$ che indica gli errori e i cui elementi sono indipendenti e identicamente distribuiti secondo una normale $N(\mathbf{0}, \Sigma)$. La struttura (le dimensioni) di \mathbf{B} e Γ possono essere anche diverse per rappresentare altre relazioni tra gli effetti. Nella seconda formulazione Δ è una matrice $K \times (L \times K)$ i cui elementi si possono indicare con $\delta_{k'l}$.

Per analizzare i dati riportati in Tab. 1 si considera che la ripetizione delle L misure avviene per i K livelli di scelta della risposta sicché si può introdurre il fattore modalità della scala di Likert, detto solo *livello* per brevità, come variabile strumentale che esprime la variazione della misura al variare dell'intensità del concetto all'interno dei soggetti (*within subjects*). I valori medi sono stati riportati anche in Fig. A per illustrare con più efficacia come si comportano le valutazioni ai diversi livelli di intensità e si può notare che le modalità estreme presentano una "regressione" verso la sufficienza, cioè il sei, con una entità più marcata per la massima valutazione positiva. Prima di procedere all'analisi dei dati si controlla l'ipotesi di omogeneità delle varianze delle misure assunta dal modello adottato.

TAB. 1. Medie e deviazioni standard dei punteggi attribuiti alle diverse modalità della scala di Likert per tipo di corso e per tipo di domanda

Likert	Corso	C.E.	T.D.A.	P.P.L.	D.D.L.	I.P.M.	D.M.	S.C.	Q.A.C.
2 ^(*)	Matematica generale A	2,07 (1,31)	2,76 (1,83)	2,48 (1,81)	2,41 (1,46)	1,72 (2,27)	2,92 (2,33)	2,40 (2,04)	1,42 (1,57)
	Matematica generale B	2,49 (1,42)	2,89 (1,73)	2,74 (1,34)	2,59 (1,39)	1,57 (1,97)	3,64 (2,28)	2,15 (1,65)	2,28 (2,18)
n=44	Economia aziendale A	1,82 (1,22)	2,55 (1,35)	2,41 (1,35)	2,63 (1,32)	1,43 (1,60)	3,04 (1,77)	2,17 (1,48)	1,90 (1,45)
	Economia aziendale B	2,36 (1,28)	2,72 (1,39)	2,64 (1,36)	2,25 (1,42)	1,46 (1,44)	2,81 (2,14)	2,07 (1,62)	1,48 (1,68)
4	Matematica generale A	3,97 (1,08)	4,53 (1,37)	3,97 (1,52)	4,09 (1,30)	4,26 (1,29)	4,47 (1,59)	4,17 (1,39)	4,02 (1,42)
	Matematica generale B	4,49 (0,76)	4,55 (1,42)	4,5 (0,98)	4,33 (1,04)	4,25 (1,16)	4,94 (1,49)	4,13 (0,88)	4,41 (1,25)
	Economia aziendale A	4,16 (0,75)	4,34 (0,88)	4,39 (0,88)	4,24 (0,92)	4,46 (0,79)	4,65 (1,02)	4,50 (0,83)	4,45 (0,90)
	Economia aziendale B	4,38 (0,70)	4,60 (0,91)	4,51 (1,04)	4,32 (0,92)	4,41 (0,97)	4,84 (1,27)	4,48 (0,86)	4,49 (0,86)
	Matematica generale A	5,96 (0,70)	6,11 (0,93)	6,10 (1,33)	5,76 (1,10)	6,12 (1,33)	6,12 (0,76)	6,12 (1,14)	6,33 (1,02)
	Matematica generale B	5,90 (0,68)	6,12 (1,02)	6,31 (1,04)	6,02 (0,60)	5,98 (0,90)	6,28 (1,02)	5,85 (0,74)	6,14 (0,83)
6	Economia aziendale A	6,12 (0,42)	6,17 (0,72)	6,30 (0,73)	6,00 (0,35)	6,38 (0,72)	5,98 (0,73)	6,39 (0,67)	6,38 (0,76)
	Economia aziendale B	6,00 (0,32)	6,34 (0,54)	6,61 (0,59)	6,06 (0,39)	6,43 (0,54)	6,31 (0,58)	6,33 (0,54)	6,31 (0,65)
	Matematica generale A	7,74 (0,54)	7,29 (1,34)	7,84 (0,52)	7,48 (1,39)	7,42 (1,37)	7,36 (1,15)	7,34 (1,20)	7,43 (1,27)
	Matematica generale B	7,47 (0,89)	7,44 (1,01)	7,76 (0,81)	7,61 (0,49)	7,59 (0,72)	7,50 (0,86)	7,30 (0,93)	7,52 (0,71)
	Economia aziendale A	7,80 (0,57)	7,54 (0,64)	7,73 (0,70)	7,63 (0,53)	7,94 (0,62)	7,52 (0,97)	7,76 (0,57)	7,86 (0,76)
	Economia aziendale B	7,84 (0,42)	7,66 (0,54)	7,93 (0,63)	7,95 (0,44)	7,99 (0,39)	7,84 (0,82)	7,62 (0,55)	7,73 (0,66)
8	Matematica generale A	8,72 (1,75)	8,09 (2,73)	9,24 (1,45)	8,89 (1,60)	8,52 (2,43)	8,47 (2,07)	8,42 (2,01)	8,58 (1,59)
	Matematica generale B	8,99 (1,26)	8,61 (1,83)	9,39 (0,81)	9,01 (0,98)	9,01 (1,39)	8,64 (1,57)	8,72 (1,60)	9,02 (1,08)
	Economia aziendale A	9,44 (0,89)	8,95 (1,27)	9,23 (0,90)	9,22 (0,86)	9,58 (0,80)	9,10 (1,31)	9,52 (0,71)	9,35 (0,79)
	Economia aziendale B	9,47 (0,66)	9,22 (0,78)	9,33 (0,89)	9,55 (0,61)	9,62 (0,55)	9,04 (1,72)	9,23 (0,76)	9,15 (0,84)
	Matematica generale A	8,72 (1,75)	8,09 (2,73)	9,24 (1,45)	8,89 (1,60)	8,52 (2,43)	8,47 (2,07)	8,42 (2,01)	8,58 (1,59)
	Matematica generale B	8,99 (1,26)	8,61 (1,83)	9,39 (0,81)	9,01 (0,98)	9,01 (1,39)	8,64 (1,57)	8,72 (1,60)	9,02 (1,08)
10	Economia aziendale A	9,44 (0,89)	8,95 (1,27)	9,23 (0,90)	9,22 (0,86)	9,58 (0,80)	9,10 (1,31)	9,52 (0,71)	9,35 (0,79)
	Economia aziendale B	9,47 (0,66)	9,22 (0,78)	9,33 (0,89)	9,55 (0,61)	9,62 (0,55)	9,04 (1,72)	9,23 (0,76)	9,15 (0,84)

(*) La numerosità del campione è la stessa nelle modalità 4, 6, 8, 10 perché i rispondenti sono gli stessi.

Leggenda: C.E. (Chiarezza Esposizione);
T.D.A. (Tempi Dedicati agli Argomenti);
P.P.L. (Puntualità e continuità della Presenza a Lezione);
D.D.L. (Disponibilità del Docente durante la Lezione);
I.P.M. (Interesse Personale per la Materia);
D.M. (Difficoltà della Materia);
S.C. (Soddisfazione per il Corso);
Q.A.C. (Quanto hai Appreso in questo Corso).

Il test statistico M di Box per l'omogeneità della varianza-covarianza (Bernstein, 1988, pp. 331-335) mostra che l'ipotesi nulla è incoerente con i dati; infatti, come si vede da Tab. 1, le varianze decrescono al crescere dell'intensità del livello da valutare. In particolare, le varianze delle misure relative alla quinta modalità mostrano una differenza significativa in quasi tutte le domande e la soddisfazione per il corso anche in quasi tutte le modalità. Il risultato non è sorprendente perché il campo di variazione dei voti dovrebbe essere da zero a dieci, ma l'uso comune si limita a un campo che va da due (o quattro) a otto: com'è noto vi è molta più incertezza verso il basso che verso l'alto e si tocca una polemica ancora in corso (Reggio, 1999).⁴ Eccetto per il primo livello, l'eterogeneità si manifesta essenzialmente tra le due materie (matematica generale e economia aziendale) che può comportare un possibile aumento dell'errore di primo tipo e quindi i risultati che seguono hanno un valore solo descrittivo o indicativo.⁵

Le differenze tra le medie relative ai quattro corsi (detto *effetto gruppo*) risultano statisticamente significative ($F_{24;517;oss}=1,661$; $p<0,026$).⁶ Ovviamente, il fattore livello (equivalente all'*effetto tempo* nell'analisi delle misure ripetute) presenta medie che sono statisticamente diverse e mostra anche una interazione significativa con il corso ($F_{96;462;oss}=1,495$; $p<0,004$). L'ipotesi di sfericità della matrice di varianza-covarianza non è coerente con i dati sicché nell'analisi univariata si è applicata la correzione di Huynh-Feldt (1976) e si è trovato che la chiarezza dell'esposizione e l'apprendimento nel corso mostrano un'interazione significativa con il livello. I confronti tra le medie per livello mostrano che si hanno interazioni con il livello solo per la chiarezza dell'esposizione, l'interesse personale per la materia, la soddisfazione per il corso, e l'apprendimento nel corso; ma si tralascia la descrizione dei dettagli. Le valutazioni che si discostano dal giudizio medio (complessivo) espresso dagli individui per corso sono l'interesse personale per la materia, la soddisfazione, e l'apprendimento.

Nell'analisi multivariata delle misure ripetute si verificano, in genere, tre ipotesi: (a) il parallelismo dei profili, che accerta se le medie delle valutazioni nei relativi corsi hanno lo stesso andamento rispetto ai caratteri rilevati e si può così esprimere

$$H_{0(a)} : \begin{bmatrix} \beta_{1k}\gamma_{k1} - \beta_{1k}\gamma_{k2} \\ \dots \\ \beta_{1k}\gamma_{k,L-1} - \beta_{1k}\gamma_{kL} \end{bmatrix} = \dots = \begin{bmatrix} \beta_{jk}\gamma_{k1} - \beta_{jk}\gamma_{k2} \\ \dots \\ \beta_{jk}\gamma_{k,L-1} - \beta_{jk}\gamma_{kL} \end{bmatrix} \quad \forall k \in \{1, \dots, K\};$$

(b) l'uguaglianza dei profili, dato per assunto il parallelismo, che accerta l'ipotesi di uguaglianza delle variazioni delle valutazioni da una domanda all'altra nei corsi e si può così formulare

$$H_{0(b)} : \sum_{l=1}^L \beta_{1k}\gamma_{kl} = \dots = \sum_{l=1}^L \beta_{jk}\gamma_{kl} \quad \forall k \in \{1, \dots, K\};$$

(c) l'uguaglianza delle medie di gruppo, dato per assunto il parallelismo, che accerta l'ipotesi di uguaglianza delle medie (sui gruppi) delle diverse risposte è riportata di seguito

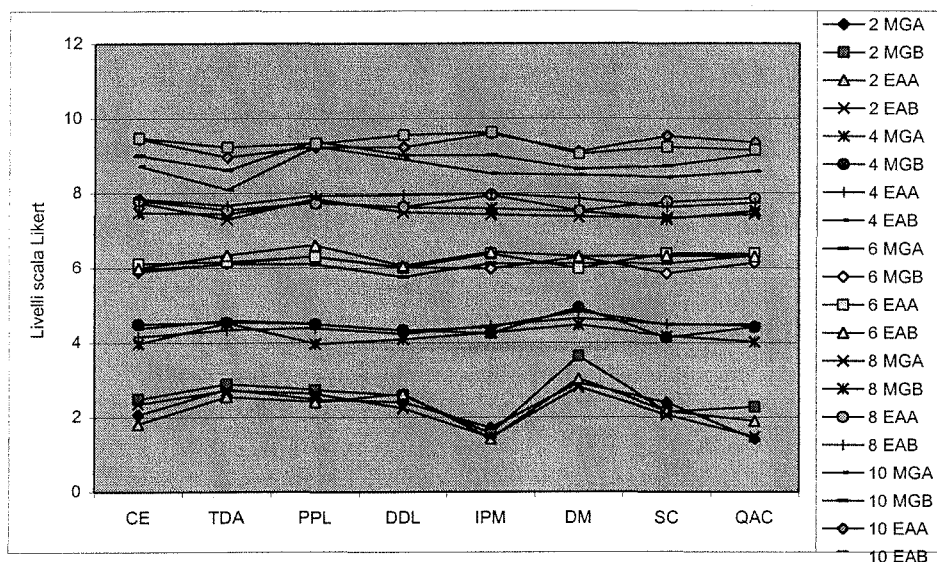
$$H_{0(c)} : \sum_{j=1}^J \beta_{jk}\gamma_{k1} = \dots = \sum_{j=1}^J \beta_{jk}\gamma_{kL} \quad \forall k \in \{1, \dots, K\}.$$

Il test sul parallelismo (a) mostra che complessivamente c'è, anche se si deve osservare che si è vicino ai valori critici perché il metodo della radice massima di Roy (Bernstein, 1988) produce un valore di probabilità ($p<0,056$) molto vicino al 5%; mentre con il

criterio *A* di Wilks l'ipotesi è coerente con i dati ($F_{21;515;oss}=1,342$; $p<0,142$): i punti critici si osservano nei giudizi sulla materia (difficoltà, soddisfazione, apprendimento). Assunto il parallelismo, anche l'ipotesi nulla di uguaglianza dei profili (b), ossia di uguaglianza delle variazioni delle valutazioni da una domanda all'altra è coerente con i dati ($F_{3;185;oss}=0,889$; $p<0,442$). Assunto il parallelismo, l'ipotesi di uguaglianza delle medie di gruppo per le varie domande (c) non è coerente con i dati ($F_{7;179;oss}=18,871$; $p<0,001$) e l'analisi dei contrasti (o univariata) mostra che le domande che non presentano variazioni significative tra loro (in media) sono: il tempo dedicato agli argomenti, la puntualità della presenza a lezione, e la disponibilità del docente.

I sistemi di ipotesi precedenti possono essere verificati separatamente anche per ogni livello *k* e sulla base dei risultati presentati non sarebbe neanche necessario aggiustare i test per proteggersi dall'errore di prima specie a causa delle ripetute verifiche di ipotesi eseguite. La correzione si può attuare, per esempio, con il metodo di Bonferroni (Morrison, 1976, p. 33). I risultati ottenuti (anche corretti per la ripetizione) si possono considerare simili ai precedenti con differenze che diventano sempre più marcate all'aumentare dell'intensità del livello *k*: sotto la modalità sufficiente si ottengono le stesse conclusioni, ma non c'è differenza tra i corsi; la modalità sufficiente presenta differenze appena significative tra i corsi e sull'assenza di parallelismo, che diventano più marcate per i livelli superiori. Le differenze delle medie tra le materie risultano confermate, mentre non sono significative le differenze delle medie tra i corsi all'interno della stessa materia.⁷

FIG. A. *Punteggi medi per livello della scala di Likert*



Per verificare se i punteggi attribuiti dagli studenti alle modalità della scala di Likert corrispondono ai punteggi attribuiti con la scala di pari che va da due a dieci —domanda (a) del paragrafo 2.2— si è applicato lo schema di analisi precedente alle variabili ottenute dalle differenze tra le due attribuzioni. La struttura delle diversità tra le medie dei punteggi sopra descritta rimane pressoché inalterata: le medie delle differenze variano in modo significativo da un corso all'altro (effetto gruppo) e da un livello all'altro della scala di Likert. In particolare, come si può vedere in Tab. 1, gli scarti sono

tendenzialmente positivi nelle modalità inferiori alla sufficienza e negativi in quelle superiori, specialmente nella modalità estrema valutata con dieci.

4. LA LOGICA FUZZY

Gli elementi essenziali della logica basata sugli insiemi sfocati sono riportati nell'appendice A; qui si descrivono succintamente soltanto i sistemi inferenziali sfocati (*Fuzzy Inferential System*, FIS) e la teoria del controllo sfocato (*Fuzzy Logic Control*, FLC) che affrontano i problemi di controllo in situazione di incertezza e imprecisione (von Altrock, 1997; Zimmermann, 1996; Bojadziev - Bojadziev, 1997). Le metodologie classiche della teoria del controllo utilizzano modelli che semplificano gli eventi naturali usando diversi approcci con varie equazioni da risolvere e la loro valutazione si basa sull'accuratezza della rappresentazione della realtà, ma la costruzione dei modelli è quasi impossibile per i fenomeni complessi e capita spesso nei problemi economici e finanziari in cui vi sono numerose variabili tra loro interagenti. I metodi basati sulla logica degli insiemi sfocati imitano, invece, il ragionamento umano e iniziano il loro processo dai concetti le cui intensità sono espresse o descritte da espressioni verbali usate correntemente (*variabili linguistiche*); nel caso in oggetto, le variabili linguistiche sono: apprendimento, interesse, soddisfazione, e così via. Le modalità descrittive (valori) di una data variabile linguistica sono dette *termini*; per esempio, nella variabile linguistica "interesse" i termini sono: nullo, scarso, medio, alto, molto alto. Tutte le variabili linguistiche iniziali sono esaminate per individuare eventuali appartenenze a concetti omogenei e a questo punto comincia la costruzione di un sistema di inferenza sfocato che si sviluppa in genere secondo un procedimento che prevede quattro passi.

Il primo passo consiste nella trasformazione dei termini in numeri sfocati definiti su \mathfrak{R} (*fuzzification*). I modi di esecuzione possono essere molteplici perché si possono derivare da: distribuzioni di probabilità, da serie storiche analizzate tramite reti *neurosfocate*, da dati empirici, da distribuzioni ottenute da un campione di votanti estratto dalla popolazione di riferimento (*voted for*) che classificano ogni valore del dominio della variabile linguistica secondo una scala predeterminata.

Il secondo passo concerne la formulazione delle regole che connettono l'antecedente con il conseguente, dette "IF-THEN rules", che funzionano nel seguente modo: (a) si definiscono i termini delle variabili sia di ingresso (*input*), sia di uscita (*output*); (b) si costruisce il blocco di regole; per esempio, «SE l'interesse è stato scarso E la soddisfazione è stata alta ALLORA il giudizio sulla materia sarà medio». Si devono inserire, quindi, tutti i termini delle variabili di ingresso che attiveranno più di una regola, ma con valori di attivazione diversi gli uni dagli altri. La costruzione del blocco di regole è uno dei fattori più importanti, più complessi, e più discutibili perché l'intervento dell'operatore è determinante e suscettibile di decisioni estremamente soggettive. Infatti, per formulare le regole in modo sensato è necessario che l'operatore conosca il problema e sia un esperto: quanto più è abile, tanto più un sistema di inferenza sfocato funziona bene nell'individuare una "buona soluzione". Pertanto, non può essere usato per determinare la soluzione ottima del problema che è tipico della teoria classica del controllo. La determinazione dell'*ottimo* nella vita reale rappresenta un problema difficile e soggetto a interpretazioni sfumate che si accordano proprio con la logica basata sugli insiemi sfocati (Bojadziev - Bojadziev, 1997; Zadeh, 1994).

Il terzo passo riguarda l'aggregazione delle regole per ottenere in uscita un numero sfocato che prende, come dati iniziali, i pesi con cui vengono attivate le singole regole, detto implicazione dell'antecedente al conseguente e aggregazione del conseguente. Vi sono vari metodi per aggregare le variabili e le regole. I più usati sono quelli del MIN e del MAX, opportune combinazioni convesse (medie) fra i risultati degli operatori di MIN e MAX, e altri chiamati di "compensazione" di cui il più utilizzato è l'operatore GAMMA introdotto da Zimmermann e Zysno (1980, 1983). I criteri di scelta degli operatori che si possono adottare sono diversi e dipendono essenzialmente dal problema; tuttavia, anche per problemi complessi i metodi più usati sono quelli del MIN e del MAX perché molto semplici da valutare, nonostante abbiano il difetto di non essere iniettivi e, perciò, una sola delle due funzioni di appartenenza interviene nella valutazione. Tale inconveniente è stato risolto, invece, dall'operatore di compensazione GAMMA

$$\mu = \left(\prod_{i=1}^m \mu_i \right)^{(1-\gamma)} \left(1 - \prod_{i=1}^m (1 - \mu_i) \right)^{\gamma}$$

che è stato usato nell'applicazione proposta in quanto permette di tenere conto di più condizioni che sono soddisfatte compensando l'eccesso di soddisfazione dell'una con una carenza di soddisfazione dell'altra, ma la scelta di γ non né semplice e né univoca.⁸

Il quarto passo applica l'operazione inversa del primo per riottenere un dato numerico (*crisp value*) dal numero sfocato (*defuzzification*) che rappresenterà il valore della soluzione del problema. Tra i metodi di trasformazione si ricordano quelli del baricentro (*Center of Gravity*, CoG) e del medio del massimo (*Medium of Maximum*, MoM) perché sono tra i più utilizzati. Il metodo del baricentro, detto anche CoA (*Center of Area*), assume come valore numerico risultante l'ascissa del baricentro della figura solida delimitata dall'insieme sfocato di uscita; i calcoli eseguiti in pratica, però, rappresentano una approssimazione più o meno accurata delle coordinate. Il metodo del medio del massimo assume come valore numerico risultante la media dei punti di massimo assoluto della funzione di uscita.

4.1. Trasformazione dei termini in numeri sfocati

Il primo passo ha riguardato la trasformazione dei termini delle variabili linguistiche in numeri sfocati e ha comportato un accertamento empirico delle valutazioni diffuse nella popolazione di riferimento raccolte con un questionario riportato in appendice B che conteneva solo alcune domande salienti del questionario tradizionale e, come detto, sono: chiarezza, tempi dedicati all'argomento, puntualità e continuità della presenza a lezione, disponibilità del docente durante la lezione, interesse personale per la materia, difficoltà della materia, soddisfazione per il corso, quanto hai appreso in questo corso. I punteggi rilevati per ogni termine delle domande sono stati analizzati, anche graficamente, per individuare la forma, il picco, e l'ampiezza del numero sfocato corrispondente. Quasi tutti i termini sono stati rappresentati tramite funzioni trapezoidali per i termini agli estremi e funzioni triangolari per i termini intermedi, come in Fig. B, dove per l'esempio si usa solo la variabile apprendimento nel corso che si descrive di seguito in dettaglio. Nella Fig. C è riportato l'istogramma corrispondente alla modalità "niente", dove si può notare che la maggior parte degli studenti attribuisce a questo termine valori compresi tra zero e quattro. Il valore medio dei punteggi assegnati al

termine “niente” è uguale a 1,8. La rappresentazione del termine “niente” (Fig. B) è stata effettuata fissando il massimo grado di appartenenza tra 0 e 4,2 e grado di appartenenza decrescente tra 4,2 e 6, in analogia con l’istogramma riportato in Fig. C.

Il termine linguistico “poco” presenta un andamento concentrato nei valori 3, 4, e 5 (Fig. D). La media dei punteggi assegnati al termine è 4,3. La rappresentazione del termine “poco” è stata eseguita tramite un triangolo con il picco in 5, con grado di appartenenza crescente tra 1,5 e 5 e con grado di appartenenza decrescente tra 5 e 6,5 (Fig. B). Come misura di tendenza centrale qui si è scelta la moda perché sembrava più aderente all’istogramma empirico, per la stessa ragione in altri casi si è scelta la media.

Il termine linguistico “quanto mi aspettavo” presenta un andamento ancora più concentrato nei valori 6 e 7 (Fig. E); infatti, il valore medio dei punteggi è 6,3. Anche per il termine “quanto mi aspettavo”, la rappresentazione è avvenuta con un triangolo avente il picco in 6,3 e il grado di appartenenza crescente tra 4,5 e 6,3 e con grado di appartenenza decrescente tra 6,3 e 8 (Fig. B).

Il termine linguistico “più di quanto mi aspettavo” presenta un andamento pressoché simmetrico attorno al valore 8, se si trascura una piccola frazione di rispondenti concentrata nel valore 2 (Fig. F), con un valore medio dei punteggi pari a 7,6. Anche per il termine “più di quanto mi aspettavo”, la rappresentazione è avvenuta con un triangolo avente il picco in 7,6 e il grado di appartenenza crescente tra 5,5 e 7,6 e con grado di appartenenza decrescente tra 7,6 e 10,5 (Fig. B).

Il termine linguistico “molto” presenta un andamento diverso da tutti gli altri: una moda in 10 e un andamento crescente a partire da 5, se si trascura una piccola frazione di rispondenti nel valore 3: la massima concentrazione è tra 8 e 10; mentre il valore medio dei punteggi è pari a 9 (Fig. G). Per il termine “molto” si è utilizzata una rappresentazione con grado di appartenenza crescente tra 6,5 e 9 e con grado di appartenenza massimo tra 9 e 10,5 (Fig. B).

FIG. B. Variabile di ingresso: apprendimento

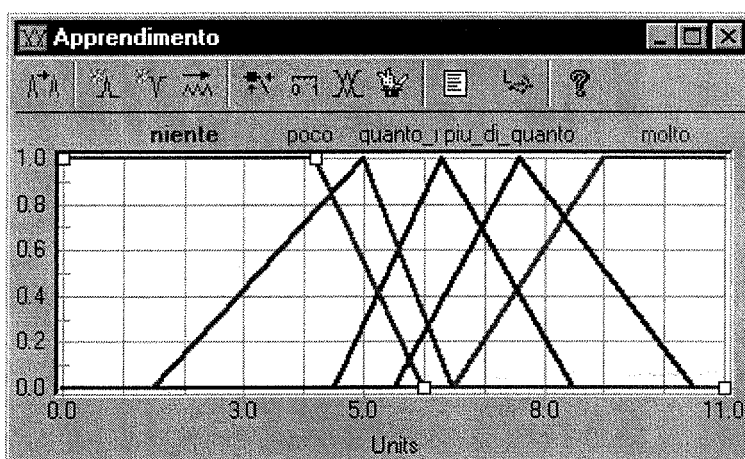


FIG. C. *Istogramma del termine linguistico: "niente"*

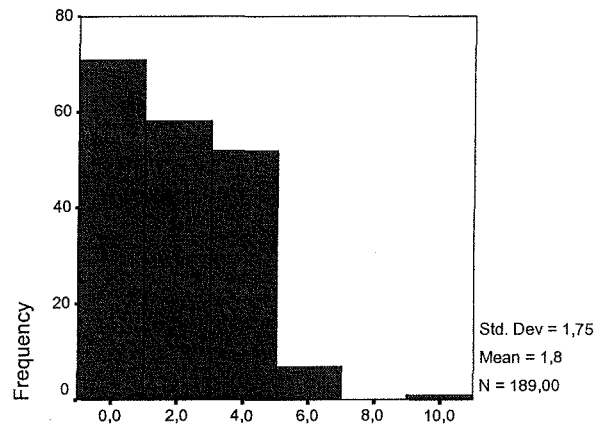


FIG. D. *Istogramma del termine linguistico: "poco"*

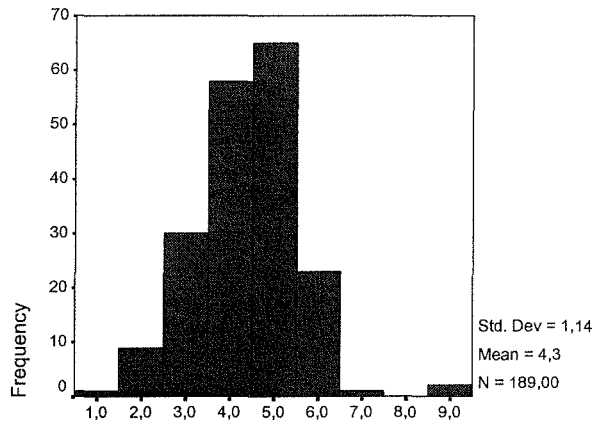


FIG. E. *Istogramma del termine linguistico: "quanto mi aspettavo"*

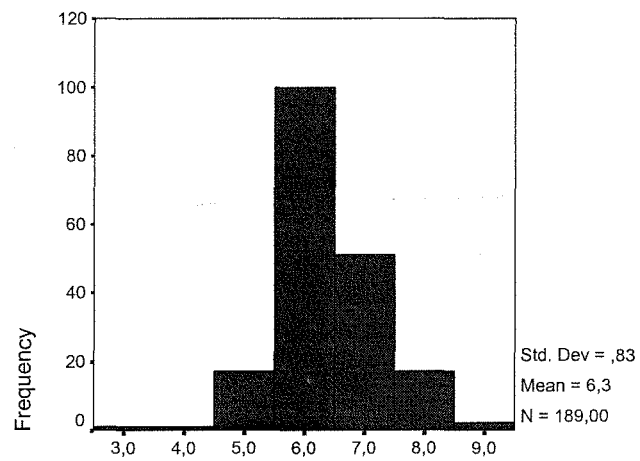


FIG. F. *Istogramma del termine linguistico: “più di quanto mi aspettavo”*

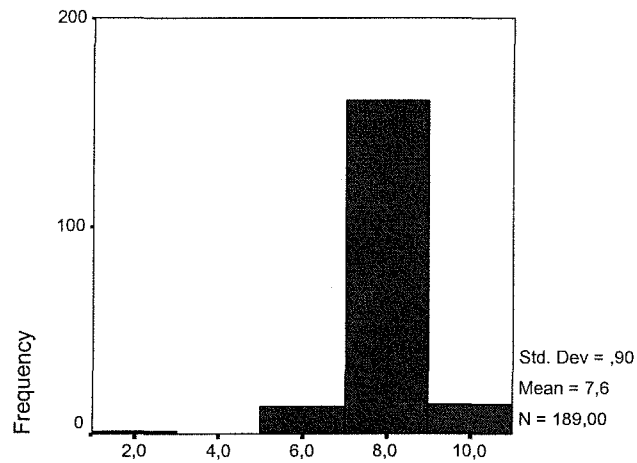
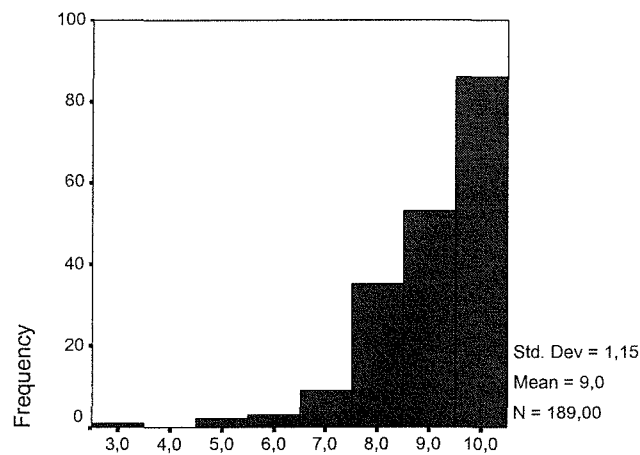


FIG. G. *Istogramma del termine linguistico: “molto”*



4.2. Creazione del blocco di regole

La creazione del blocco di regole è strettamente connessa allo schema di inferenza che si adotta e all'obiettivo che si deve conseguire con la valutazione che, nel caso specifico, si limitava a un accertamento esplorativo sul funzionamento del sistema di inferenza sfocato e al conseguimento, perciò, di una valutazione globale del corso. Le otto domande considerate sono state suddivise in quattro “domini”, come riportato in Fig. H, che riguardavano la difficoltà della materia con l'unica domanda prevista sull'argomento, il giudizio sulla materia (apprendimento, interesse, soddisfazione), l'organizzazione della didattica (chiarezza dell'esposizione e tempi dedicati agli argomenti), e le caratteristiche del docente (puntualità e disponibilità). Il sistema completo è formato, quindi, da cinque blocchi di regole che trattano le diverse combinazioni dei termini delle variabili di dominio: la prima aggrega apprendimento, interesse, e soddisfazione; la seconda aggrega la chiarezza e i tempi dedicati agli argomenti; la terza aggrega puntualità e disponibilità del docente; la quarta aggrega la

difficoltà della materia con i risultati della prima e della seconda aggregazione; la quinta aggrega gli esiti della quarta con quelli della terza.

Per motivi di spazio si esaminano solo alcuni dettagli del primo blocco di regole tra quelli sopra elencati e si descrive il procedimento fino in fondo tralasciando lo sviluppo esplicito degli altri blocchi e delle loro attivazioni. Il primo blocco di regole è riportato in Fig. I parzialmente, solo 21 regole su 97, per mostrare come procede il meccanismo di costruzione. In base allo schema del sistema di inferenza proposto (Fig. H) e al numero di termini previsti per ogni variabile linguistica, il primo blocco di regole avrà 125 possibili risposte (5^3). Alcune di queste sono state eliminate, e di attive ne sono rimaste 97. L'eliminazione ha seguito delle regole di valutazione specifiche e se ne illustrano solo alcune per chiarire la logica con cui si è proceduto: se la variabile apprendimento fornisce la risposta "niente" (regola 1), si è deciso che qualunque fosse la risposta alle altre due domande, l'esito dell'uscita "giudizio sulla materia" dovesse essere "very low"; se la risposta alla domanda apprendimento è stata "poco" e alla domanda interesse è stata "nullo", allora la risposta dell'uscita deve essere "low". I risultati linguistici che si ottengono —cioè "very low", "low", "medium", "high", "very high"— sono i termini linguistici della variabile intermedia "giudizio sulla materia", che esprime il giudizio sulla materia per ciascuno studente.

FIG. H. Sistema di inferenza per la valutazione del docente

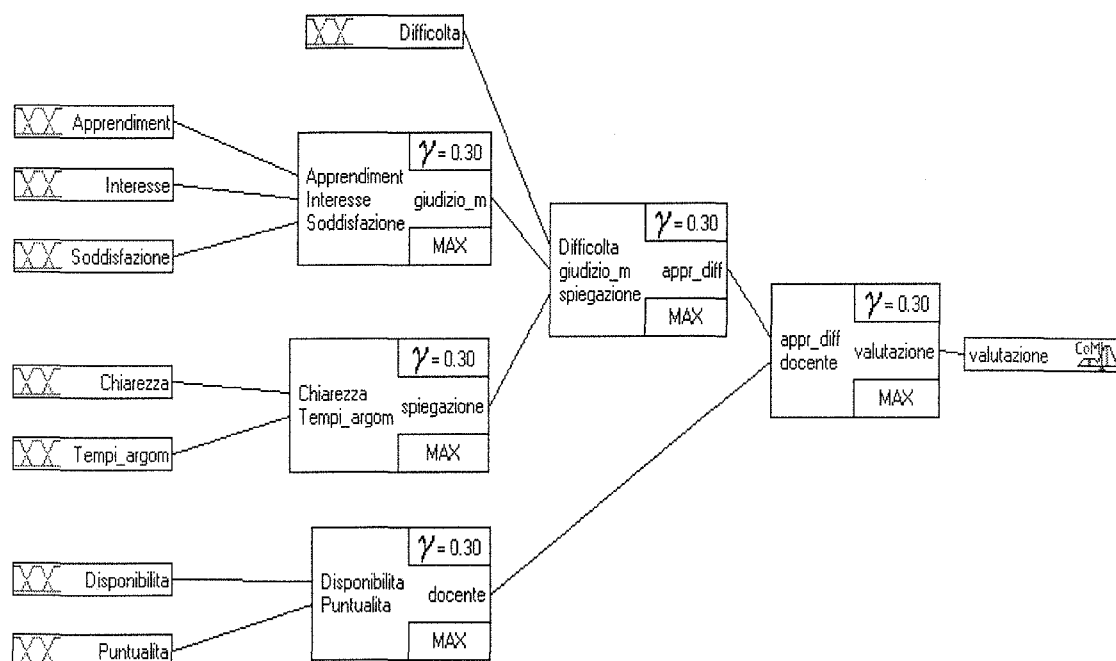


FIG. I. Primo blocco di regole

	IF			THEN	
	Apprendim	Interesse	Soddisfazi	DioS	giudizio_m
1	niente			1.00	very_low
2	poco	nullo		1.00	low
3	poco	scarso	per_niente	1.00	low
4	poco	scarso	poco_sodda	1.00	low
5	poco	scarso	mediament	1.00	low
6	poco	scarso	piuttosto_s	1.00	low
7	poco	scarso	molto_sod	1.00	medium
8	poco	medio	per_niente	1.00	low
9	poco	medio	poco_sodda	1.00	low
10	poco	medio	mediament	1.00	medium
11	poco	medio	piuttosto_s	1.00	medium
12	poco	medio	molto_sod	1.00	medium
13	poco	alto	per_niente	1.00	medium
14	poco	alto	poco_sodda	1.00	medium
15	poco	alto	mediament	1.00	medium
16	poco	alto	piuttosto_s	1.00	medium
17	poco	alto	molto_sod	1.00	medium
18	poco	molto_alto	per_niente	1.00	medium
19	poco	molto_alto	poco_sodda	1.00	medium
20	poco	molto_alto	mediament	1.00	medium
21	poco	molto_alto	piuttosto_s	1.00	medium

4.3. Aggregazione delle regole e soluzione numerica finale

Terminata la costruzione di tutti i blocchi di regole, si passa alla costruzione della variabile di uscita che fornisce la valutazione finale del corso perché prima di attivare la procedura è necessario fornire al sistema di inferenza sfocato anche i termini della variabile di uscita (von Altrock, 1997). I termini linguistici utilizzati nella sua definizione sono espressi con sette termini (modalità): “molto insufficiente” fra 2 e 3,5; “insufficiente” fra 2 e 4,5; “scarso” fra 3,5 e 6; “sufficiente” fra 4,5 e 7,5; “buono” fra 6 e 8,5; “molto buono” fra 7,5 e 10; “ottimo” fra 8,5 e 10 (Fig. J). Si può procedere, quindi, all’inserimento dei dati numerici.

Si considera uno dei casi analizzati (un rispondente) per illustrarne il funzionamento. Le variabili di ingresso erano: apprendimento 6; interesse per la materia 8; soddisfazione per il corso 6; tempi dedicati agli argomenti 6; chiarezza dell’esposizione 8; puntualità e continuità della presenza a lezione 10; disponibilità del docente durante la lezione 10; difficoltà della materia 6. Si considerino le prime tre variabili coinvolte nel primo blocco di regole. Come si vede dalla Fig. K, il valore della variabile di ingresso apprendimento, pari a 6, attiva contemporaneamente tre regole: “poco” con grado di appartenenza pari a 0,33; “quanto mi aspettavo” con grado di appartenenza pari a 0,83; e “più di quanto mi aspettavo” con grado di appartenenza pari a 0,24. La variabile interesse per la materia è 8 e attiva: il termine “medio” con grado di appartenenza pari a 0,22; “alto” con grado di appartenenza pari a 0,83; e “molto alto” con grado di appartenenza pari a 0,45 (Fig. L). La soddisfazione per il corso è 6 e attiva: il termine “poco soddisfatto” con grado di appartenenza pari a 0,33; “mediamente soddisfatto” con grado di appartenenza pari a 0,88 (Fig. M).

L’aggregazione dell’antecedente è stata eseguita con l’operatore GAMMA in cui

si è scelto il valore del parametro γ uguale a 0,3 e l'aggregazione del conseguente è stata effettuata con il metodo del MAX (primo blocco in seconda colonna della Fig. H).⁹ Queste due operazioni forniscono un grafico intermedio che mostra la variabile giudizio sulla materia, riportato in Fig. N, dove si può notare che la variabile non è rappresentata mediante funzioni di appartenenza e ha solo una valenza lessicale perché questo risultato diventerà uno dei valori di ingresso del quarto blocco di regole che richiede di nuovo l'inserimento dei termini (linguistici); la sua funzione è, perciò, quella di permettere il collegamento fra più blocchi di regole.

Si è operato analogamente anche per gli altri blocchi di regole inserendo i rimanenti dati relative alle cinque domande proposte e si ottiene uno schema finale tipo che è riportato in Fig. O. Il risultato è l'unione di figure trapezoidali e/o triangolari di cui si calcola, poi, il baricentro. Il programma utilizzato per il calcolo, *Fuzzy TECH* (von Altrock, 1997), utilizza una sua approssimazione che si limita a riportare i valori singoli di attivazione con le corrispondenti funzioni di appartenenza e nella figura è direttamente riportata la soluzione ottenuta:

$$\text{Valutazione} = \frac{(0.08 * 6) + (0.66 * 7.5) + (0.47 * 8.5)}{0.08 * 0.66 * 0.47} = 7.7945 \approx 7.8$$

FIG. J. Variabile di uscita: valutazione globale del corso

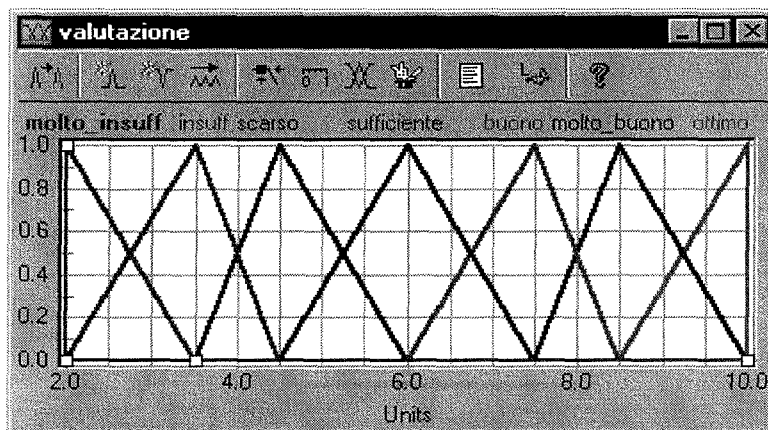


FIG. K. *Variabile apprendimento con attivazione funzioni di appartenenza*

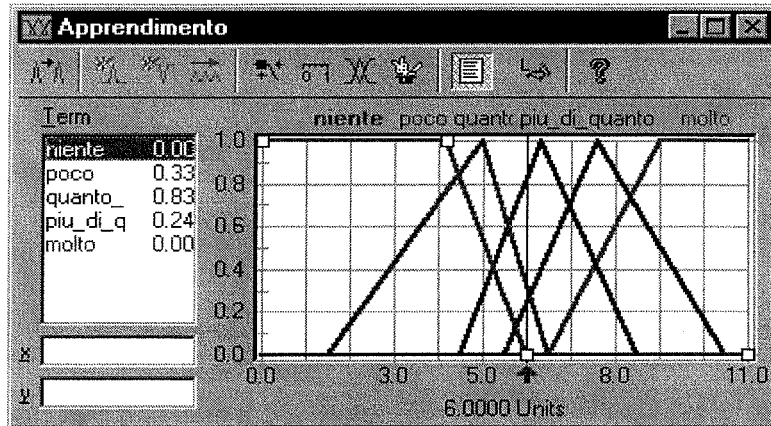


FIG. L. *Variabile di ingresso: interesse per la materia*

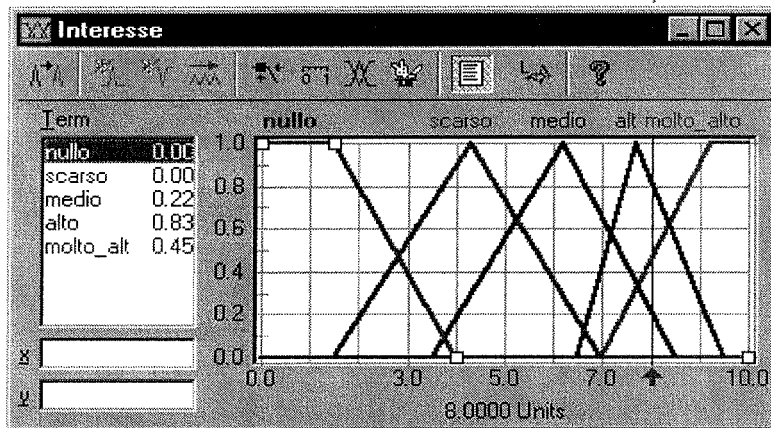


FIG. M. *Variabile di ingresso: soddisfazione per il corso*

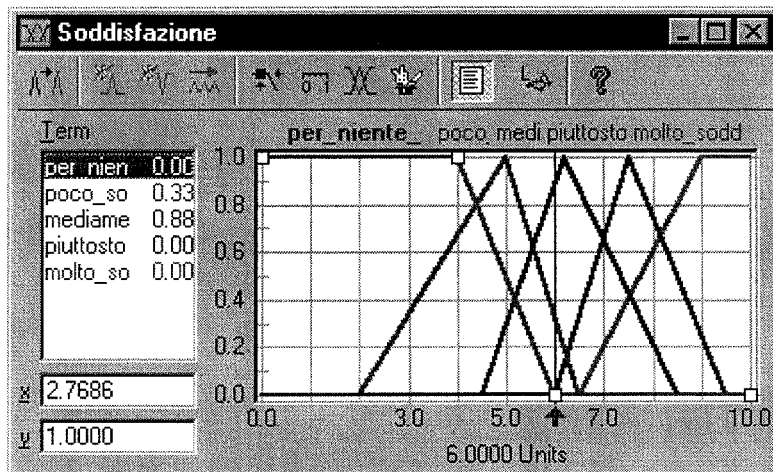


FIG. N. Variabile intermedia: "giudizio sulla materia"

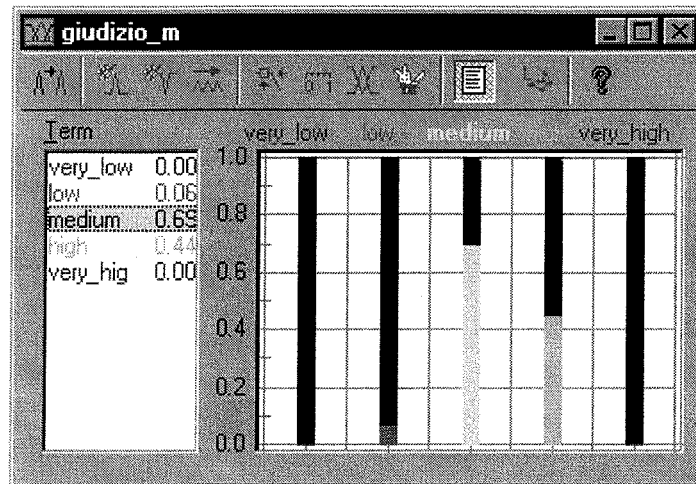
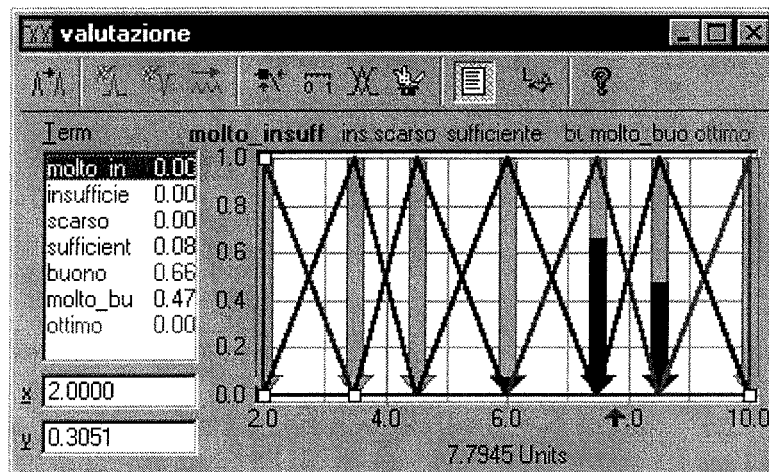


FIG. O. Variabile di uscita finale: valutazione del corso



4.4. Punteggi derivanti dagli insiemi sfocati e punteggi derivanti da medie

La valutazione globale del corso ottenuta con il sistema di inferenza sfocato, y , è stata confrontata con le medie dei punteggi, x , della scala di Likert sui pari da 2 a 10. I due punteggi dovrebbero essere fortemente correlati se gli strumenti di misura fossero validi e attendibili perché misurano entrambi lo stesso concetto con la stessa scala e provengono sempre dallo stesso soggetto. Le due valutazioni si possono analizzare secondo un modello di regressione lineare semplice nel quale si dovrebbe avere l'intercetta, β_0 , statisticamente uguale a zero e il coefficiente angolare, β_1 , statisticamente uguale a uno perché si presume che la corrispondenza tra i valori numerici dei due risultati sia quasi esatta. I valori attesi sembrano complessivamente soddisfatti nel campione. Le stime hanno fornito, infatti, $\beta_0=0,345$ (e.s.=0,195) che indica una coerenza dei dati con l'ipotesi di intercetta nulla. La stima del coefficiente angolare dà $\beta_1=1,031$ (e.s.=0,025) e comporta ancora la coerenza con l'ipotesi nulla

$\beta_1=1$, che implica una valutazione identica dei due strumenti di misura. Ciò nonostante, la differenza delle medie dei due punteggi risulta significativamente diversa da zero sia per tutto il campione ($t_{438;oss}=27,68$; $p<0,001$), sia per i singoli corsi accertata con l'analisi della varianza secondo il criterio di classificazione tipo di corso ($F_{3;436;oss}=5,875$; $p<0,003$). In Tab. 2 sono riportati i dati essenziali sia dell'analisi di regressione lineare, sia del confronto delle medie per campioni dipendenti relativi ai singoli corsi e al totale. Dalla Tab. 2 si vede che i corsi di Diritto pubblico e di Matematica generale A presentano andamenti significativamente divergenti e con l'intercetta statisticamente diversa da zero; mentre Matematica generale B mostra un comportamento che coincide circa con la media degli altri due.

TAB 2. *Stime dei parametri della regressione lineare e relativi errori standard (e.s.), medie e deviazioni standard (d.s.) per il confronto tra la valutazione finale fuzzy (VFF) ottenuta con il sistema di inferenza sfocato e le medie aritmetiche dei punteggi di valutazione con la scala di Likert sui pari da 2 a 10 (MAL) per corso*

Corso	<i>n</i>	β_0 (e.s.)	β_1 (e.s.)	<i>r</i> (e.s.)	VFF - y (d.s.)	MAL - x (d.s.)	VF-MA (d.s.)	<i>T</i> (p<)
Dir.pubbl.	148	1,837 (0,425)	0,838 (0,051)	0,804	8,76 (0,69)	8,27 (0,66)	0,49 (0,42)	14,24 (0,001)
Mat.gen.A	116	-0,912 (0,356)	1,205 (0,048)	0,919	7,90 (1,14)	7,32 (0,87)	0,58 (0,48)	13,01 (0,001)
Mat.gen.B	175	0,012 (0,313)	1,087 (0,040)	0,899	8,41 (0,94)	7,75 (0,78)	0,66 (0,42)	20,92 (0,001)
Totale	439	0,345 (0,195)	1,031 (0,025)	0,893	8,39 (0,98)	7,81 (0,85)	0,59 (0,44)	27,68 (0,001)

Il sistema di valutazione sfocato adottato tende a fornire, in definitiva, valutazioni più alte in media di circa mezzo punto. Tuttavia, la media dei punteggi della scala di pari non tiene conto del sistema di ancoraggio della popolazione di riferimento. Si è proceduto, perciò, a determinare una valutazione globale del corso utilizzando le medie riportate in Tab. 1, ma per semplicità non si sono differenziate per tipo di corso. I risultati dell'analisi hanno mostrato un aumento delle tendenze mostrate in Tab. 2: la valutazione globale ottenuta con le medie dei valori medi attribuiti alle modalità della scala di Likert risulta inferiore di circa nove decimi a quella ottenuta con il sistema di inferenza sfocato; il coefficiente angolare della retta per tutto il campione è $\beta_1=1,345$ (e.s.=0,032) significativamente più grande di 1 e l'intercetta minore di zero $\beta_0=-1,679$ (e.s.=0,241). La scala di pari da due a dieci dà risultati intermedi, è semplice da applicare, e sembra complessivamente soddisfacente.

5. CONCLUSIONI

Le valutazioni attribuite dagli studenti alle cinque modalità della scala di Likert corrispondono approssimativamente ai punteggi assegnati d'ufficio con una scala di pari che va da due a dieci. In particolare, i punteggi attribuiti alle modalità inferiori o uguali alla sufficienza corrispondono abbastanza bene al sistema adottato con una tendenza a essere poco più alti, mentre mostrano una visibile contrazione per le modalità superiori alla sufficienza provocando un abbassamento della valutazione complessiva dei corsi.

Il sistema sfocato presenta una procedura indubbiamente più flessibile, anche se la flessibilità può essere un effetto dell'arbitrarietà delle scelte dell'operatore. I risultati ottenuti sono stati complessivamente soddisfacenti, anche se hanno mostrato un punteggio finale per corso mediamente più alto della media ottenuta con i punteggi della scala di pari che va da due a dieci. Lo scarto diventa ancora più marcato se alle modalità della scala di Likert si attribuiscono le medie dei valori che gli studenti hanno loro assegnato. L'aspetto più delicato e controverso della procedura risiede, come si è detto, nella costruzione del blocco di regole che se da un lato garantisce una maggiore aderenza della procedura alla realtà, dall'altro risente notevolmente delle scelte effettuate a monte che riguardano la struttura delle relazioni tra i termini. La possibilità di trattare i termini linguistici con grandezze quantitative, anche molto approssimative, offre la possibilità di applicare in modo meno problematico le tecniche di analisi dei dati quando si devono misurare caratteri qualitativi ordinabili e questo rappresenta una potenzialità non trascurabile degli insiemi sfocati in molti campi di applicazione; si veda, per esempio, l'articolo di Viswanathan e Childers (1999).

I procedimenti presentati costituiscono i passi preliminari per realizzare un sistema di valutazione della didattica che sia soddisfacente e che tenga conto della complessità e degli aspetti multiformi delle questioni indagate. I risultati sembrano indicare che anche un sistema grezzo e approssimativo è in grado di fornire una valutazione sensata che deve essere tenuta in debito conto da parte degli operatori: sia professori, sia amministratori. Inoltre, si deve rilevare che la procedura basata sul punteggio della scala di pari, sebbene sembri più grossolana in apparenza e non sia esente da critiche, ha il vantaggio di essere trasparente perché la modalità di calcolo è nota subito, non contiene interventi soggettivi, risulta chiara a tutti. D'altra parte, anche un sistema di inferenza sfocato può essere altrettanto trasparente purché gli interventi soggettivi siano resi noti e da tutti accettati. Per una istituzione pubblica tali caratteristiche sono requisiti essenziali cui bisognerebbe attenersi.

Gli argomenti trattati richiedono ulteriori approfondimenti perché le valutazioni ottenute potrebbero dipendere dal genere, dal tipo di scuola di provenienza, e forse anche dal voto di diploma quale indicatore "implicito" di diverse qualità del rispondente. Inoltre, per accertare come agiscono sul giudizio sia il corso e sia la materia, si potrebbe controllare la risposta dello stesso studente in corsi diversi; ciò richiede un modello statistico più articolato di quello sopra utilizzato per l'analisi delle risposte e costituirà l'obiettivo di indagini future.

La valutazione attuata oggi negli atenei è ancora in via sperimentale e, nella maggior parte dei casi, gli effetti dei risultati sull'organizzazione e sull'attività dei docenti sono quasi nulli sicché il processo di valutazione rischia di diventare un rito inutile se non accresce la sensibilità e la responsabilità degli organi dirigenti e degli studenti verso uno strumento che potrebbe contribuire a migliorare la qualità della didattica. Tuttavia, per concludere, si rileva che il vincolo di risorse può vanificare

qualunque sforzo per migliorare la qualità dell'azione formativa con l'accertamento frequente dei problemi esistenti. Si consideri, infatti, un corso di base frequentato da numerosi studenti, come potrebbero essere Matematica generale o Statistica nella Facoltà di economia. Si supponga, poi, che l'analisi derivante dai giudizi (liberi) espressi dagli studenti e dal nucleo di valutazione interno all'Ateneo (o alla Facoltà) conducano al suggerimento seguente: anche se non è proprio opportuno, le lezioni teoriche si possono continuare a tenere davanti a una platea di duecentocinquanta discenti; le esercitazioni dovrebbero essere svolte, invece, in aule con un basso numero di frequentanti per migliorare la comunicazione con il docente e si potrebbero anche "graduare" le cognizioni richieste per partecipare ai diversi gruppi in modo da avere una preparazione omogenea tra i frequentanti (forse è proprio ciò che si dovrebbe realizzare in molti corsi). Si ipotizzi il caso in cui gli esiti debbano essere ignorati perché le carenze di fondi e di personale costringano la Facoltà a mantenere l'organizzazione adottata. A cosa sono serviti il lavoro di accertamento e le strategie di soluzioni approntate per migliorare l'efficienza e l'efficacia della didattica? A niente. Sapere cosa occorre per migliorare la didattica è importante. Sapere di non poterlo realizzare per mancanza di risorse è altrettanto importante, ma non si possono coltivare molte illusioni di miglioramento senza la disponibilità finanziaria, oltre al prerequisito essenziale della disponibilità del personale a cooperare per il miglioramento dei servizi.

NOTE

¹ Il lavoro è eseguito nell'ambito del progetto "Prototipi decisionali derivanti da *database fuzzy*" approvato e finanziato nel 1998 con le quote riservate per la ricerca orientata all'interno dell'ateneo dell'Università di Modena. Il testo è frutto della collaborazione di entrambi gli autori nella sua globalità. Tuttavia, ai fini delle attribuzioni, si precisa che: i paragrafi 1, 2, 3, 5, e l'appendice B sono da attribuire a Michele Lalla; il paragrafo 4 e l'appendice A sono da attribuire a Gisella Facchinetti. Si ringraziano, poi, Paolo Silvestri e Andrea Ginzburg che con preziosi commenti e utili consigli hanno contribuito a rendere il testo più chiaro e preciso. Responsabili di errori e eventuali omissioni sono, ovviamente, solo gli autori.

² L'Osservatorio per la valutazione del sistema universitario è stato istituito presso il Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (MURST) con DM del 22.02.1996, ma i suoi compiti sono stati definiti inizialmente dall'art. 5 della Legge 537 del 24.12.1993 (S.O. n. 121 alla G.U. n. 303 del 28.12.1993) e successivamente dagli artt. 9, 15, e 19 del D.P.R. del 30.12.1995 (G.U. n. 50 del 29.02.1996) relativo al Piano di sviluppo delle università 1994-96. Le informazioni sull'attività dell'Osservatorio e sulla documentazione prodotta si possono reperire sul sito Internet del MURST (<http://www.mur.st.it/osservatorio>), tra cui il pregevole rapporto di ricerca proprio sulla valutazione delle attività didattiche (Osservatorio, 1998).

³ Alcune proposizioni citate —e altre tipo: "la conoscenza, che costituisce il patrimonio di ogni singolo soggetto, è sempre il risultato di un'attività costruttiva e, pertanto, non può essere acquisita da chi ha un atteggiamento esclusivamente passivo" o "l'apprendimento è una funzione dell'interesse per i contenuti della materia e del grado di conoscenza dei concetti preliminari necessari per seguire lo sviluppo degli argomenti proposti" o "il corso dell'azione formativa può favorire la *viabilità* con azioni di sostegno e di influenza, di stimolo e di contenimento, ma risulta impotente di fronte al rifiuto del discente"— si possono evincere da numerosi testi concernenti le teorie dell'apprendimento, sia specifici e sia affini. Spunti e suggerimenti si trovano, tra gli altri, in Morelli e Weber (1996), Pontecorvo, Ajello, e Zucchermaglio (1993); Bruner (1996).

⁴ Lo zero appartiene naturalmente alla scala e potrebbe corrispondere all'assenza di risposta (alla c.d. "scena muta"), ma comporta un aumento del campo di variazione delle votazioni insufficienti. Anche con i punteggi che vanno da 1 a 10 il campo di variazione delle votazioni insufficienti potrebbe rimanere più elevato perché il punto medio della scala è 5,5; tutto dipende, quindi, dalla procedura di arrotondamento applicata. La tradizione nell'esercizio della valutazione mostra un ampio uso dei voti insufficienti, ma quelli sufficienti superano solo molto raramente l'8. Infatti, la valutazione eseguita degli

studenti, e riportata in Tab. 1, rivela questa contrazione per le modalità corrispondenti ai valori più elevati.

⁵ L'eterogeneità della varianza tra i gruppi può indurre a commettere errori di decisione nella verifica di ipotesi, specie quando le dimensioni dei gruppi non sono uguali (esperimento non bilanciato) e la loro numerosità è piccola (Box, 1954a,b). Nell'analisi della varianza (ANOVA) a due criteri di classificazione, senza interazione significativa, l'effetto dell'eterogeneità ha una incisività minore, a meno che la deviazione non sia molto elevata. Anche per un numero sufficientemente elevato di gruppi il test F è relativamente robusto quando la varianza nelle celle è due o tre volte più grande di quella della popolazione (Jaccard - Becker, 1997, p. 501). L'errore di primo tipo comincia a diventare inaccettabile quando la varianza della popolazione in una cella è più grande di quattro volte di quella della popolazione relativa alle altre celle. Una diminuzione della robustezza del test F si ha anche per distribuzioni che deviano dalla normalità (Harwell - Rubinstein - Hayes, 1992; Milligan - Wong - Thompson, 1987).

⁶ Il valore osservato della statistica F è quello corrispondente al criterio Λ di Wilks che risulta generalmente conveniente, può essere interpretato come il prodotto di coefficienti di non determinazione successivi, e ha la proprietà di essere connesso al criterio del rapporto di verosimiglianza per distribuzioni multivariate normali (Bernstein, 1988, p. 329).

⁷ I calcoli sono stati eseguiti con SPSS (Norusis, 1997).

⁸ La scelta del valore ottimo di γ richiede un'operazione di adattamento ai dati reali del problema; tuttavia, i valori consigliati variano tra 0,25 e 0,4 (von Altrock, 1997).

⁹ In base all'analisi della variabilità dei risultati ottenuti si è individuato il valore $\gamma=0,3$.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- M. S. Agnoli - A. Fasanella, *La scommessa sociologica. Prove tecniche di valutazione*, in «Sociologia e ricerca sociale», vol. 51, 1996, pp. 115-152.
- L. Bernardi - L. Cordaro, *La laurea e il costo. Un approccio all'analisi della spesa pubblica per laureato nelle facoltà padovane*, in «Polis», vol. IX, 3, 1995, pp. 449-470.
- I. H. Bernstein (C. P. Garbin - G. K. Teng), *Applied Multivariate Analysis*, Springer Verlag, New York and Berlin, 1988.
- G. Bojadziev - M. Bojadziev, *Fuzzy Logic for Business, Finance and Management*, «Advances in Fuzzy Systems», vol. 12, World Scientific Publishing, 1997.
- G. E. P. Box, *Some theorems on quadratic forms applied in the study of analysis of variance problems, I. Effect of inequality of variance in the one-way classification*, in «The Annals of Mathematical Statistics», vol. 25, 1954a, pp. 290-302.
- G. E. P. Box, *Some theorems on quadratic forms applied in the study of analysis of variance problems, II. Effect of inequality of variance and correlation of errors in the two-way classification*, in «The Annals of Mathematical Statistics», vol. 25, 1954b, pp. 484-498.
- J. S. Bruner, *The Culture of Education*, Harvard University Press, Cambridge (MA), 1996. Tr. it. *La cultura dell'educazione. Nuovi orizzonti per la scuola*, Feltrinelli, Milano, 1997.
- C. F. Cannell - P. V. Miller - L. Oksenberg, *Research on Interviewing Techniques*, in S. Leinhardt (ed.), *Sociological Methodology*, San Francisco (CA), Jossey-Bass, 1981, pp. 389-437.
- M. Cave - S. Hanney - M. Kogan - G. Trevet, *The Use of Performance Indicators in Higher Education: A Critical Analysis of Developing Practice*, Jessica Kingsley Publishers, London, 1988.

- G. Cicchitelli - A. Herzel - G. E. Montanari, *Il campionamento statistico*, nuova edizione, Bologna, il Mulino, 1997.
- W. G. Cochran, *Sampling Techniques*, 3rd edition, New York, Wiley & Sons, 1977
- A. Compagnino - E. Gori, *Il controllo di gestione degli enti per il diritto allo studio universitario. Efficienza ed efficacia*, Milano, Franco Angeli, 1992.
- M. J. Crowder - D. J. Hand, *Analysis of Repeated Measures*, Chapman & Hall, London, 1990.
- P. J. D. Drenth - W. Van Os - G. F. Bernaert, *Improvement of Quality of Education: Through Internal Evaluation (AMOS)*, in M. Kogan (ed.), *Evaluating Higher Education*, Jessica Kingsley Publishers, London, pp. 56-62.
- E. Gori - F. Mealli - C. Rampichini, *Indicatori di efficienza ed efficacia per la valutazione dell'attività di formazione professionale*, in «Statistica», LIII, 3, 1993, pp. 501-533.
- D. J. Hand - M. J. Crowder, *Practical Longitudinal Data Analysis*, Chapman & Hall, London, 1996.
- L. Harvey - P. Knight, *Transforming Higher Education*, London, The Society for Research into Higher Education & Open University Press, Buckingham, 1997.
- M. R. Harwell - E. N. Rubinstein - W. Hayes, *Summarizing Monte Carlo results in methodological research: The one and two factor fixed effects ANOVA cases*, in «Journal of Educational Statistics», 17, 1992, pp. 315-339.
- N. Hativa, *Lack of clarity in university teaching: A case study*, in «Higher Education», vol. 36, 1998, pp. 353-381.
- H. Huynh - L. S. Feldt, *Estimation of the Box correction for degrees of freedom for sample data in randomised block and split-plot designs*, in «Journal of Educational Statistics», 1, 1976, pp. 69-82.
- J. Jaccard, M.A. Becker, *Statistics for the Behavioral Sciences*, 3rd ed., Brooks/Cole Thomson, New York, 1997.
- G. Johnes, *The Determinants of Student Wastage in Higher Education*, in «Studies in Higher Education», vol. 15, 1990, pp. 87-99.
- G. Johnes, *Performance indicators in higher education: A survey of recent work*, in «Oxford Review of Economic Policy», vol. 8, No. 2, 1992, pp. 19-34.
- J. Johnes - J. Taylor, *Performance indicators in higher education*, The Society for Research into Higher Education & Open University Press, Buckingham, 1990.
- M. Kogan, *The Evaluation of Higher Education: An Introductory Note*, in M. Kogan (ed.), *Evaluating Higher Education*, Jessica Kingsley Publishers, London, 1989, pp. 11-25.
- G.W. Milligan - D. S. Wong - P. A. Thompson, *Robustness properties of nonorthogonal analysis of variance*, in «Psychological Bulletin», 101, 1987, pp. 464-470.
- U. Morelli - C. Weber, *Passione e apprendimento. Formazione-intervento: teoria, metodo, esperienze*, Raffaello Cortina Editore, Milano, 1996.
- D. F. Morrison, *Multivariate Statistical Methods*, McGraw-Hill, London, 1976.
- M. J. Norusis, *SPSS for Windows: Advanced Statistics*, release 7.5, SPSS, Chicago, 1997.
- Osservatorio per la valutazione del sistema universitario, *Valutazione della didattica da parte degli studenti. Rapporto finale del gruppo di ricerca*, RdR 1/98, Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, Roma, 1998.
- C. Pontecorvo, A. M. Ajello, C. Zucchermaglio, *Discutendo si impara*, Carocci editore (NIS - Nuova Italia Scientifica), Roma, 1993.

- Reggio M., *Berlinguer ai docenti: "Imparate a dare il 10"*, in «la Repubblica», 28 marzo 1999, p. 24.
- L. Resmini, *L'efficienza e l'efficacia nel del settore pubblico: alcuni metodi di analisi*, in «Economia e diritto del terziario», vol. 1, 1993, pp. 93-125.
- S. Sudman - N. M. Brandburn, *Effects of Time and Memory Factors on Response in Surveys*, in «Journal of the American Statistical Association», vol. 68, 1973, pp. 805-815.
- M. Viswanathan - L. Childers, *Understanding How Products Attributes Influence Product Categorization: Development and Validation of Fuzzy Set-Based Measures of Gradedness in Product Categories*, in «Journal of Marketing Research», vol. XXXVI, February 1999, pp. 75-94.
- C. von Altrock, *Fuzzy Logic and Neurofuzzy Applications in Business and Finance*, Prentice Hall, New York, 1997.
- L. A. Zadeh, *Fuzzy logic, neural networks and soft computing*, in «Commun. ACM», vol 37, Mar 1994, pp 77-84.
- H. J. Zimmermann - P. Zysno, *Latent Connectives in Human Decision Making*, in «Fuzzy Sets and Systems», vol. 4, 1980, pp. 37-51.
- H. J. Zimmermann - P. Zysno, *Decision Analysis and Evaluations by Hierarchical Aggregation of Information*, in «Fuzzy Sets and Systems», vol. 10, 1983, pp. 243-266.
- H. J. Zimmermann, *Fuzzy Sets Theory and its Applications*, 3rd Rev. Ed., Kluwer Academic Publisher, Boston and Dordrecht, 1996.

APPENDICE A: CARATTERISTICHE BASILARI DEGLI INSIEMI FUZZY

La rappresentazione classica di un insieme C usa la funzione caratteristica, cioè se X è un insieme più ampio di cui C è un sottoinsieme, si definisce C nel seguente modo:

$$\exists \chi_c : X \rightarrow \{0,1\}: \quad \forall x \in X : \chi_c(x) = \begin{cases} 1, & \text{se } x \in C \\ 0, & \text{altrimenti} \end{cases}$$

Nella vita comune, però, non si è sempre in presenza di insiemi dai contorni precisi, ma spesso esistono oggetti che presentano una graduale transizione tra l'appartenere o meno a un insieme e si usano espressioni imprecise e approssimative come "spesso", "costoso", "lontano". La gradualità e il pressappochismo quantitativo non sono esprimibili con gli insiemi classici perché essi sono basati sulla logica bivalente (booleana). Un approccio alternativo è basato sulla logica multivalente i cui presupposti di base sono riportati di seguito.

Si consideri un insieme A contenuto in un insieme universo U . Un insieme *fuzzy* \mathbb{A} è definito nel seguente modo:

$$\mathbb{A} = \{(x, \mu_A(x)) : x \in A, \mu_A(x) \in [0, 1]\}$$

dove $\mu_A(x)$ è una funzione chiamata funzione di appartenenza (*membership*) che specifica il grado con il quale ogni elemento x di A appartiene all'insieme *fuzzy* \mathbb{A} associando a esso un numero reale $\mu_A(x)$ dell'intervallo $[0, 1]$. In un insieme *fuzzy* gli elementi con grado zero di appartenenza in genere non sono elencati. Gli insiemi classici sono, quindi, un caso particolare di insieme *fuzzy* con tutte le funzioni di appartenenza pari a 1.

Un insieme *fuzzy* si definisce *normale* se e solo se esiste almeno un elemento di X che ha come valore di appartenenza 1, cioè se

$$\exists x \in X : \mu_A(x) = 1.$$

Se l'insieme non è normale può essere normalizzato sostituendo $\mu_A(x)$ con:

$$\tilde{\mu}_A(x) = \frac{\mu_A(x)}{\max_{x \in X} \mu_A(x)}.$$

Si dice *dominio* di un insieme *fuzzy* F il dominio di $\mu_F(x)$. L'insieme delle x in cui la funzione di appartenenza $\mu_F(x)$ assume valori positivi si chiama *supporto*, invece quella parte del dominio in cui la funzione di appartenenza vale 1, si dice *nucleo*.

Data una soglia α , valore compreso fra $[0,1]$, si definisce α -cut di un insieme *fuzzy* F e si denota con A_α , l'insieme degli $x \in X$ che hanno $\mu_F(x) \geq \alpha$.

L'insieme \mathbb{A} è *convesso* se per ogni $\lambda \in [0, 1]$ e per ogni $x_1, x_2 \in U$ risulta: $\mu_{\mathbb{A}}[\lambda x_1 + (1-\lambda) x_2] \geq \min \{\mu_{\mathbb{A}}(x_1), \mu_{\mathbb{A}}(x_2)\}$

Un *numero fuzzy* è un'insieme *fuzzy* convesso e normalizzato definito su \mathbb{R} .

La forma della funzione appartenenza è generalmente definita in base all'uso del numero *fuzzy* nell'applicazione, ma in generale si preferiscono forme di tipo triangolare e trapezoidale perché: sono semplici e rappresentano in modo abbastanza accurato la maggior parte delle variabili nei sistemi di decisione, sono facili da interpretare, e la loro implementazione nei programmi di calcolo è molto efficiente.

Come per gli insiemi classici (*crisp*) esistono specifiche operazioni per combinare e modificare gli insiemi *fuzzy*. Le operazioni basilari sono:

intersezione $A \cap B = \{(x, \mu_{A \cap B}) : \mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x), \mu_B(y))\}$
 unione $A \cup B = \{(x, \mu_{A \cup B}) : \mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(x), \mu_B(y))\}$
 complemento $\neg A = \{(x, \mu_{\neg A}) : \mu_{\neg A} = 1 - \mu_A(x)\}$.

Tuttavia, negli insiemi classici l'intersezione di due insiemi contiene gli elementi che sono comuni a entrambi e è equivalente all'operatore logico AND; mentre, nella logica *fuzzy* l'operatore AND è rappresentato dal minimo grado di verità fra due funzioni di appartenenza. Analogamente, l'unione fra due insiemi classici è data dal totale degli elementi che appartengono sia a un insieme, sia all'altro e viene tradotto con l'operatore logico OR; nella logica *fuzzy* l'operatore OR viene supportato dal massimo grado di verità fra due funzione di appartenenza.

LOGICA CLASSICA	LOGICA FUZZY
<p style="text-align: center;">A and B</p> <ul style="list-style-type: none"> • vero se A e B sono veri • falso altrimenti 	<p style="text-align: center;">A and B</p> <ul style="list-style-type: none"> • vero al minor valore fra A e B
<p style="text-align: center;">A or B</p> <ul style="list-style-type: none"> • falso se A o B sono falsi • vero altrimenti 	<p style="text-align: center;">A or B</p> <ul style="list-style-type: none"> • vero al maggior valore fra A e B
<p style="text-align: center;">not A</p> <ul style="list-style-type: none"> • falso se A è vero • vero se A è falso 	<p style="text-align: center;">not A</p> <ul style="list-style-type: none"> • vero con valore $(1 - \mu_A)$

Esistono delle alternative nell'interpretare le operazioni convenzionali. In genere esse cercano di compensare la rigidità degli operatori del massimo, del minimo, e del complemento. Tra questi operatori, vi sono gli *operatori algebrici* e di *compensazione*.

APPENDICE A: QUESTIONARIO DI VALUTAZIONE DELLE MODALITÀ

VALUTAZIONE SPERIMENTALE DELLA DIDATTICA

MATEMATICA GENERALE A-L (Prof. _____)

**GIUDIZIO
SULL'ORGANIZZAZIONE
DIDATTICA**

- Chiarezza dell'esposizione ① ② ③ ④ ⑤
Mi In Su Bu Mb

Secondo lei, a quanto corrisponde *ciascuna* possibilità di risposta utilizzando i voti da 0 a 10?

① Mi ↓	② In ↓	③ Su ↓	④ Bu ↓	⑤ Mb ↓

- Tempi dedicati agli argomenti ① ② ③ ④ ⑤
Molto poco Poco Abbastanza Più che abbastanza Molto

Secondo lei, a quanto corrisponde *ciascuna* possibilità di risposta utilizzando i voti da 0 a 10?

① Molto poco ↓	② Poco ↓	③ Abbastanza ↓	④ Più che abbast ↓	⑤ Molto ↓

- Puntualità e continuità della presenza a lezione ① ② ③ ④ ⑤
Molto scarsa Scarsa Discreta Buona Elevata

Secondo lei, a quanto corrisponde *ciascuna* possibilità di risposta utilizzando i voti da 0 a 10?

① Molto scarsa ↓	② Scarsa ↓	③ Discreta ↓	④ Buona ↓	⑤ Elevata ↓

- Disponibilità del docente durante la lezione ① ② ③ ④ ⑤
Mi In Su Bu Mb

Secondo lei, a quanto corrisponde *ciascuna* possibilità di risposta utilizzando i voti da 0 a 10?

① Mi ↓	② In ↓	③ Su ↓	④ Bu ↓	⑤ Mb ↓

GIUDIZI SULLA MATERIA

- Interesse personale per la materia

① Nullo ② Scarso ③ Medio ④ Alto ⑤ Molto alto

Secondo lei, a quanto corrisponde *ciascuna* possibilità di risposta utilizzando i voti da 0 a 10?

① Nullo	② Scarso	③ Medio	④ Alto	⑤ Molto
↓	↓	↓	↓	↓
<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>

- Difficoltà della materia

① Facile ② Abbastanza facile ③ Difficoltà media ④ Abbastanza difficile ⑤ Difficile

Secondo lei, a quanto corrisponde *ciascuna* possibilità di risposta utilizzando i voti da 0 a 10?

① Facile	② Abbast. facile	③ Diffic. media	④ Abbast. diffic.	⑤ Difficile
↓	↓	↓	↓	↓
<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>

- Soddisfazione per il corso

① Per niente soddisfatto ② Poco soddisfatto ③ Mediamente soddisfatto
④ Piuttosto soddisfatto ⑤ Molto soddisfatto

Secondo lei, a quanto corrisponde *ciascuna* possibilità di risposta utilizzando i voti da 0 a 10?

① Per niente sod	② Poco soddisf.	③ Med. soddisf.	④ Piutt. soddisf.	⑤ Molto soddisf
↓	↓	↓	↓	↓
<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>

- Quanto hai appreso in questo corso

① niente ② Poco ③ Quanto mi aspettavo
④ Più di quanto mi aspettavo ⑤ Molto

Secondo lei, a quanto corrisponde *ciascuna* possibilità di risposta utilizzando i voti da 0 a 10?

① Niente	② Poco	③ Quanto mi a.	④ Più di quanto	⑤ Molto
↓	↓	↓	↓	↓
<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>

1. Maria Cristina Marcuzzo [1985] "Yoan Violet Robinson (1903-1983)", pp. 134
2. Sergio Lugaesi [1986] "Le imposte nelle teorie del sovrappiù", pp. 26
3. Massimo D'Angelillo e Leonardo Paggi [1986] "PCI e socialdemocrazie europee. Quale riformismo?", pp. 158
4. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1986] "Un suggerimento hobsoniano su terziario ed occupazione: il caso degli Stati Uniti 1960/1983", pp. 52
5. Paolo Bosi e Paolo Silvestri [1986] "La distribuzione per aree disciplinari dei fondi destinati ai Dipartimenti, Istituti e Centri dell'Università di Modena: una proposta di riforma", pp. 25
6. Marco Lippi [1986] "Aggregations and Dynamic in One-Equation Econometric Models", pp. 64
7. Paolo Silvestri [1986] "Le tasse scolastiche e universitarie nella Legge Finanziaria 1986", pp. 41
8. Mario Forni [1986] "Storie familiari e storie di proprietà. Itinerari sociali nell'agricoltura italiana del dopoguerra", pp. 165
9. Sergio Paba [1986] "Gruppi strategici e concentrazione nell'industria europea degli elettrodomestici bianchi", pp. 56
10. Nerio Naldi [1986] "L'efficienza marginale del capitale nel breve periodo", pp. 54
11. Fernando Vianello [1986] "Labour Theory of Value", pp. 31
12. Piero Ganugi [1986] "Risparmio forzato e politica monetaria negli economisti italiani tra le due guerre", pp. 40
13. Maria Cristina Marcuzzo e Annalisa Rosselli [1986] "The Theory of the Gold Standard and Ricardo's Standard Comodity", pp. 30
14. Giovanni Solinas [1986] "Mercati del lavoro locali e carriere di lavoro giovanili", pp. 66
15. Giovanni Bonifati [1986] "Saggio dell'interesse e domanda effettiva. Osservazioni sul cap. 17 della General Theory", pp. 42
16. Marina Murat [1986] "Betwin old and new classical macroeconomics: notes on Lejonhufvud's notion of full information equilibrium", pp. 20
17. Sebastiano Brusco e Giovanni Solinas [1986] "Mobilità occupazionale e disoccupazione in Emilia Romagna", pp. 48
18. Mario Forni [1986] "Aggregazione ed esogeneità", pp. 13
19. Sergio Lugaesi [1987] "Redistribuzione del reddito, consumi e occupazione", pp. 17
20. Fiorenzo Sperotto [1987] "L'immagine neopopulista di mercato debole nel primo dibattito sovietico sulla pianificazione", pp. 34
21. M. Cecilia Guerra [1987] "Benefici tributari nel regime misto per i dividendi proposto dalla commissione Sarcinelli: una nota critica", pp. 9
22. Leonardo Paggi [1987] "Contemporary Europe and Modern America: Theories of Modernity in Comparative Perspective", pp. 38
23. Fernando Vianello [1987] "A Critique of Professor Goodwin's 'Critique of Sraffa'", pp. 12
24. Fernando Vianello [1987] "Effective Demand and the Rate of Profits. Some Thoughts on Marx, Kalecki and Sraffa", pp. 41
25. Anna Maria Sala [1987] "Banche e territorio. Approccio ad un tema geografico-economico", pp. 40
26. Enzo Mingione e Giovanni Mottura [1987] "Fattori di trasformazione e nuovi profili sociali nell'agricoltura italiana: qualche elemento di discussione", pp. 36
27. Giovanna Procacci [1988] "The State and Social Control in Italy During the First World War", pp. 18
28. Massimo Matteuzzi e Annamaria Simonazzi [1988] "Il debito pubblico", pp. 62
29. Maria Cristina Marcuzzo (a cura di) [1988] "Richard F. Kahn. A discipline of Keynes", pp. 118
30. Paolo Bosi [1988] "MICROMOD. Un modello dell'economia italiana per la didattica della politica fiscale", pp. 34
31. Paolo Bosi [1988] "Indicatori della politica fiscale. Una rassegna e un confronto con l'aiuto di MICROMOD", pp. 25
32. Giovanna Procacci [1988] "Protesta popolare e agitazioni operaie in Italia 1915-1918", pp. 45
33. Margherita Russo [1988] "Distretto Industriale e servizi. Uno studio dei trasporti nella produzione e nella vendita delle piastrelle", pp. 157
34. Margherita Russo [1988] "The effect of technical change on skill requirements: an empirical analysis", pp. 28
35. Carlo Grillenzoni [1988] "Identification, estimations of multivariate transfer functions", pp. 33
36. Nerio Naldi [1988] "'Keynes' concept of capital", pp. 40
37. Andrea Ginzburg [1988] "locomotiva Italia?", pp. 30
38. Giovanni Mottura [1988] "La 'persistenza' secolare. Appunti su agricoltura contadina ed agricoltura familiare nelle società industriali", pp. 40
39. Giovanni Mottura [1988] "L'anticamera dell'esodo. I contadini italiani della 'restaurazione contrattuale' fascista alla riforma fondiaria", pp. 40
40. Leonardo Paggi [1988] "Americanismo e riformismo. La socialdemocrazia europea nell'economia mondiale aperta", pp. 120
41. Annamaria Simonazzi [1988] "Fenomeni di isteresi nella spiegazione degli alti tassi di interesse reale", pp. 44
42. Antonietta Bassetti [1989] "Analisi dell'andamento e della casualità della borsa valori", pp. 12
43. Giovanna Procacci [1989] "State coercion and worker solidarity in Italy (1915-1918): the moral and political content of social unrest", pp. 41
44. Carlo Alberto Magni [1989] "Reputazione e credibilità di una minaccia in un gioco bargaining", pp. 56
45. Giovanni Mottura [1989] "Agricoltura familiare e sistema agroalimentare in Italia", pp. 84
46. Mario Forni [1989] "Trend, Cycle and 'Fortuitous cancellation': a Note on a Paper by Nelson and Plosser", pp. 4
47. Paolo Bosi, Roberto Golinelli, Anna Stagni [1989] "Le origini del debito pubblico e il costo della stabilizzazione", pp. 26
48. Roberto Golinelli [1989] "Note sulla struttura e sull'impiego dei modelli macroeconomici", pp. 21
49. Marco Lippi [1989] "A Shorte Note on Cointegration and Aggregation", pp. 11
50. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1989] "The Linkage between Tertiary and Industrial Sector in the Italian Economy: 1951-1988. From an External Dependence to an International One", pp. 40
51. Gabriele Pastrello [1989] "Francois quesnay: dal Tableau Zig-zag al Tableau Formule: una ricostruzione", pp. 48
52. Paolo Silvestri [1989] "Il bilancio dello stato", pp. 34
53. Tim Mason [1990] "Tre seminari di storia sociale contemporanea", pp. 26
54. Michele Lalla [1990] "The Aggregate Escape Rate Analysed through the Queueing Model", pp. 23
55. Paolo Silvestri [1990] "Sull'autonomia finanziaria dell'università", pp. 11
56. Paola Bertolini, Enrico Giovannetti [1990] "Uno studio di 'filiera' nell'agroindustria. Il caso del Parmigiano Reggiano", pp. 164

57. Paolo Bosi, Roberto Golinelli, Anna Stagni [1990] "Effetti macroeconomici, settoriali e distributivi dell'armonizzazione dell'IVA", pp. 24
58. Michele Lalla [1990] "Modelling Employment Spells from Emilia Labour Force Data", pp. 18
59. Andrea Ginzburg [1990] "Politica Nazionale e commercio internazionale", pp. 22
60. Andrea Giommi [1990] "La probabilità individuale di risposta nel trattamento dei dati mancanti", pp. 13
61. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1990] "The service sector in planned economies. Past experiences and future prospectives", pp. 32
62. Giovanni Solinas [1990] "Competenze, grandi industrie e distretti industriali. Il caso Magneti Marelli", pp. 23
63. Andrea Ginzburg [1990] "Debito pubblico, teorie monetarie e tradizione civica nell'Inghilterra del Settecento", pp. 30
64. Mario Forni [1990] "Incertezza, informazione e mercati assicurativi: una rassegna", pp. 37
65. Mario Forni [1990] "Misspecification in Dynamic Models", pp. 19
66. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1990] "Service Sector Growth in CPE's: An Unsolved Dilemma", pp. 28
67. Paola Bertolini [1990] "La situazione agro-alimentare nei paesi ad economia avanzata", pp. 20
68. Paola Bertolini [1990] "Sistema agro-alimentare in Emilia Romagna ed occupazione", pp. 65
69. Enrico Giovannetti [1990] "Efficienza ed innovazione: il modello "fondi e flussi" applicato ad una filiera agro-industriale", pp. 38
70. Margherita Russo [1990] "Cambiamento tecnico e distretto industriale: una verifica empirica", pp. 115
71. Margherita Russo [1990] "Distretti industriali in teoria e in pratica: una raccolta di saggi", pp. 119
72. Paolo Silvestri [1990] "La Legge Finanziaria. Voce dell'enciclopedia Europea Garzanti", pp. 8
73. Rita Paltrinieri [1990] "La popolazione italiana: problemi di oggi e di domani", pp. 57
74. Enrico Giovannetti [1990] "Illusioni ottiche negli andamenti delle Grandezze distributive: la scala mobile e l'appiattimento' delle retribuzioni in una ricerca", pp. 120
75. Enrico Giovannetti [1990] "Crisi e mercato del lavoro in un distretto industriale: il bacino delle ceramiche. Sez. I", pp. 150
76. Enrico Giovannetti [1990] "Crisi e mercato del lavoro in un distretto industriale: il bacino delle ceramiche. Sez. II", pp. 145
78. Antonietta Bassetti e Costanza Torricelli [1990] "Una riqualificazione dell'approccio bargaining alla selezioni di portafoglio", pp. 4
77. Antonietta Bassetti e Costanza Torricelli [1990] "Il portafoglio ottimo come soluzione di un gioco bargaining", pp. 15
79. Mario Forni [1990] "Una nota sull'errore di aggregazione", pp. 6
80. Francesca Bergamini [1991] "Alcune considerazioni sulle soluzioni di un gioco bargaining", pp. 21
81. Michele Grillo e Michele Polo [1991] "Political Exchange and the allocation of surplus: a Model of Two-party competition", pp. 34
82. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1991] "The 1990 Polish Recession: a Case of Truncated Multiplier Process", pp. 26
83. Gian Paolo Caselli e Gabriele Pastrello [1991] "Polish firms: Pricate Vices Publis Virtues", pp. 20
84. Sebastiano Brusco e Sergio Paba [1991] "Conessioni, competenze e capacità concorrenziale nell'industria della Sardegna", pp. 25
85. Claudio Grimaldi, Rony Hamaui, Nicola Rossi [1991] "Non Marketable assets and households' Portfolio Choice: a Case of Study of Italy", pp. 38
86. Giulio Righi, Massimo Baldini, Alessandra Brambilla [1991] "Le misure degli effetti redistributivi delle imposte indirette: confronto tra modelli alternativi", pp. 47
87. Roberto Fanfani, Luca Lanini [1991] "Innovazione e servizi nello sviluppo della meccanizzazione agricola in Italia", pp. 35
88. Antonella Caiumi e Roberto Golinelli [1992] "Stima e applicazioni di un sistema di domanda Almost Ideal per l'economia italiana", pp. 34
89. Maria Cristina Marcuzzo [1992] "La relazione salari-occupazione tra rigidità reali e rigidità nominali", pp. 30
90. Mario Biagioli [1992] "Employee financial participation in enterprise results in Italy", pp. 50
91. Mario Biagioli [1992] "Wage structure, relative prices and international competitiveness", pp. 50
92. Paolo Silvestri e Giovanni Solinas [1993] "Abbandoni, esiti e carriera scolastica. Uno studio sugli studenti iscritti alla Facoltà di Economia e Commercio dell'Università di Modena nell'anno accademico 1990/1991", pp. 30
93. Gian Paolo Caselli e Luca Martinelli [1993] "Italian GPN growth 1890-1992: a unit root or segmented trend representatin?", pp. 30
94. Angela Politi [1993] "La rivoluzione fraintesa. I partigiani emiliani tra liberazione e guerra fredda, 1945-1955", pp. 55
95. Alberto Rinaldi [1993] "Lo sviluppo dell'industria metalmeccanica in provincia di Modena: 1945-1990", pp. 70
96. Paolo Emilio Mistrulli [1993] "Debito pubblico, intermediari finanziari e tassi d'interesse: il caso italiano", pp. 30
97. Barbara Pistoresi [1993] "Modelling disaggregate and aggregate labour demand equations. Cointegration analysis of a labour demand function for the Main Sectors of the Italian Economy: 1950-1990", pp. 45
98. Giovanni Bonifati [1993] "Progresso tecnico e accumulazione di conoscenza nella teoria neoclassica della crescita endogena. Una analisi critica del modello di Romer", pp. 50
99. Marcello D'Amato e Barbara Pistoresi [1994] "The relationship(s) among Wages, Prices, Unemployment and Productivity in Italy", pp. 30
100. Mario Forni [1994] "Consumption Volatility and Income Persistence in the Permanent Income Model", pp. 30
101. Barbara Pistoresi [1994] "Using a VECM to characterise the relative importance of permanent and transitory components", pp. 28
102. Gian Paolo Caselli and Gabriele Pastrello [1994] "Polish recovery form the slump to an old dilemma", pp. 20
103. Sergio Paba [1994] "Imprese visibili, accesso al mercato e organizzazione della produzione", pp. 20
104. Giovanni Bonifati [1994] "Progresso tecnico, investimenti e capacità produttiva", pp. 30
105. Giuseppe Marotta [1994] "Credit view and trade credit: evidence from Italy", pp. 20
106. Margherita Russo [1994] "Unit of investigation for local economic development policies", pp. 25
107. Luigi Brighi [1995] "Monotonicity and the demand theory of the weak axioms", pp. 20
108. Mario Forni e Lucrezia Reichlin [1995] "Modelling the impact of technological change across sectors and over time in manufacturing", pp. 25
109. Marcello D'Amato and Barbara Pistoresi [1995] "Modelling wage growth dynamics in Italy: 1960-1990", pp. 38
110. Massimo Baldini [1995] "INDIMOD. Un modello di microsimulazione per lo studio delle imposte indirette", pp. 37

111. Paolo Bosi [1995] "Regionalismo fiscale e autonomia tributaria: l'emersione di un modello di consenso", pp. 38
112. Massimo Baldini [1995] "Aggregation Factors and Aggregation Bias in Consumer Demand", pp. 33
113. Costanza Torricelli [1995] "The information in the term structure of interest rates. Can stochastic models help in resolving the puzzle?" pp. 25
114. Margherita Russo [1995] "Industrial complex, pôle de développement, distretto industriale. Alcune questioni sulle unità di indagine nell'analisi dello sviluppo." pp. 45
115. Angelika Moryson [1995] "50 Jahre Deutschland. 1945 - 1995" pp. 21
116. Paolo Bosi [1995] "Un punto di vista macroeconomico sulle caratteristiche di lungo periodo del nuovo sistema pensionistico italiano." pp. 32
117. Gian Paolo Caselli e Salvatore Curatolo [1995] "Esistono relazioni stimabili fra dimensione ed efficienza delle istituzioni e crescita produttiva? Un esercizio nello spirito di D.C. North." pp. 11
118. Mario Forni e Marco Lippi [1995] "Permanent income, heterogeneity and the error correction mechanism." pp. 21
119. Barbara Pistoresi [1995] "Co-movements and convergence in international output. A Dynamic Principal Components Analysis" pp. 14
120. Mario Forni e Lucrezia Reichlin [1995] "Dynamic common factors in large cross-section" pp. 17
121. Giuseppe Marotta [1995] "Il credito commerciale in Italia: una nota su alcuni aspetti strutturali e sulle implicazioni di politica monetaria" pp. 20
122. Giovanni Bonifati [1995] "Progresso tecnico, concorrenza e decisioni di investimento: una analisi delle determinanti di lungo periodo degli investimenti" pp. 25
123. Giovanni Bonifati [1995] "Cambiamento tecnico e crescita endogena: una valutazione critica delle ipotesi del modello di Romer" pp. 21
124. Barbara Pistoresi e Marcello D'Amato [1995] "La riservatezza del banchiere centrale è un bene o un male? Effetti dell'informazione incompleta sul benessere in un modello di politica monetaria." pp. 32
125. Barbara Pistoresi [1995] "Radici unitarie e persistenza: l'analisi univariata delle fluttuazioni economiche." pp. 33
126. Barbara Pistoresi e Marcello D'Amato [1995] "Co-movements in European real outputs" pp. 20
127. Antonio Ribba [1996] "Ciclo economico, modello lineare-stocastico, forma dello spettro delle variabili macroeconomiche" pp. 31
128. Carlo Alberto Magni [1996] "Repeatable and una tantum real options a dynamic programming approach" pp. 23
129. Carlo Alberto Magni [1996] "Opzioni reali d'investimento e interazione competitiva: programmazione dinamica stocastica in optimal stopping" pp. 26
130. Carlo Alberto Magni [1996] "Vaghezza e logica fuzzy nella valutazione di un'opzione reale" pp. 20
131. Giuseppe Marotta [1996] "Does trade credit redistribution thwart monetary policy? Evidence from Italy" pp. 20
132. Mauro Dell'Amico e Marco Trubian [1996] "Almost-optimal solution of large weighted equicut problems" pp. 30
133. Carlo Alberto Magni [1996] "Un esempio di investimento industriale con interazione competitiva e avversione al rischio" pp. 20
134. Margherita Russo, Peter Börkey, Emilio Cubel, François Lévêque, Francisco Mas [1996] "Local sustainability and competitiveness: the case of the ceramic tile industry" pp. 66
135. Margherita Russo [1996] "Camionetto tecnico e relazioni tra imprese" pp. 190
136. David Avra Lane, Irene Poli, Michele Lalla, Alberto Roverato [1996] "Lezioni di probabilità e inferenza statistica" pp. 288
137. David Avra Lane, Irene Poli, Michele Lalla, Alberto Roverato [1996] "Lezioni di probabilità e inferenza statistica - Esercizi svolti -" pp. 302
138. Barbara Pistoresi [1996] "Is an Aggregate Error Correction Model Representative of Disaggregate Behaviours? An example" pp. 24
139. Luisa Malaguti e Costanza Torricelli [1996] "Monetary policy and the term structure of interest rates", pp. 30
140. Mauro Dell'Amico, Martine Labbé, Francesco Maffioli [1996] "Exact solution of the SONET Ring Loading Problem", pp. 20
141. Mauro Dell'Amico, R.J.M. Vaessens [1996] "Flow and open shop scheduling on two machines with transportation times and machine-independent processing times in NP-hard, pp. 10
142. M. Dell'Amico, F. Maffioli, A. Sciamechen [1996] "A Lagrangean Heuristic for the Pirze Collecting Travelling Salesman Problem", pp. 14
143. Massimo Baldini [1996] "Inequality Decomposition by Income Source in Italy - 1987 - 1993", pp. 20
144. Graziella Bertocchi [1996] "Trade, Wages, and the Persistence of Underdevelopment" pp. 20
145. Graziella Bertocchi and Fabio Canova [1996] "Did Colonization matter for Growth? An Empirical Exploration into the Historical Causes of Africa's Underdevelopment" pp. 32
146. Paola Bertolini [1996] "La modernization de l'agriculture italienne et le cas de l'Emilie Romagne" pp. 20
147. Enrico Giovannetti [1996] "Organisation industrielle et développement local: le cas de l'agroindustrie in Emilie Romagne" pp. 18
148. Maria Elena Bontempi e Roberto Golinelli [1996] "Le determinanti del leverage delle imprese: una applicazione empirica ai settori industriali dell'economia italiana" pp. 31
149. Paola Bertolini [1996] "L'agriculture et la politique agricole italienne face aux recents scenarios", pp. 20
150. Enrico Giovannetti [1996] "Il grado di utilizzo della capacità produttiva come misura dei costi di transazione: una rilettura di 'Nature of the Firm' di R. Coase", pp. 75
151. Enrico Giovannetti [1996] "Il 1° ciclo del Diploma Universitario Economia e Amministrazione delle Imprese", pp. 25
152. Paola Bertolini, Enrico Giovannetti, Giulia Santacaterina [1996] "Il Settore del Verde Pubblico. Analisi della domanda e valutazione economica dei benefici", pp. 35
153. Giovanni Solinas [1996] "Sistemi produttivi del Centro-Nord e del Mezzogiorno. L'industria delle calzature", pp. 55
154. Tindara Addabbo [1996] "Married Women's Labour Supply in Italy in a Regional Perspective", pp. 85
155. Paolo Silvestri, Giuseppe Catalano, Cristina Bevilacqua [1996] "Le tasse universitarie e gli interventi per il diritto allo studio: la prima fase di applicazione di una nuova normativa" pp. 159
156. Sebastiano Brusco, Paolo Bertossi, Margherita Russo [1996] "L'industria dei rifiuti urbani in Italia", pp. 25
157. Paolo Silvestri, Giuseppe Catalano [1996] "Le risorse del sistema universitario italiano: finanziamento e governo" pp. 400
158. Carlo Alberto Magni [1996] "Un semplice modello di opzione di differimento e di vendita in ambito discreto", pp. 10
159. Tito Pietra, Paolo Siconolfi [1996] "Fully Revealing Equilibria in Sequential Economies with Asset Markets" pp. 17
160. Tito Pietra, Paolo Siconolfi [1996] "Extrinsic Uncertainty and the Informational Role of Prices" pp. 42
161. Paolo Bertella Farnetti [1996] "Il negro e il rosso. Un precedente non esplorato dell'integrazione afroamericana negli Stati Uniti" pp. 26
162. David Lane [1996] "Is what is good for each best for all? Learning from others in the information contagion model" pp. 18

163. Antonio Ribba [1996] "A note on the equivalence of long-run and short-run identifying restrictions in cointegrated systems" pp. 10
164. Antonio Ribba [1996] "Scomposizioni permanenti-transitorie in sistemi cointegrati con una applicazione a dati italiani" pp. 23
165. Mario Forni, Sergio Paba [1996] "Economic Growth, Social Cohesion and Crime" pp. 20
166. Mario Forni, Lucrezia Reichlin [1996] "Let's get real: a factor analytical approach to disaggregated business cycle dynamics" pp. 25
167. Marcello D'Amato e Barbara Pistoresi [1996] "So many Italies: Statistical Evidence on Regional Cohesion" pp. 31
168. Elena Bonfiglioli, Paolo Bosi, Stefano Toso [1996] "L'equità del contributo straordinario per l'Europa" pp. 20
169. Graziella Bertocchi, Michael Spagat [1996] "Il ruolo dei licei e delle scuole tecnico-professionali tra progresso tecnologico, conflitto sociale e sviluppo economico" pp. 37
170. Gianna Boero, Costanza Torricelli [1997] "The Expectations Hypothesis of the Term Structure of Interest Rates: Evidence for Germany" pp. 15
171. Mario Forni, Lucrezia Reichlin [1997] "National Policies and Local Economies: Europe and the US" pp. 22
172. Carlo Alberto Magni [1997] "La trappola del Roe e la tridimensionalità del Van in un approccio sistemico", pp. 16
173. Mauro Dell'Amico [1997] "A Linear Time Algorithm for Scheduling Outforests with Communication Delays on Two or Three Processor" pp. 18
174. Paolo Bosi [1997] "Aumentare l'età pensionabile fa diminuire la spesa pensionistica? Ancora sulle caratteristiche di lungo periodo della riforma Dini" pp. 13
175. Paolo Bosi e Massimo Matteuzzi [1997] "Nuovi strumenti per l'assistenza sociale" pp. 31
176. Mauro Dell'Amico, Francesco Maffioli e Marco Trubian [1997] "New bounds for optimum traffic assignment in satellite communication" pp. 21
177. Carlo Alberto Magni [1997] "Paradossi, inverosimiglianze e contraddizioni del Van: operazioni certe" pp. 9
178. Barbara Pistoresi e Marcello D'Amato [1997] "Persistence of relative unemployment rates across italian regions" pp. 25
179. Margherita Russo, Franco Cavedoni e Riccardo Pianesani [1997] "Le spese ambientali dei Comuni in provincia di Modena, 1993-1995" pp. 23
180. Gabriele Pastrello [1997] "Time and Equilibrium, Two Elisive Guests in the Keynes-Hawtrey-Robertson Debate in the Thirties" pp. 25
181. Luisa Malaguti e Costanza Torricelli [1997] "The Interaction Between Monetary Policy and the Expectation Hypothesis of the Term Structure of Interest rates in a N-Period Rational Expectation Model" pp. 27
182. Mauro Dell'Amico [1997] "On the Continuous Relaxation of Packing Problems - Technical Note" pp. 8
183. Stefano Bordoni [1997] "Prova di Idoneità di Informatica Dispensa Esercizi Excel 5" pp. 49
184. Francesca Bergamini e Stefano Bordoni [1997] "Una verifica empirica di un nuovo metodo di selezione ottima di portafoglio" pp. 22
185. Gian Paolo Caselli e Maurizio Battini [1997] "Following the tracks of atkinson and micklewright the changing distribution of income and earnings in poland from 1989 to 1995" pp. 21
186. Mauro Dell'Amico e Francesco Maffioli [1997] "Combining Linear and Non-Linear Objectives in Spanning Tree Problems" pp. 21
187. Gianni Ricci e Vanessa Debbia [1997] "Una soluzione evolutiva in un gioco differenziale di lotta di classe" pp. 14
188. Fabio Canova e Eva Ortega [1997] "Testing Calibrated General Equilibrium Model" pp. 34
189. Fabio Canova [1997] "Does Detrending Matter for the Determination of the Reference Cycle and the Selection of Turning Points?" pp. 35
190. Fabio Canova e Gianni De Nicolò [1997] "The Equity Premium and the Risk Free Rate: A Cross Country, Cross Maturity Examination" pp. 41
191. Fabio Canova e Angel J. Ubide [1997] "International Business Cycles, Financial Market and Household Production" pp. 32
192. Fabio Canova e Gianni De Nicolò [1997] "Stock Returns, Term Structure, Inflation and Real Activity: An International Perspective" pp. 33
193. Fabio Canova e Morten Ravn [1997] "The Macroeconomic Effects of German Unification: Real Adjustments and the Welfare State" pp. 34
194. Fabio Canova [1997] "Detrending and Business Cycle Facts" pp. 40
195. Fabio Canova e Morten O. Ravn [1997] "Crossing the Rio Grande: Migrations, Business Cycle and the Welfare State" pp. 37
196. Fabio Canova e Jane Marrinan [1997] "Sources and Propagation of International Output Cycles: Common Shocks or Transmission?" pp. 41
197. Fabio Canova e Albert Marcet [1997] "The Poor Stay Poor: Non-Convergence Across Countries and Regions" pp. 44
198. Carlo Alberto Magni [1997] "Un Criterio Strutturalista per la Valutazione di Investimenti" pp. 17
199. Stefano Bordoni [1997] "Elaborazione Automatica dei Dati" pp. 60
200. Paolo Bertella Farnetti [1997] "The United States and the Origins of European Integration" pp. 19
201. Paolo Bosi [1997] "Sul Controllo Dinamico di un Sistema Pensionistico a Ripartizione di Tipo Contributivo" pp. 17
202. Paola Bertolini [1997] "European Union Agricultural Policy: Problems and Perspectives" pp. 18
203. Stefano Bordoni [1997] "Supporti Informatici per la Ricerca delle soluzioni di Problemi Decisionali" pp. 30
204. Carlo Alberto Magni [1997] "Paradossi, Inverosimiglianze e Contraddizioni del Van: Operazioni Aleatorie" pp. 10
205. Carlo Alberto Magni [1997] "Tir, Roe e Van: Distorsioni linguistiche e Cognitive nella Valutazione degli Investimenti" pp. 17
206. Gisella Facchinetti, Roberto Ghiselli Ricci e Silvia Muzzioli [1997] "New Methods For Ranking Triangular Fuzzy Numbers: An Investment Choice" pp. 9
207. Mauro Dell'Amico e Silvano Martello [1997] "Reduction of the Three-Partition Problem" pp. 16
208. Carlo Alberto Magni [1997] "IRR, ROE and NPV: a Systemic Approach" pp. 20
209. Mauro Dell'Amico, Andrea Lodi e Francesco Maffioli [1997] "Solution of the cumulative assignment problem with a well-structured tabu search method" pp. 25
210. Carlo Alberto Magni [1997] "La definizione di investimento e criterio del Tir ovvero: la realtà inventata" pp. 16
211. Carlo Alberto Magni [1997] "Critica alla definizione classica di investimento: un approccio sistemico" pp. 17
212. Alberto Roverato [1997] "Asymptotic prior to posterior analysis for graphical gaussian models" pp. 8
213. Tindara Addabbo [1997] "Povertà nel 1995 analisi statica e dinamica sui redditi familiari" pp. 64
214. Gian Paolo Caselli e Franca Manghi [1997] "La transizione da piano a mercato e il modello di Ising" pp. 15
215. Tindara Addabbo [1998] "Lavoro non pagato e reddito esteso: un'applicazione alle famiglie italiane in cui entrambi i coniugi sono lavoratori dipendenti" pp. 54

216. Tindara Addabbo [1998] "Probabilità di occupazione e aspettative individuali" pp 36
217. Lara Magnani [1998] "Transazioni, contratti e organizzazioni: una chiave di lettura della teoria economica dell'organizzazione pp 39
218. Michele Lalla, Rosella Molinari e Maria Grazia Modena [1998] "La progressione delle carriere: i percorsi in cardiologia" pp 46
219. Lara Magnani [1998] "L'organizzazione delle transazioni di subfornitura nel distretto industriale" pp 40
220. Antonio Ribba [1998] "Recursive VAR orderings and identification of permanent and transitory shocks" pp12
221. Antonio Ribba [1998] "Granger-causality and exogeneity in cointegrated Var models" pp 5
222. Luigi Brighi e Marcello D'Amato [1998] "Optimal Procurement in Multiproduct Monopoly" pp 25
223. Paolo Bosi, Maria Cecilia Guerra e Paolo Silvestri [1998] "La spesa sociale nel comune Modena" Rapporto intermedio pp 37
224. Mario Forni e Marco Lippi [1998] "On the Microfoundations of Dynamic Macroeconomics" pp 22
225. Roberto Ghiselli Ricci [1998] "Nuove Proposte di Ordinamento di Numeri Fuzzy. Una Applicazione ad un Problema di Finanziamento pp 7
226. Tommaso Minerva [1998] "Internet Domande e Risposte" pp 183
227. Tommaso Minerva [1998] "Elementi di Statistica Computazione. Parte Prima: Il Sistema Operativo Unix ed il Linguaggio C" pp. 57
228. Tommaso Minerva and Irene Poli [1998] "A Genetic Algorithms Selection Method for Predictive Neural Nets and Linear Models" pp. 60
229. Tommaso Minerva and Irene Poli [1998] "Building an ARMA Model by using a Genetic Algorithm" pp. 60
230. Mauro Dell'Amico e Paolo Toth [1998] "Algorithms and Codes for Dense Assignment Problems: the State of the Art" pp 35
231. Ennio Cavazzuti e Nicoletta Pacchiarotti [1998] "How to play an hotelling game in a square town" pp 12
232. Alberto Roverato e Irene Poli [1998] "Un algoritmo genetico per la selezione di modelli grafici" pp 11
233. Marcello D'Amato e Barbara Pistoresi [1998] "Delegation of Monetary Policy to a Central Banker with Private Information" pp 15.
234. Graziella Bertocchi e Michael Spagat [1998] "The Evolution of Modern Educational Systems. Technical vs. General Education, Distributional Conflict, and Growth" pp 31
235. André Dumas [1998] "Le systeme monetaire Europeen" pp 24.
236. Gianna Boero, Gianluca Di Lorenzo e Costanza Torricelli [1998] "The influence of short rate predictability and monetary policy on tests of the expectations hypothesis: some comparative evidence" pp 30
237. Carlo Alberto Magni [1998] "A systemic rule for investment decisions: generalizations of the traditional DCF criteria and new conceptions" pp 30
238. Marcello D'Amato e Barbara Pistoresi [1998] "Interest Rate Spreads Between Italy and Germany: 1995-1997" pp 16
239. Paola Bertolini e Alberto Bertacchini [1998] "Il distretto di lavorazioni carni suine in provincia di Modena" pp 29
240. Costanza Torricelli e Gianluca Di Lorenzo [1998] "Una nota sui fondamenti matematico-finanziari della teoria delle aspettative della struttura della scadenza" pp. 15
241. Christophe Croux, Mario Forni e Lucrezia Reichlin [1998] "A Measure of Comovement for Economic Indicators: Theory and Empirics" pp 23.
242. Carlo Alberto Magni [1998] "Note sparse sul dilemma del prigioniero (e non solo) pp 13.
243. Gian Paolo Caselli [1998] The future of mass consumption society in the former planned economies: a macro approach pp 21.
244. Mario Forni, Marc Hallin, Marco Lippi e Lucrezia Reichlin [1998] "The generalized dynamic factor model: identification and estimation pp 35.
245. Carlo Alberto Magni [1998] "Pictures, language and research: the case of finance and financial mathematics" pp 35.
246. Luigi Brighi [1998] "Demand and generalized monotonicity" pp 21.
247. Mario Forni e Lucrezia Reichlin [1998] "Risk and potential insurance in Europe" pp 20.
248. Tommaso Minerva, Sandra Paterlini e Irene Poli [1998] "A Genetic Algorithm for predictive Neural Network Design (GANND). A Financial Application" pp 12.
249. Gian Paolo Caselli Maurizio Battini [1998] "The Changing Distribution of Earnings in Poland from 1989 to 1996 pp. 9.
250. Mario Forni, Sergio Paba [1998] "Industrial Districts, Social Environment and Local Growth" Evidence from Italy pp. 27.
251. Lara Magnani [1998] "Un'analisi del distretto industriale fondata sulla moderna teoria economica dell'organizzazione" pp. 46.
252. Mario Forni, Lucrezia Reichlin [1998] "Federal Policies and Local Economies: Europe and the US" pp. 24.
253. Luigi Brighi [1998] "A Case of Optimal Regulation with Multidimensional Private Information" pp 20.
254. Barbara Pistoresi, Stefania Luppi [1998] "Gli investimenti diretti esteri nell'America Latina e nel Sud Est Asiatico: 1982-1995" pp 27.
255. Paola Mengoli, Margherita Russo [1998] "Technical and Vocational Education and Training in Italy: Structure and Changes at National and Regional Level" pp 25.
256. Tindara Addabbo [1998] "On-the-Job Search a Microeconomic Analysis on Italian Data" pp. 29.
257. Lorenzo Bertucelli [1999] "Il paternalismo industriale: una discussione storiografica" pp.21.
258. Mario Forni e Marco Lippi [1999] "The generalized dynamic factor model: representation theory" pp. 25.
259. Andrea Ginzburg e Annamaria Simonazzi [1999] "Foreign debt cycles and the 'Gibson Paradox': an interpretative hypothesis" pp. 38.
260. Paolo Bosi [1999] "La riforma della spesa per assistenza dalla Commissione Onofri ad oggi: una valutazione in corso d'opera" pp. 56.
261. Marcello D'Amato e Barbara Pistoresi [1999] "Go and soothe the row. Delegation of monetary policy under private information" pp. 23.
262. Michele Lalla [1999] "Sampling, Maintenance, and Weighting Schemes for Longitudinal Surveys: a Case Study of the Textile and Clothing Industry" pp. 27.
263. Pederzoli Chiara e Torricelli Costanza [1999] "Una rassegna sui metodi di stima del Value at Risk (Var)".
264. Paolo Bosi, Maria Cecilia Guerra e Paolo Silvestri [1999] "La spesa sociale di Modena . La valutazione della condizione economica" pp 74.
265. Graziella Bertocchi e Michael Spagat [1999] "The Politics Co-optation" pp 14.
266. Giovanni Bonifati [1999] "The Capacity to Generate Investment. An analysis of the long-term determinants of investment" pp.22.
267. Tindara Addabbo e Antonella Caiumi [1999] "Extended Income and Inequality by Gender in Italy" pp. 40.
268. Antonella Caiumi e Federico Perali [1999] "Children and Intra-household Distribution of Resources: An Estimate of the Sharing Rule of Italian Households" pp.24
269. Vincenzo Atella, Antonella Caiumi e Federico Perali [1999] "Una scala di equivalenza non vale l'altra" pp.23.

- 270 Tito Pietra e Paolo Siconolfi [1999] "Volume of Trade and Revelation of Information" pp. 33.
- 271 Antonella Picchio [1999] "La questione del lavoro non pagato nella produzione di servizi nel nucleo domestico (Household)" pp.58.
- 272 Margherita Russo [1999] "Complementary Innovations and Generative Relationships in a Small Business Production System: the Case of Kervit" pp.27.
- 273 André Dumas [1999] "L'Economie de la drouge" pp. 12
- 274 André Dumas [1999] "L'Euro à l'heure actuelle" pp. 12