

Idda, Lorenzo; Maciocco, Giovanni; Nuvoli, Francesco (1979) *Planificazione aziendale e programmazione lineare parametrica*. Bollettino degli interessi sardi, Vol. 1 , p. 3-110.

<http://eprints.uniss.it/10325/>

**L. IDDA, G. MACIOCCO, F. NUVOLI**

# **Pianificazione aziendale e programmazione lineare parametrica**

Estratto da «Bollettino degli interessi sardi»  
n. 1 - 1979



L. Idda, G. Maciocco, F. Nuvoli

## Pianificazione aziendale e programmazione lineare parametrica

### 1. Premessa

Appare superfluo, data la notevole letteratura esistente al riguardo, soffermarsi in questo scritto sull'esame dei problemi di scelta dell'imprenditore agricolo. Essi vengono però tenuti presenti per il fatto che alla loro risoluzione con questo lavoro si intende dare un contributo.

Appare pure superfluo, per la stessa ragione, disquisire sulle moderne tecniche di analisi economica aziendale in agricoltura, sui loro aspetti positivi, nonché sui loro limiti.

Con questo lavoro si mira a fornire un ulteriore contributo alla risoluzione dei problemi di pianificazione aziendale in una situazione di breve e medio periodo; contributo la cui utilità specifica è data, per un verso, dal riferimento ad un contesto territoriale — quello sardo — non ancora oggetto di analisi di questo tipo, e, per l'altro, dalle indicazioni generalizzabili sulla validità del metodo di analisi utilizzato che si possono trarre, al di là dei risultati particolari.

Tale obiettivo viene perseguito attraverso l'applicazione ad un'azienda della Sardegna settentrionale del modello di PL, sia confrontando il piano ottimale con quello reale, sia analizzando l'«intorno»<sup>1</sup> della soluzione ottimale ottenuta, sia applicando al modello le tecniche di parametrizzazione dei più importanti elementi in gioco<sup>2</sup>, in modo da costruire un qua-

\* Si ringrazia il Prof. Mario Prestamburgo per aver letto il lavoro e per aver fatto utili osservazioni. Si ringrazia anche il Prof. Giancarlo Rossi con il quale si sono discussi alcuni aspetti tecnici del lavoro. Naturalmente la responsabilità del lavoro rimane soltanto degli autori.

<sup>1</sup> L'«intorno» della soluzione ottimale è inteso come l'intervallo di variazione di alcuni degli elementi costitutivi del modello, all'interno del quale non viene distrutta l'ottimalità della soluzione. A questo concetto è strettamente legato quello della «stabilità» del piano ottimale (cfr. S. Vinci: *Programmazione lineare e teoria economica*. Boringhieri, Torino, 1976, pp. 142-150 e F. Campus: *La programmazione lineare in agricoltura - problemi teorici e pratici*. INEA, Roma, 1969, p. 63).

<sup>2</sup> *Risorse aziendali disponibili, redditi lordi delle attività, coefficienti della matrice dei vincoli.*

dro di riferimento dinamico per le scelte di breve e medio periodo, estrapolabile in un ambito determinato, esterno all'azienda considerata.

L'analisi della soluzione ottima a confronto con la situazione aziendale reale consente difatti all'imprenditore di individuare i livelli di attività dei processi produttivi aziendali da scegliere come obiettivo di breve periodo nell'ipotesi della fissità degli elementi in gioco nel problema: risorse aziendali (terra, lavoro ecc.), coefficienti tecnici di domanda e offerta riguardanti i processi produttivi, costi e redditi dei processi stessi, che costituiscono i coefficienti della funzione obiettivo; di individuare la utilizzazione delle risorse aziendali corrispondente al piano ottimale; di riconoscere, nel confronto con il piano reale, le differenze di incidenza dei differenti gruppi di processi produttivi e le «tendenze» alla specializzazione ottimale del piano rispetto agli indirizzi produttivi; di individuare le componenti di variazioni del reddito lordo del piano ottimale rispetto a quello reale, identificando rispetto alla soluzione reale le differenti incidenze che dovrebbero avere sia i costi che i redditi nel contributo alla formazione del reddito lordo ottimale.

L'analisi dei «prezzi-ombra» dei fattori limitanti, cioè della variazione unitaria del reddito lordo aziendale al variare di una unità di fattore, consente di individuare la convenienza alla espansione o alla contrazione del fattore stesso proprio perchè identifica sia il reddito derivante da un incremento di utilizzo, sia il costo del non utilizzo.

Data la insoddisfacente attendibilità dell'ipotesi preliminare su cui si basa il metodo di PL, relativa alla fissità degli elementi in gioco nel problema, ipotesi che mette in parziale discussione l'utilità dei risultati del modello al variare delle condizioni interne ed esterne all'azienda, l'analisi della stabilità della soluzione ottima consente di individuare il «range» di ogni attività, cioè l'intervallo di variazione di ogni singola attività all'interno del quale il piano si mantiene ottimale, di determinare il «range» dei redditi lordi corrispondenti al «range» delle attività, cioè il campo di variazione del reddito lordo di ogni processo all'interno del quale il processo stesso viene conservato dalla soluzione ottima nella sua attività, di identificare il campo di validità dei «prezzi-ombra» dei fattori limitanti. Tutto questo, evidentemente, permette all'imprenditore una maggiore elasticità nelle scelte di breve periodo in quanto consente di attribuire un «range» anche agli elementi di input del problema, costituiti dalla articolazione qual-quantitativa dei processi produttivi e dai costi dei processi stessi, per i quali esistono elementi di incertezza costituiti da fattori climatici, dalle oscillazioni di mercato, dalle variazioni nelle disponibilità di risorse, ecc.

Tuttavia, anche l'analisi della stabilità della soluzione ottima, proprio perchè focalizzata nell'«intorno» della soluzione ottima, risulta insufficiente a consentire scelte di largo respiro sia nel breve che nel medio periodo. La limitatezza del campo di variazione dei parametri in gioco (nel caso della analisi della stabilità della soluzione ottima) costituisce una pesante ipoteca sull'analisi dei risultati e genera non pochi dubbi sulla possibilità di estrapolarli ai fini più generali della pianificazione aziendale. Risulta così assai utile l'utilizzazione della programmazione parametrica.

Difatti, la differenza fondamentale tra analisi di stabilità della soluzione ottima e programmazione parametrica sta nel fatto che mentre l'analisi di stabilità si occupa delle variazioni discrete dei parametri nello intorno della soluzione (e si chiama anche «analisi di sensitività»), la programmazione parametrica tratta invece variazioni continue, in un intervallo fissato (e quindi in un ampio ventaglio di situazioni aziendali teoriche), individuando in corrispondenza dei valori differenti dei parametri stessi (disponibilità di risorse, redditi lordi dei processi produttivi, coefficienti tecnici di domanda e offerta dei processi produttivi) differenti piani ottimali.

In questo senso la programmazione parametrica, prendendo in considerazione le variazioni dei parametri più importanti del problema, consente di esaminare e verificare le variazioni che sulle differenti organizzazioni aziendali possono produrre i mutamenti di alcuni elementi fortemente dipendenti sia da scelte di medio periodo come la disponibilità di certe risorse, sia da fattori esogeni come l'andamento del clima e le oscillazioni di mercato. A questo proposito risulta importante l'analisi della variazione dei «prezzi-ombra» dei fattori limitanti in funzione della disponibilità dei fattori stessi, analisi che consente di effettuare scelte di espansione o di contrazione delle disponibilità, avendo come riferimento un ampio intervallo di prova.

Una importante funzione della programmazione parametrica è quella relativa all'analisi e alla interpretazione incrociata dei rapporti che intercorrono tra i processi produttivi che concorrono alla organizzazione aziendale, in funzione di determinate variazioni dei parametri.

Questo risulta di notevole importanza per l'imprenditore in quanto consente di vedere l'influenza reciproca che si trasmettono i differenti cicli produttivi in rapporto agli indirizzi aziendali nella formazione di cicli produttivi complessi.

## 2. Pianificazione aziendale

A causa della rarefazione e disomogeneità del tessuto aziendale dell'area territoriale di riferimento, la scelta dell'azienda oggetto della ricerca è stata effettuata tenendo conto non tanto di criteri di rappresentatività statistica diretta della realtà, ma principalmente di due aspetti.

Il primo aspetto consiste nel fatto che, trattandosi di un'azienda condotta con criteri moderni, è stato possibile, per la corretta organizzazione della contabilità, acquisire gli elementi conoscitivi strettamente rispondenti alla situazione aziendale reale.

La estrapolazione dei risultati, ai fini dell'utilizzo generalizzabile al contesto territoriale in cui l'azienda si colloca, appare peraltro possibile a condizione che l'analisi dei risultati dell'applicazione del modello non venga condotta «tout court» sulla soluzione ottimale, corrispondente al miglior impiego delle risorse aziendali disponibili, ma sulla complessità dei rapporti fra i processi aziendali al variare degli elementi in gioco. In questo senso, si è fatto ricorso a tecniche d'indagine nell'«intorno» della soluzione ottimale (analisi di stabilità della soluzione ottima), ai fini della verifica della complessità ed elasticità dei rapporti fra gli elementi del problema, e a tecniche di parametrizzazione degli elementi costitutivi del modello, tecniche che consentono di far variare le posizioni di ottimalità in funzione dell'attribuzione di determinati parametri agli elementi stessi<sup>3</sup>.

Il secondo aspetto, di cui si è tenuto conto nella scelta della azienda, si riferisce alle caratteristiche tipologiche dell'ordinamento produttivo dell'azienda stessa. La contemporanea presenza, infatti, di un indirizzo zootecnico e cerealicolo può consentire, attraverso l'analisi dei risultati del modello di PL, di analizzare, sempre nell'obiettivo della generalizzazione dei risultati, gli aspetti organizzativi aziendali, sia rispetto ai cicli produttivi di ciascun indirizzo autonomamente, sia ai rapporti che fra i due indirizzi si intrecciano nella formazione dei cicli produttivi complessi.

<sup>3</sup> «... I cambiamenti possono essere *discreti* o *continui*. L'analisi che si occupa di variazioni discrete si chiama *analisi di sensitività*, mentre quella che tratta le variazioni continue si chiama *programmazione parametrica*». (Cfr. S. Vinci: *op. cit.*, pagg. 142-143). Nel presente lavoro l'analisi di sensitività corrisponde all'analisi post-ottimale nell'intorno della soluzione ottimale (cfr. nota 1).

### 3. Caratteristiche dell'azienda oggetto di studio

L'azienda oggetto della applicazione delle tecniche di PL è, come si è detto, un'azienda zootecnico-cerealicola ed è ubicata in un'area di pianura della Sardegna settentrionale. È costituita da un unico corpo di ha 430 di cui circa il 70% a giacitura pianeggiante. La superficie coltivabile è pari a 389 ettari, interamente destinati a colture erbacee.

La ripartizione colturale della superficie coltivabile nel triennio 1975-77 è stata mediamente la seguente: 229 ha (58,9%) di colture foraggere e 160 ha (41,1%) di colture cerealicole. Un'articolazione più dettagliata è riportata nella tabella seguente.

Colture	Superficie (ha)	%
Prato di medica	50	12,86
Erbaio di avena e favino	10	2,57
Erbaio di veccia, avena e trifoglio	120	30,85
Erbaio invernale di orzo	32	8,23
Avena	27	6,94
Grano tenero	30	7,71
Grano duro	60	15,42
Orzo da granella	60	15,42
Totale	389	100,00

Vi è da dire che la superficie occupata dall'erbaio invernale di orzo viene parzialmente destinata a colture primaverili-estive di sorgo e mais nelle proporzioni di cui alla seguente tabella:

Colture	Superficie (ha)	%
Sorgo	10	31,25
Mais	12	37,50
Totale	22	68,75

La produzione colturale è finalizzata a differenti destinazioni: la medica per la produzione di erba fresca, di erba disidratata e di insilato; l'avena e il favino in consociazione per la produzione di insilati; le colture di avena, veccia e trifoglio, in consociazione fra loro, sono destinate alla produzione di erba fresca, di insilato e di fieno; l'orzo è coltivato sia per la produ-



zione di erba fresca che per la produzione di granella; l'avena, in coltura specializzata, è coltivata, in parte per la produzione di insilato e, in parte, per la produzione di granella; infine, il grano tenero e il grano duro sono destinati alla produzione di granella e quindi di paglia.

L'azienda è dotata di diversi investimenti fondiari costituiti da fabbricati a differente destinazione, da sili per la conservazione dei foraggi e da un impianto di irrigazione<sup>4</sup>.

Le scorte fisse aziendali sono costituite dal bestiame allevato e dalle macchine e attrezzi. La consistenza media di bestiame si compone di: 370 vacche, 63 manze, 118 manzette, 236 vitelli e vitelle frisoni, 74 vitelli e vitelle chianini e 10 torelli di razza frisona. Il parco macchine di dotazione aziendale comprende 10 trattatrici di diversa potenza<sup>5</sup>.

Nell'azienda vi sono 11 salariati fissi di cui 6 sono addetti alle attività colturali e 5 all'attività di stalla<sup>6</sup>.

#### 4. Costruzione della «matrice della tecnica» del modello

##### 4.1. Struttura del modello

La struttura del modello di PL è costituita da una funzione obiettivo da massimizzare e da un sistema di disequazioni di vincolo lineari indipendenti. Le incognite del problema sono rappresentate dai livelli di attività dei differenti processi produttivi. La funzione obiettivo è costituita dal reddito aziendale al lordo dei costi fissi ed è formata dalla somma dei

<sup>4</sup> Il centro aziendale è costituito da un fabbricato con l'alloggio del custode e gli uffici, da un'officina per la riparazione delle macchine agricole, da due capannoni: uno per il ricovero delle macchine agricole stesse, e l'altro per la conservazione del fieno e della paglia, da un magazzino per il deposito dei mangimi e dei concimi, da un locale per il mulino aziendale, da una sala di mungitura (con impianto a giostra con 24 poste) e da sei sili a sviluppo verticale, di cui quattro «Harverstore» e due «SAFIZ» e da quattro sili a sviluppo orizzontale. La dotazione di fabbricati utilizzati per i processi produttivi di stalla comprende: due stalle aperte per le vacche in lattazione, una vecchia stalla chiusa adibita a box per i tori, box per i vitelli e le vitelle appena nati e per il loro allevamento fino ai tre mesi di età, altre tre stalle, distinte per l'allevamento delle vitelle, delle manzette e delle manze e infine dei box per l'allevamento dei torelli frisoni. L'azienda è dotata di un impianto di irrigazione sotterraneo tubato, alimentato da due pozzi la cui portata è sufficiente per irrigare una superficie di 32 ettari, destinati alle colture di medica (d'impianto), di sorgo e di mais.

<sup>5</sup> Una mietitrebbia, una falciandatrice, due falciatrici, una insilatrice, un disidratatore, una imballatrice, due seminatrici, tre spandiletame, uno spandiconcime, una botte per i trattamenti, una irrigatrice semovente ed altri rotolanti per l'irrigazione.

<sup>6</sup> La disponibilità di lavoro per i processi colturali viene integrata nei mesi di giugno, luglio e agosto attraverso l'assunzione di tre avventizi.

redditi lordi dei singoli processi produttivi aziendali, calcolati come differenza tra ricavi e costi variabili di produzione.

Ci si propone di massimizzare il reddito lordo aziendale subordinatamente alle disequazioni di vincolo relative alla disponibilità di risorse aziendali, alla organizzazione dei cicli produttivi e alla non negatività dei livelli di attività<sup>7</sup>.

Espressa in termini analitici, la struttura del modello è, come è noto, così rappresentabile:

$$\text{massimizzare } Z = \sum_{j=1}^n C_j x_j \quad (j = 1 \dots n)$$

subordinatamente ai vincoli:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad (i = 1 \dots m; j = \dots n)$$

$$x_j \geq 0$$

dove Z è la funzione obiettivo, le  $x_j$  sono i livelli incogniti delle attività dei processi produttivi<sup>8</sup>,  $C_j$  i redditi lordi unitari<sup>9</sup>,  $a_{ij}$  sono i coefficienti tecnici di trasformazione<sup>10</sup> e  $b_i$  le disponibilità di risorse.

<sup>7</sup> È utile a questo proposito riportare la seguente classificazione dei vincoli:

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>— Vincoli di natura aziendale</li> <br/> <li>— Vincoli di natura extraaziendale</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>— risorse produttive</li> <li>— avvicendamenti colturali</li> <br/> <li>— esigenze del singolo agricoltore</li> <li>— rischiosità diverse delle attività</li> <li>— motivi contrattuali, legislativi o costituzionali</li> </ul> |
|---|---|

(R. Pasca: *Impresa e programmazione lineare in agricoltura, Introduzione alla analisi teorica ed applicativa*. Coop. Editrice Economica e Commercio, Napoli, 1975, pagg. 186-187).

<sup>8</sup> Per «processo produttivo» si intende una trasformazione, secondo una data tecnica, di fattori produttivi in prodotti. Questa definizione comporta che:

- a) i coefficienti di ogni processo produttivo sono costanti;
  - b) le possibili combinazioni, in proporzioni diverse, dei fattori sono in numero finito.
- Giardina - Longo - Ricossa: *La programmazione lineare nell'industria*. Ed. Unione Industriali di Torino, pagg. 95-97, citato in: M. Prestamburgo: *Una applicazione della programmazione lineare e del bilancio programmato ad un complesso aziendale in provincia di Venezia*. «Rivista di Economia agraria», n. 4, 1964. Cfr. anche, per la definizione di «processo produttivo», A. Pirani - M. Polelli: *Analisi della gestione di una cascina lombarda mediante la programmazione lineare con tecniche di parametrizzazione*. Annali della Facoltà di Agraria, vol. XXI, Milano, 1976, pag. 7, nota (1), con «processo produttivo» o attività di un piano si vuole intendere ogni trasformazione di fattori produttivi in prodotto utilizzando una determinata tecnica. Solitamente si fa distinzione fra processi reali e processi fittizi (slack), che servono per portare le disuguaglianze ad uguaglianze, cioè le disequazioni ad equazioni per

## 4.2. Processi produttivi

Nella costruzione della «matrice della tecnica»<sup>11</sup>, i processi produttivi aziendali, per i quali si ricercano i livelli ottimali di attività, sono stati articolati nel modo seguente:

- processi colturali
- processi degli allevamenti
- processi di alimentazione
- processi di acquisto
- processi di vendita

### 4.2.1. Processi colturali

Si riportano qui di seguito per ciascun processo produttivo considerato, oltre alla dimensione media (nel triennio 1975-77) della superficie attivata nella situazione reale, le indicazioni quantitative utilizzate per la costruzione dei coefficienti della «matrice della tecnica» del modello, alla quale sono anche riferite le denominazioni dei processi produttivi stessi.

Esse riguardano la produzione unitaria rilevata mediamente nel triennio 75-77, i costi variabili di produzione (che si compongono di due quote, di

poter risolvere il sistema; quindi lo slack ha il significato di processo produttivo inutilizzato».

<sup>9</sup> Riguardo la definizione di reddito lordo o «utile», appare opportuno riportare integralmente una ricognizione che M. Prestamburgo effettua relativamente alle definizioni di differenti autori nel lavoro: M. Prestamburgo: *op. cit.*, pag. 72, nota (4): «Per 'utile' di un processo produttivo si intende la differenza tra il ricavo per la vendita dei beni prodotti ed i costi diretti sostenuti per produrli. Da questa definizione ne consegue che l'insieme dell'utile di ciascun processo produttivo è l'utile 'totale' al lordo dei costi fissi o comunque dei costi non specifici». (Giardina - Longo - Ricossa: *La programmazione lineare nell'Industria*. Ed: Unione Industriali di Torino, pag. 99).

Da altri AA. l'utile di un processo produttivo viene definito diversamente. M. De Benedictis lo definisce il «prezzo netto» del processo produttivo (*L'applicazione dei modelli economici all'analisi dell'azienda agraria in Italia*. Feltrinelli, 1962, pag. 15). G. Colombo parla di «redditi unitari prevedibili» (*Possibilità e limiti della programmazione lineare in agricoltura*. «Rivista di Economia Agraria», n. 1-2, 1964, pag. 167). F. Lechi di «rendimento netto» (*Un'applicazione della programmazione economica ad una cascina lombarda*. «Rivista di Economia Agraria», n. 1, 1962, pag. 47). Heady-Candler di «profitto» (*Linear Programming Methods*, Iowa State Univ. Press., 1958).

<sup>10</sup> «I coefficienti di produzione indicano la quantità di ciascun fattore che è necessaria per ottenere un'unità di prodotto. Il primo indice al piede del coefficiente (i) si riferisce alla riga, cioè al fattore della produzione disponibile in quantità limitata; il secondo (j) alla colonna, cioè all'attività che il fattore stesso contribuisce a produrre. L'insieme dei coefficienti di produzione di una colonna identifica un vettore; l'insieme dei vettori viene denominato matrice della tecnica e rappresenta il corpo centrale della matrice impiegata per risolvere i problemi di programmazione lineare». (F. Campus: *La programmazione lineare in agricoltura - Problemi teorici e pratici*. INEA, Roma, 1969, pagg. 19-20).

<sup>11</sup> Cfr. nota (10).

cul la prima relativa agli oneri dei prodotti: sementi, concimi, diserbanti; la seconda agli oneri dell'impiego dei mezzi meccanici: carburanti, lubrificanti e manutenzione), infine le ore di lavoro uomo mediamente impiegate per unità di processo.

**P1. Grano duro da granella**

Per questo processo viene utilizzata la cultivar «Maristella» per una superficie di 60 ettari; la resa unitaria di granella è di 25 q.li mentre quella della paglia è di 20 q.li; la granella è destinata alla vendita, la paglia viene utilizzata per l'alimentazione delle vacche e per la formazione della lettiera. I costi variabili ammontano complessivamente a L. 173.885 per ettaro e si compongono della quota relativa ai prodotti (L. 122.863) e di quella riguardante le macchine (L. 51.022). Il lavoro è pari a ore 11,20 per ettaro.

**P2. Grano tenero da granella**

Si estende su una superficie di 20 ettari con produzione unitaria di 35 q.li di granella e 25 q.li di paglia. Le cultivar sono «F. 51» e «Irnerio». Anche in questo caso la granella prodotta è destinata alla vendita, mentre la paglia è utilizzata per l'alimentazione e per la formazione della lettiera. I costi variabili sostenuti sono pari a L. 202.101 per ha, di cui L. 142.863 per i prodotti e L. 59.238 per i mezzi meccanici. L'impiego di lavoro risulta di ore 12,33 per ettaro.

**P3. Grano tenero per insilamento**

Viene interessata una superficie di 10 ettari con una resa unitaria di 170 q.li. Il valore dei costi variabili è di L. 209.231 per ha, così composto: L. 149.663 per i prodotti e L. 59.568 per i mezzi meccanici. Il lavoro impiegato è di ore 21,34 per ettaro.

**P4. Orzo da granella**

La superficie attivata è di 60 ettari; la produzione media per ettaro è data da 35 q.li di granella, utilizzata per la formazione di mangimi, e da 25 q.li di paglia per alimentazione e lettiera. I costi variabili risultano pari a L. 214.670 per ha e sono così ripartiti: L. 147.683 per i prodotti e L. 66.987 per i mezzi meccanici. Il lavoro è pari a ore 14,50 per ettaro.

**P5. Erbaio invernale di orzo per alimentazione fresca**

La superficie coltivata è pari a 32 ettari con produzione di erba fresca mediamente di 250 q.li per ettaro. I costi variabili sono pari a L. 177.793 per ha, di cui L. 144.482 per la quota dei prodotti e L. 33.311 per la quota dei mezzi meccanici. Il lavoro impiegato è pari a ore 21,83 per ettaro.

**P6. Avena da granella**

È interessata a questo processo una superficie di 20 ettari; la produzione unitaria media di granella è pari a 22,5 q.li, mentre quella di paglia è di 27,5 q.li. L'utilizzazione dei prodotti ripete quanto descritto per i processi P1. e P2. I costi variabili risultano pari a L. 191.646 per ha e si compongono dell'onere dei prodotti di L. 138.883 e di quello dei mezzi meccanici pari a L. 52.763. Il lavoro impiegato risulta pari a ore 12,13 per ettaro.

**P7. Avena per insilamento**

È interessata una superficie di 7 ettari con una resa unitaria media di 200 q.li. I costi variabili ammontano a L. 213.320 per ha, di cui L. 135.683 per i prodotti e L. 77.637 per i mezzi meccanici. Il lavoro impiegato è pari a ore 23,79 per ettaro.

**P8. Erbaio di avena e favino per insilamento**

La superficie coltivata è pari a 10 ettari con produzione media di 300 q.li per ettaro. I costi variabili, suddivisi nelle due quote relative all'onere dei prodotti (L. 133.683) e a quello dei mezzi meccanici (L. 95.169) ammontano a L. 228.852 per ha. Le ore di lavoro impiegato risultano pari a 22,34 per ettaro.

**P9. Erbaio di vecchia, avena e trifoglio per alimentazione fresca**

La superficie interessata è di 45 ettari, con produzione media unitaria di erba fresca di 400 q.li. L'ammontare dei costi variabili è di L. 221.346 per ha, di cui L. 164.505 per i prodotti e L. 56.841 per i mezzi meccanici. Le ore di lavoro per ettaro sono 15,63.

**P10. Erbaio di vecchia, avena e trifoglio per insilamento**

La coltura si estende su una superficie di 30 ettari con una resa di 300 q.li per ettaro. I costi variabili per ha sono pari a L. 257.901, di cui L. 164.505 e L. 93.396, rispettivamente per la quota relativa ai prodotti e a quella dei mezzi meccanici. Il lavoro impiegato è di ore 22,63 per ettaro.

**P11. Erbaio di vecchia, avena e trifoglio per produzione fieno**

Si tratta dell'unico processo del piano aziendale destinato alla produzione del fieno. Si estende su una superficie di 45 ettari con una produzione di 65 q.li di fieno per ettaro. I costi variabili risultano pari a L. 211.891 per ha, composti dalla quota dei prodotti di L. 164.505 e da quella dei mezzi meccanici di L. 47.386. L'impiego annuo di lavoro è di ore 13,45 per ettaro.

**P12. Prato di medica per alimentazione fresca**

La superficie interessata è di 15 ettari e la produzione media di 300 q.li

per ettaro. I costi variabili sono pari a L. 150.941 per ha, di cui L. 120.620 per i prodotti e L. 30.321 per i mezzi meccanici. L'impiego di lavoro risulta di ore 14,89 per ettaro.

**P13. Prato di medica per alimentazione previa disidratazione**

La superficie interessata si estende per 20 ettari e la produzione media è pari a 65 q.li di erba disidratata per ettaro. I costi variabili sono di L. 1.004.261 per ha, cui concorrono i prodotti con una quota di L. 120.620 e i mezzi meccanici con L. 883.641. Il lavoro per ettaro è pari a ore 26,39.

**P14. Prato di medica per insilamento**

La superficie coltivata è di 15 ettari con una produzione media unitaria di 200 q.li di insilato. I costi variabili per ha ammontano a L. 338.994 di cui, L. 239.945 per i prodotti e L. 99.049 per i mezzi meccanici. Il lavoro uomo è pari a ore 21,07 per ettaro.

**P15. Sorgo per alimentazione fresca**

La superficie interessata da questo erbaio estivo, coltivato in seconda coltura, è di 10 ettari, con una produzione media di 800 q.li per ettaro. I costi variabili per ha risultano pari a L. 434.289, di cui L. 235.441 per i prodotti e L. 198.848 per i mezzi meccanici. L'impiego di lavoro è pari a ore 50,35 per ettaro.

**P16. Mais per «silage»<sup>12</sup>**

La superficie coltivata, anche per questo caso in seconda coltura, è di 12 ettari. Si ottiene, in media, una produzione di 400 q.li per ettaro. I costi variabili sono pari a L. 331.954 per ha e si compongono delle due quote relative ai prodotti e ai mezzi meccanici, rispettivamente per L. 156.593 e L. 175.361. Le ore di lavoro impiegate per ettaro sono pari a 28,33.

#### **4.2.2. Processi degli allevamenti**

Il ciclo produttivo degli allevamenti ha due finalizzazioni: la produzione di latte e la produzione di carne.

Le vacche, di razza frisona, hanno un coefficiente di natalità pari all'84%; i capi nati appartengono per il 64% alla stessa razza e per il restante 20% a quella chianina<sup>13</sup>. Una quota delle femmine frisone viene allevata

<sup>12</sup> Viene indicato con il termine «silage» il processo di insilamento del mais quando esso raggiunge la maturazione cerosa.

<sup>13</sup> Incroci in F1 chianino per frisona.

per la rimonta, considerata pari al 17%, mentre la parte restante del bestiame viene allevato per la produzione di carne ed esce dall'azienda in fasi diverse del ciclo produttivo.

Per ciascun processo produttivo vengono qui di seguito indicati, come dato medio riferito al triennio 1975-77, oltre alla dimensione del processo stesso, i parametri necessari per la costruzione della «matrice della tecnica», i quali sono: l'impiego di lavoro, le unità foraggiere (U.F.) necessarie per l'alimentazione, i costi variabili<sup>14</sup> di produzione (che sono costituiti dal complesso delle spese per l'acquisto di medicinali, per il veterinario e da altre spese varie).

#### **P34. Vacche**

La consistenza media considerata è di 370 capi per una produzione annua unitaria di 50 q.li di latte; l'impiego di lavoro è stato valutato in 2,84 ore mensili per capo.

Rispetto alla alimentazione è stato calcolato un impiego di 5.152 U.F. per capo all'anno che vengono somministrate per il 60% sotto forma di foraggi e per il restante 40% come mangimi concentrati. I costi variabili ammontano a L. 28.831 per capo e risultano così ripartiti: L. 10.811 per i medicinali, L. 5.081 per il veterinario e infine L. 12.939 per le spese varie.

#### **P35. Vitelle frisone**

La dimensione dell'allevamento è pari a 118 capi (nati in azienda) che vengono allevati in azienda fino al passaggio alla fase successiva nel ciclo produttivo. È stato considerato un impiego di 0,80 ore mensili di lavoro per capo. L'alimentazione è costituita da 174 U.F. per capo, così ripartite: foraggi (fieno) 36 U.F., mangimi concentrati 138 U.F. I costi variabili sono pari a L. 4.360 per capo, di cui L. 2.365 per la quota relativa ai medicinali, L. 784 per il veterinario e L. 1.211 per le spese varie.

#### **P36. Vitelle frisone a manzette**

La dimensione è uguale a quella del processo produttivo P35. Il peso iniziale degli animali è pari a 110 Kg, mentre quello finale è pari a 300 Kg. Il lavoro impiegato è di 0,95 ore mensili. La somministrazione di U.F. a capo per l'alimentazione è data da 276 U.F. di foraggio e da 665 U.F. di mangimi concentrati, per un totale di 941 U.F. I costi variabili che si sostengono sono di L. 7.993 per capo e si compongono di L. 991 per i medicinali, L. 785 per il veterinario e L. 6.217 per le spese varie.

<sup>14</sup> Derivanti dalla media delle quantità fisiche del triennio 1975-77 per i prezzi dell'ultimo anno (1977).

**P37. Manzette frisone a manze**

Anche questo processo ha la dimensione indicata per i processi P35. e P36. Il peso iniziale degli animali è pari a 300 Kg, mentre quello finale è pari a 330 Kg. Il lavoro impiegato è stato valutato pari a 0,25 ore mensili. L'alimentazione è costituita dalla somministrazione di foraggi per 482 U.F. a capo e di mangimi concentrati per 359 U.F. L'ammontare dei costi variabili è pari a L. 6.266 per capo, di cui L. 991 per i medicinali, L. 785 per il veterinario e L. 4.490 per le spese varie.

**P38. Manze frisone a vacche**

La consistenza dell'allevamento è data da 63 capi, corrispondenti alla quota di rimonta (17%). Il lavoro è stato valutato pari a 0,48 ore mensili. L'alimentazione è costituita da 1.371 U.F. per capo, delle quali 760 sono fornite dai foraggi e 611 dai mangimi concentrati. I costi variabili ammontano a L. 9.947 per capo, così composti: L. 986 per i medicinali, L. 784 per il veterinario e L. 8.177 per le spese varie.

**P39. Vitelli frisoni**

La dimensione del processo è data da 118 capi. Il lavoro è stato considerato pari a 0,80 ore mensili per capo. L'alimentazione è costituita dalla somministrazione di 174 U.F. per capo, di cui 36 come foraggio e 138 come mangimi concentrati. I costi variabili che si sostengono sono pari a L. 4.360 per capo e si compongono di L. 2.365 per i medicinali, L. 784 per il veterinario e L. 1.211 per le spese varie.

**P40. Vitelli frisoni a tori**

Del vitelli di razza frisona, 10 capi vengono allevati per essere venduti come torelli. Per ogni unità l'impiego di lavoro è stato valutato pari a 1,50 ore mensili. Le U.F. necessarie alla alimentazione sono state considerate pari a 1.155, costituite da 208 U.F. provenienti dai foraggi e da 947 U.F. fornite dai mangimi concentrati. I costi variabili sono di L. 19.333 di cui L. 990 per i medicinali, L. 799 per il veterinario e L. 17.544 per le spese varie.

**P41. Vitelli e vitelle chianini**

Il ciclo produttivo degli allevamenti prevede per questo processo, che interessa il 20% della natalità complessiva, una dimensione media di 74 capi. Il lavoro mensile è stato valutato pari a 0,80 ore. L'alimentazione si compone di 36 U.F. di foraggi e 138 U.F. di mangimi concentrati. I costi variabili di produzione sono pari a L. 4.360 e sono costituiti da L. 2.365 per i medicinali, L. 784 per il veterinario e da L. 1.211 per le spese varie.



#### **4.2.3. Processi di alimentazione**

Riguardano l'utilizzo diretto dei prodotti dei processi colturali, la loro utilizzazione, dopo la trasformazione, come mangimi concentrati, e la alimentazione con prodotti acquistati.

##### **P17. - P30.**

Comprendono i processi di alimentazione ottenuti per trasferimento diretto dei prodotti dei processi colturali (P 17-29). Si articolano secondo le tipologie seguenti: erba fresca (q.li 38.500), erba disidratata (q.li 1.300), insilato (q.li 22.900) e fieno (q.li 2.925). I costi variabili di produzione per questi processi sono stati considerati nulli poichè sono stati già valutati nei corrispondenti processi produttivi colturali.

Tra i processi di alimentazione con foraggi è incluso il processo P30. che riguarda l'alimentazione con le trebbie di birra acquistate. Il costo di acquisto è di 2.500 lire per q.le.

##### **P31 - P33.**

Riguardano i processi di alimentazione con la utilizzazione dei mangimi concentrati. La composizione dei concentrati è formata in parte con prodotti acquistati (polpe di bietole, mais, soia e integrativi minerali) e in parte con l'orzo prodotto in azienda. I concentrati di tipo A e B vengono distribuiti in misura pari al 50% ciascuno, ai seguenti processi produttivi: vacche, vitelle a manzette, manzette a manze e manze a vacche, tutte di razza frisona. Il concentrato C viene invece utilizzato dagli altri processi produttivi di stalla: vitelle e vitelli di razza frisona, vitelli di razza frisona a tori, vitelli e vitelle chianini. Il costo considerato per q.le comprende la quota relativa all'acquisto dei prodotti e la quota di costo sostenuto per la trasformazione (macinazione nel mulino aziendale e preparazione) in mangime concentrato.

#### **4.2.4. Processi di acquisto**

Interessano l'acquisto di prodotti destinati all'alimentazione dei processi degli allevamenti e l'acquisto del lavoro straordinario ed avventizio impiegato nei processi produttivi colturali.

I processi P42. - P44. riguardano l'acquisto di paglia (utilizzata, oltre che per l'alimentazione, per la formazione della lettiera), di fieno (di vecchia, avena e trifoglio) e di orzo (utilizzato nella preparazione dei mangimi).

I processi P45. - P56. sono riferiti all'acquisto del lavoro straordinario ed avventizio per i processi delle colture. L'onere relativo, per ora di lavoro

mensile, è stato determinato in base alle tariffe sindacali predisposte per i salariati agricoli.

#### 4.2.5. *Processi di vendita*

Riguardano la vendita dei prodotti di alcuni dei processi produttivi colturali e degli allevamenti.

Relativamente ai prodotti colturali, i processi di vendita interessano le colture di grano duro, grano tenero e avena (rispettivamente P57., P58., P59.).

Per quel che riguarda i processi degli allevamenti i processi di vendita, da P60. a P64., si riferiscono: alle vacche (P60.) che hanno esaurito la carriera produttiva; ai vitelli di razza frisona (P61.) allevati fino all'età di tre mesi; alle manze frisone (P62.) che non entrano a far parte della quota di rimonta; ai tori di razza frisona (P63.) allevati fino a 10 mesi di età; ai vitelli e vitelle chianini (P64.), allevati in azienda fino all'età di tre mesi e destinati poi alla vendita ad un centro di ingrasso. Vi è infine il processo P65., relativo alla vendita del latte prodotto.

#### 4.3. *Vincoli*

Si distinguono tre ordini di vincoli: quelli connessi con la disponibilità di risorse aziendali; quelli legati all'organizzazione dei differenti cicli produttivi; quelli di massimo e di minimo collegati con l'alimentazione degli allevamenti ed i processi di acquisto.

Si illustrano qui di seguito, per i vincoli del primo tipo, le sub-matrici relative con le quali è stata costruita la «matrice della tecnica» del modello.

##### 4.3.1. *Disponibilità di terra coltivabile*

La terra disponibile per la coltivazione è pari a 389 ettari; i processi colturali sono stati precedentemente indicati e sono riportati nella «matrice della tecnica»; i coefficienti tecnici che esprimono la domanda di risorsa per unità di processo sono pari a 1 (1 ha per unità di processo colturale). Questo non vale ovviamente per le colture ripetute (sorgo e mais) che sfruttano (al 70%) la stessa superficie dell'erbaio invernale di orzo.

La sub-matrice M1., riportata nell'appendice II, mostra le relazioni di vincolo cui si è sopra accennato.

#### **4.3.2. *Disponibilità di lavoro per le colture e per i mangimi***

Il lavoro ordinario per le colture è eseguito da cinque salariati fissi; un ulteriore addetto si dedica alla preparazione dei mangimi.

La disponibilità di lavoro è articolata nelle quote relative ai diversi mesi dell'anno. La struttura delle equazioni con cui viene costruita la «matrice della tecnica» è impostata in modo che sia osservata la condizione che la quantità di lavoro necessario per le colture e per la preparazione dei mangimi sia inferiore al lavoro disponibile (ordinario e straordinario, comprendendo in quest'ultimo lo straordinario dei salariati fissi dell'azienda e quello acquistabile nei mesi di punta). Essendo il livello di utilizzo del lavoro straordinario una incognita del modello, si è ritenuto di risolvere il problema inserendo nella «matrice della tecnica» le sub-matrici M2 e M3 che si riportano nell'appendice II.

#### **4.3.3. *Disponibilità di lavoro per i processi degli allevamenti***

L'impiego di lavoro è riferito ad una media mensile; la disponibilità complessiva è valutata pari a 1.590 ore mensili. I coefficienti tecnici della matrice indicano le ore di lavoro mensili per capo, che si compongono delle quote dei tempi relativi alle operazioni elementari di cui è costituita la catena operativa relativa a ciascun processo. L'equazione di vincolo è riportata nell'appendice II, nella sub-matrice M4.

#### **4.3.4. *Disponibilità di posti per gli allevamenti***

La disponibilità di posti stalla è stata determinata in base alle caratteristiche dimensionali degli ambienti di ricovero.

I processi produttivi P34., P39., P41., relativi ai capi allevati fino a tre mesi di età dispongono di ambienti per 640 posti. Per gli altri l'azienda dispone di ambienti distinti per ciascun processo produttivo. La sub-matrice M5 (v. appendice II) riporta la equazione di vincolo relativa.

#### **4.3.5. *Disponibilità di acqua per irrigazione***

La disponibilità annuale di acqua per uso irriguo è valutata pari a 160 mila mc. La sua utilizzazione riguarda le colture di medica, sorgo e mais. Per quanto concerne la prima, l'irrigazione interessa soltanto la medica d'impianto, che si estende su una superficie pari a 1/5 di quella complessiva. I coefficienti tecnici introdotti in matrice indicano la quantità utilizzata per ettaro di superficie che risulta pari a 5.000 mc. per le differenti colture.

Per la medica, in particolare, è stato introdotto il coefficiente 1.000 poiché la superficie irrigua è pari, come si è detto, a 1/5 di quella complessiva.

Il livello di attivazione dei processi produttivi che utilizzano l'acqua per irrigazione costituisce un'incognita del modello; per la soluzione del problema relativo si è ritenuto opportuno inserire nel modello stesso la sub-matrice M6 che viene riportata nell'appendice II.

#### 4.3.6. *Ciclo produttivo degli allevamenti*

Sul tema dei vincoli connessi con la organizzazione dei cicli produttivi si illustra, in particolare, quello relativo alla organizzazione degli allevamenti.

Il ciclo degli allevamenti è costituito dai processi degli allevamenti e dai legami di relazione che i processi produttivi stessi, distinti in base all'età ed alla destinazione, hanno fra loro.

È stato considerato, nella costruzione della «matrice della tecnica» del modello, il ciclo produttivo normalmente effettuato in azienda, ciclo che lega con quote preliminarmente fissate il rapporto tra la produzione di carne e quella di latte.

Il tasso di natalità è stato considerato pari all'84% delle vacche nel complesso ed è così articolato: il 64% per la razza frisona (32% maschi e 32% femmine) e il 20% per gli incroci con la razza chianina. Il valore della quota di rimonta introdotto in matrice è pari al 17%.

La sub-matrice M.7.1., qui riportata, formalizza il ciclo produttivo aziendale degli allevamenti.

Vi è da aggiungere che, ai fini della effettuazione delle operazioni di parametrizzazione, è stata introdotta nella «matrice della tecnica» una sub-matrice modificata, rispetto alla precedente, per quanto si riferisce al rapporto quantitativo tra produzione di latte e produzione di carne; il rapporto in questo caso non viene vincolato a priori, ma, fatta salva la dotazione necessaria di animali per la quota di rimonta, viene lasciato libero di modificarsi in corrispondenza delle differenti situazioni ottimali.

Nella sub-matrice M.7.2. è riportato il ciclo produttivo di cui si è qui sopra trattato.

Come si può notare esaminando le sub-matrici M.7.1. e M.7.2., non è stata considerata nel modello la possibilità per l'imprenditore di acquistare capi dall'esterno, per poi introdurli nel ciclo aziendale.

Questa alternativa, la cui convenienza sarebbe in generale da verificare in un problema di PL di questo tipo, non viene presa in esame nel nostro

### M.7.1. Ciclo produttivo degli allevamenti

	P34. Vacche	P35. Vitelle frisone	P36. Vitelle frisone a manzette	P37. Manzette frisone a manze	P38. Manze frisone a vacche	P39. Vitelli frisoni	P40. Vitelli frisoni a tori	P41. Vitelli e vitelle chianini	P60. Vendita vacche	P61. Vendita vitelli frisoni	P62. Vendita manze frisone	P63. Vendita tori frisoni	P64. Vendita vitelli e vitelle chianini	Vincolo
Vacche	$0,17 X_{34} +$								$- 1 X_{60}$					$= 0$
Manze frisone a vacche	$0,17 X_{34} +$				$- 1 X_{38}$									$= 0$
Manzette frisone a manze				$1 X_{37} - 1 X_{38} +$							$- 1 X_{62}$			$= 0$
Vitelle frisone a manzette			$1 X_{36} - 1 X_{37}$											$= 0$
Destinazione vitelle frisone		$1 X_{35} - 1 X_{36}$												$= 0$
Vitelle frisone Destinazione	$0,32 X_{34} - 1 X_{35}$													$= 0$
vitelli frisoni Destinazione						$1 X_{39} - 1 X_{40} +$				$- 1 X_{61}$				$= 0$
Vitelli frisoni Destinazione	$0,32 X_{34}$					$- 1 X_{39}$								$= 0$
Vitelli frisoni a tori							$1 X_{40} +$					$- 1 X_{63}$		$= 0$
Destinazione vitelli/e chianini								$1 X_{41} +$					$- 1 X_{64}$	$= 0$
Vitelli/e chianini	$0,20 X_{34} +$							$- 1 X_{41}$						$= 0$

**M.7.2. Ciclo produttivo degli allevamenti**

	P34. Vacche	P35. Vitelle frisone	P36. Vitelle frisone a manzette	P37. Manzette frisone a manze	P38. Manze frisone a vacche	P39. Vitelli frisoni	P40. Vitelli frisoni a tori	P41. Vitelli e vitelle chianini	P60. Vendita vacche	P61. Vendita vitelli frisoni	P62. Vendita manze frisone	P63. Vendita tori frisoni	P64. Vendita vitelli e vitelle chianini	Vincolo
Vacche	$0,17 X_{34} +$								$- 1 X_{60}$					$= 0$
Manze frisone a vacche	$0,17 X_{34} +$				$- 1 X_{38}$									$= 0$
Manzette frisone a manze				$1 X_{37} - 1 X_{35}$							$- 1 X_{62}$			$= 0$
Vitelle frisone a manzette			$1 X_{36} - 1 X_{37}$											$= 0$
Vitelli frisoni a tori							$1 X_{40} +$					$- 1 X_{63}$		$= 0$
Destinazione vitelle frisone			$1 X_{35} - 1 X_{36}$											$= 0$
Destinazione vitelli frisoni						$1 X_{39} - 1 X_{40} +$				$- 1 X_{61}$				$= 0$
Destinazione vitelli/e chianini								$1 X_{41} +$					$- 1 X_{64}$	$= 0$
Vitelli e vitelle frisoni e chianini	$0,84 X_{34} - 1 X_{35} +$					$- 1 X_{39}$		$- 1 X_{41}$						$= 0$

caso, in quanto si ha a che fare nel ciclo principale degli allevamenti (carne e latte) con capi di razza frisona di ceppo americano e canadese, per i quali la quantità disponibile sul mercato è talmente ristretta rispetto alla domanda che i prezzi di acquisto di animali selezionati raggiungono valori molto elevati e non certamente confrontabili con i costi di produzione degli allevamenti aziendali.

Vi è inoltre da rilevare che l'azienda oggetto dello studio, per l'elevato livello tecnico dell'imprenditore nell'attività di selezione degli allevamenti, si pone rispetto al mercato più in una posizione di venditrice piuttosto che di acquirente.

#### 4.3.7. *Altri vincoli*

Con riferimento alle indicazioni riportate in matrice, il vincolo 65, di massima alimentazione con insilati, è legato alla tecnica di alimentazione usualmente adottata in azienda.

Il vincolo 66, massima alimentazione con trebbie di birra, è relativo alla tecnica di alimentazione delle vacche.

Il vincolo 71, che, limitando la superficie, vincola la massima produzione di insilato di avena e favino, è correlato alla limitata capacità di insilaggio di alcuni sili aziendali specificamente utilizzati per questo tipo di prodotti.

Il vincolo 72, di minima produzione di insilati, è stato introdotto al fine di evitare che nella soluzione ottimale venisse eccessivamente ridotto, attraverso una drastica selezione, il ventaglio dei processi produttivi colturali attivati.

Il vincolo 73, massimo acquisto di trebbie di birra, è di natura contrattuale.







## 5. Interpretazione dei risultati dell'applicazione del modello

### 5.1. Confronto tra piano ottimale e piano reale

Una prima ricognizione generale sui risultati<sup>15</sup> della soluzione ottimale (cfr. tavv. 1 e 2) consente la formulazione di alcune considerazioni.

Il reddito lordo aziendale si sposta da un valore pari a lire 498.749.322 del piano reale a L. 585.592.641, con un aumento, quindi, del 17,4%. L'indirizzo dell'azienda, zootecnico-cerealicolo, non subisce, nella soluzione ottimale, alcun sbilanciamento verso una delle due specializzazioni. Le componenti di variazione del reddito lordo, infatti, riguardano, da un parte, le colture da granella da vendita che realizzano un aumento in valore del 20,3% di fronte ad un incremento del 7% in termini di superficie coltivata (oltre ad una drastica selezione tesa a privilegiare il grano duro), dall'altra, il ciclo produttivo degli allevamenti finalizzato alla produzione di latte; l'allevamento delle vacche si incrementa, infatti, da 370 a 396 unità e il reddito lordo derivato dalla vendita del latte prodotto aumenta del 7%. L'incremento degli allevamenti, mediamente del 7%, non supera questo valore per la raggiunta saturazione della disponibilità di lavoro.

In riferimento ai soli costi variabili, si nota che questi subiscono un decremento dell'8,3% circa passando da 283 milioni a 259 milioni di lire. A questa diminuzione contribuiscono soprattutto i processi colturali con una variazione negativa del 20,6%, conseguente ad una più razionale utilizzazione delle colture. Aumentano del 7% i costi dei processi di allevamento, in proporzione all'aumento dei capi, mentre si mantengono pressochè costanti i processi di acquisto, con variazioni solo qualitative, delle quali si tratta nel settore specifico.

Le incidenze relative dei differenti gruppi di processi nel piano ottimale rispetto al piano reale possono riassumersi nel modo seguente. I processi colturali passano dal 37,40% al 32,38% come contributo alla formazione del complesso dei costi variabili, mentre la quota di incidenza degli allevamenti si sposta dal 5,13% al 6% circa, in corrispondenza dell'aumento del numero di capi. Gli acquisti, che nel piano reale incidono sui costi per il 58% circa, nella soluzione ottimale si spostano su un valore superiore, pari al 61% circa.

Per l'analisi, in particolare, dei gruppi di processi produttivi presi in considerazione nella «matrice della tecnica», si fanno qui di seguito alcune riflessioni.

<sup>15</sup> Le elaborazioni sul modello di PL sono state effettuate utilizzando il programma MPSX IBM sui computers IBM 370/158 e 370/168 del CNUCE a Pisa.

**Tav. 1 Confronto dei livelli di attività e dei redditi lordi tra piano reale e piano ottimale**

PROCESSI PRODUTTIVI	LIVELLI DI ATTIVITÀ				REDDITI LORDI (lire)			
	Unità di misura	Piano reale	Piano ottimale	+ % -	Piano reale	Piano ottimale	+ % -	
<b>1 Processi colturali</b>								
— Granella	ha	160	209	+ 30,6	— 31.188.240	— 40.570.276	— 30,1	
Totale granella	»	160	209	+ 30,6	— 31.188.240	— 40.570.276	— 30,1	
Foraggio								
— Erba fresca	»	102	128	+ 25,5	— 22.256.951	— 24.559.429	— 10,3	
— Erba disidratata	»	20	—	— 100,0	— 20.085.220	—	+ 100,0	
— Insilato	»	84	74	— 11,9	— 22.679.458	— 18.855.472	+ 16,9	
— Fieno	»	45	—	— 100,0	— 9.535.095	—	+ 100,0	
Totale foraggi	»	251	202	— 19,5	— 74.556.724	— 43.414.901	+ 41,8	
Totale processi colturali	»	411	411	—	—105.744.964	— 83.985.177	+ 20,6	
<b>2 Processi di alimentazione</b>								
— Erba fresca	q.li	38.500	43.179	+ 12,2	—	—	—	
— Erba disidratata	»	1.300	—	— 100,0	—	—	—	
— Insilato	»	22.900	22.108	— 3,5	—	—	—	
— Fieno	»	3.002	3.213	+ 7,0	—	—	—	
— Trebbie di birra	»	2.389	—	— 100,0	—	—	—	
— Paglia	»	2.929	3.047	+ 4,0	—	—	—	
Totale foraggi	»	—	—	—	—	—	—	
— Mangimi	»	10.029	10.731	+ 7,0	—	—	—	
Totale mangimi	»	10.029	10.731	+ 7,0	—	—	—	
Totale processi di alimentazione	»	—	—	—	—	—	—	

Segue Tav. 1

<b>3 Processi degli allevamenti</b>								
— Vacche	capi	370	396	+	7,0	— 10.667.470	— 11.416.137	— 7,0
— Vitelle frisone	»	118	127	+	7,6	— 514.480	— 552.453	— 7,4
— Vitelle frisone a manzette	»	118	127	+	7,6	— 943.174	— 1.012.789	— 7,4
— Manzette frisone a manze	»	118	127	+	7,6	— 739.388	— 793.962	— 7,4
— Manze frisone a vacche	»	63	67	+	6,3	— 626.661	— 669.577	— 6,8
— Vitelli frisoni	»	118	127	+	7,6	— 514.480	— 552.453	— 7,4
— Vitelli frisoni a tori	»	10	10	—	—	— 193.330	— 193.330	—
— Vitelli/e chianini	»	74	79	+	6,8	— 322.640	— 345.283	— 7,0
<hr/>								
Totale processi degli allevamenti	»	989	1.060	+	7,2	— 14.521.623	— 15.535.984	— 7,0
<hr/>								
<b>4 Processi di acquisto</b>								
— Trebble di birra	q.li	2.389	—	—	100,0	— 5.972.500	—	+ 100,0
— Fieno	»	77	3.213	+	407,3	— 462.000	— 19.278.690	— 407,3
— Paglia	»	491	—	—	100,0	— 1.964.000	—	+ 100,0
Totale foraggi	»	—	3.213	—	—	— 8.398.500	— 19.278.690	— 129,5
— Mangime A	»	4.775	5.111	+	7,0	— 65.035.500	— 69.613.259	— 7,0
— Mangime B	»	4.764	5.101	+	7,1	— 52.165.800	— 55.851.331	— 7,1
— Mangime C	»	491	519	+	5,7	— 11.725.080	— 12.392.207	— 5,7
— Orzo	»	1.241	—	—	100,0	— 21.717.500	—	+ 100,0
Totale mangimi e orzo	»	—	10.731	—	—	— 150.643.880	— 137.856.797	+ 8,5
Totale prodotti acquistati	»	—	—	—	—	— 159.042.380	— 157.135.487	+ 1,2
— Lavoro straordinario e avventizio	ore	1.395	1.079	—	22,7	— 3.399.711	— 2.598.284	+ 23,6
Totale lavoro straordinario e avventizio	»	1.395	1.079	—	22,7	— 3.399.711	— 2.598.284	+ 23,6
<hr/>								
Totale processi di acquisto	—	—	—	—	—	— 162.442.091	— 159.733.771	+ 1,7
<hr/>								
<b>TOTALE (1 + 2 + 3 + 4)</b>	—	—	—	—	—	— 282.708.678	— 259.254.932	+ 8,3

Segue Tav. 1

<b>5</b>	<b>Processi di vendita</b>							
— Granella di grano duro	q.li	1.500	2.680	+ 78,7	43.200.000	77.186.972	+ 78,7	
— Granella di grano tenero	»	700	—	— 100,0	13.300.000	—	— 100,0	
— Granella di avena	»	450	—	— 100,0	7.850.000	—	— 100,0	
<b>Totale granella</b>	»	—	2.680	—	64.150.000	77.186.972	+ 20,3	
— Vacche	capl	63	67	+ 6,3	41.580.000	44.427.544	+ 6,8	
— Vitelli frisoni	»	108	117	+ 8,3	28.458.000	30.752.972	+ 8,1	
— Manze frisoni	»	55	59	+ 7,3	71.500.000	77.213.643	+ 8,0	
— Tori frisoni	»	10	10	—	13.000.000	13.000.000	—	
— Vitelli/e chianini	»	74	79	+ 6,8	26.270.000	28.113.686	+ 7,0	
<b>Totale capi</b>	»	310	332	+ 7,1	180.808.000	193.507.845	+ 7,0	
— Latte	q.li	18.500	19.798	+ 7,0	536.500.000	574.152.756	+ 7,0	
<b>Totale latte</b>	»	18.500	19.798	+ 7,0	536.500.000	574.152.756	+ 7,0	
<b>Totale processi di vendita</b>	—	—	—	—	781.458.000	844.847.573	+ 8,1	
<b>TOTALE 5</b>	—	—	—	—	781.458.000	844.847.573	+ 8,1	
<b>Totale processi aziendali (1 + 2 + 3 + 4 + 5)</b>	—	—	—	—	498.749.322	585.592.641	+ 17,4	

I redditi sono indicati con il segno +, i costi con il segno —.

**Tav. 2 Confronto tra piano reale e piano ottimale relativamente agli utilizzi delle risorse limitanti**

Risorse aziendali	Unità di misura	Disponibilità di risorse aziendali	Utilizzo nel piano reale	Utilizzo nel piano ottimale
— Terra	ha	389	389	389
<b>— Lavoro ordinario:</b>				
aprile	ore	864	864	766
maggio	»	937	937	937
giugno	»	937	937	937
luglio	»	625	228	232
agosto	»	312	172	312
settembre	»	528	528	528
ottobre	»	937	816	937
novembre	»	937	937	937
dicembre	»	828	32	202
gennaio	»	937	149	264
febbraio	»	864	0	107
marzo	»	937	658	831
<b>— Lavoro straordinario:</b>				
aprile	»	338	265	0
maggio	»	833	577	113
giugno	»	848	144	275
luglio	»	679	0	0
agosto	»	568	0	121
settembre	»	281	246	281
ottobre	»	217	0	77
novembre	»	211	163	211
dicembre	»	213	0	0
gennaio	»	217	»	»
febbraio	»	196	»	»
marzo	»	217	»	»
<b>— Lavoro mensile per gli allevamenti</b>				
	»	1.590	1.486	1.590
<b>— Posti per gli allevamenti:</b>				
vacche	capi	430	370	396
manze frisone a vacche	»	150	63	67
manzette frisone a manze	»	150	118	127
vitelle frisone a manzette	»	150	118	127
vitelli frisoni a tori	»	10	10	10
vitelli/e frisoni e chianini	»	640	310	333
<b>— Capacità dei sili per insilato di avena e favino</b>				
	q.li	9.000	9.000	9.000
<b>— Acqua per irrigazione</b>				
	mc.	160.000	160.000	160.000

### ***Processi colturali***

La rosa dei processi colturali previsti nel piano ottimale si dimezza, rispetto al piano reale, passando da 16 processi a 8. Vengono eliminati infatti, *relativamente alle colture da granella, il grano tenero e l'avena; tra gli insilati: il grano tenero, l'erbaio di vecchia, avena e trifoglio e la medica.* Vengono altresì eliminati la medica per la produzione di disidratato e l'erbaio di vecchia avena e trifoglio destinato alla produzione del fieno.

Tra i processi, quelli che forniscono prodotti per la vendita — le colture da granella, escluso l'orzo — subiscono, come si è detto, una selezione verso il grano duro e registrano un aumento complessivo del livello di attività pari a 7 ha (+ 7%).

Rispetto ai processi colturali finalizzati alla alimentazione degli allevamenti, si registra, nel piano ottimale, la scelta per la produzione di tutto l'orzo necessario, che nel piano reale veniva acquistato per una quota pari al 37% del totale.

Subiscono una forte diminuzione i foraggi — ad eccezione della medica — per i quali il livello di attività si abbassa da 251 ha a 202 ha, con una perdita di superficie coltivata del 19,5%.

Ciò è da attribuire in gran parte al fatto che per la soluzione ottimale risulta preferibile acquistare il fieno anziché produrlo in azienda.

La disponibilità di terra viene interamente utilizzata sia nel piano reale che in quello ottimale.

Il lavoro ordinario non viene completamente utilizzato, ma si incrementa dal 64,9% al 72,5% della totale disponibilità, mentre per il lavoro straordinario si registra un decremento di utilizzo da 1.395 ore a 1.079 ore pari al 22,7%, sempre molto al di sotto tuttavia della disponibilità aziendale che è di 4.818 ore.

Vi è da notare, a questo proposito, che la non completa utilizzazione della disponibilità di lavoro sia ordinario che straordinario per i processi colturali è ovviamente correlata, attraverso i processi di alimentazione, con la disponibilità di lavoro per gli allevamenti, che viene completamente consumata nel piano ottimale e che quindi vincola l'utilizzo della disponibilità di lavoro per le colture.

L'acqua per irrigazione disponibile viene, come nel piano reale, completamente utilizzata anche nel piano ottimale.

### *Processi di alimentazione*

I livelli di attività dei processi di alimentazione sono nella gran parte direttamente conseguenti a quelli colturali, e valgono quindi per essi le considerazioni fatte precedentemente.

Vi è solamente da notare la eliminazione delle trebbie di birra e dei disidratati, cui corrisponde un incremento dell'alimentazione con erba fresca, dovuto in gran parte all'aumento del livello di attività della medica.

### *Processi degli allevamenti*

Come si è detto in premessa, si registra un forte aumento, pari a 26 unità, del numero delle vacche (con un incremento del 7% rispetto al piano reale) e conseguentemente del livello di attività degli altri processi del ciclo produttivo degli allevamenti.

All'incremento del numero di capi corrisponde nel piano ottimale, il completo utilizzo della disponibilità di lavoro per gli allevamenti, che costituisce peraltro il vincolo all'ulteriore incremento, come risulterà dall'elevato valore del «prezzo-ombra»<sup>16</sup> del fattore stesso.

Ad eccezione dell'allevamento dei tori, la disponibilità di posti stalla per gli altri tipi di allevamenti viene utilizzata solo in parte, a conferma del fatto che il fattore limitante principale alla espansione dei processi è la disponibilità di lavoro per la stalla.

### *Processi di acquisto*

Rispetto al piano reale non rientrano più nei processi di acquisto nè la paglia, relativamente alla quale risulta sufficiente la produzione aziendale, nè le trebbie di birra. Si registra, al contrario, un fortissimo incremento della quantità acquistata di fieno che passa da 77 q.li a 3.213 q.li. Nel complesso l'acquisto dei foraggi si incrementa in valore del 129,5%.

Riguardo ai concentrati, la quantità di prodotti acquistati aumenta del 7% circa, corrispondente peraltro alle aumentate necessità quantitative degli allevamenti, mentre l'orzo necessario per i mangimi non entra più nei processi di acquisto, dal momento che risulta preferibile, secondo il piano ottimale, produrlo in azienda. Per i mangimi e l'orzo si registra nel complesso una diminuzione in valore, per la quantità acquistata, dell'8,5%. Ad eccezione del fieno, quindi, per il quale si manifesta la pre-

<sup>16</sup> Il «prezzo-ombra» di un fattore rappresenta la variazione del reddito lordo al variare di una unità del fattore stesso.



ferenza ad acquistarlo anzichè produrlo, emergerebbe dall'analisi della soluzione ottimale la tendenza del modello ad organizzare l'azienda, sempre con riferimento ai costi considerati, secondo criteri di autosufficienza e di autonomia dal mercato rispetto alle esigenze della alimentazione.

### *Processi di vendita*

L'esame di questi processi consente di analizzare e individuare quali sono le componenti attive dei processi aziendali ed in quali quote concorrono per la formazione del reddito lordo.

Come è stato precedentemente indicato, i processi di vendita dei cereali si riducono alla sola granella di grano duro, con un incremento in valore, rispetto al piano reale, del 20,3%. Il contributo dei cereali alla formazione del reddito complessivo dei processi di vendita ha un limitato incremento: dall'8% al 9% circa. I ricavi derivati dalla vendita dei capi contribuiscono nei processi di vendita con il 23%, mentre la vendita del latte produce ricavi per L. 574.142.000 che rappresentano una quota pari al 68% circa. I contributi relativi sono pressochè uguali a quelli del piano reale a conferma della buona organizzazione aziendale e del fatto che il progresso della situazione aziendale potrebbe ottenersi solo sulla base della espansione dei processi degli allevamenti — con i conseguenti mutamenti che derivano, per l'adeguamento, a tutta l'organizzazione aziendale — espansione che era peraltro già preventivata dallo stesso imprenditore.

### *5.2. «Prezzi-ombra» dei fattori limitanti e analisi della stabilità della soluzione ottima*

L'analisi del piano ottimale ed il confronto con il piano reale, precedentemente effettuato in relazione ai livelli di attività e ai redditi lordi dei processi produttivi ed all'utilizzo delle risorse aziendali, ha consentito di cogliere una serie di aspetti interessanti ai fini delle scelte imprenditoriali. L'ipotesi preliminare, relativa alla fissità degli elementi in gioco nel problema — numero dei processi, vincoli di disponibilità di risorse e di organizzazione dei cicli produttivi, coefficienti tecnici di domanda dei processi e di offerta delle risorse — mette, tuttavia, in parziale discussione l'utilità dei risultati del modello al variare delle condizioni esterne ed interne all'azienda considerata, condizioni che riguardano le oscillazioni del mercato, la variabilità del clima, le variazioni nella disponibilità di risorse, ecc.

Una prima serie di informazioni fornite dalla soluzione ottimale si rivela utile per esaminare l'«intorno» della soluzione stessa al variare della disponibilità di fattori limitanti: è il caso dei «prezzi-ombra»<sup>17</sup> di questi fattori, che rappresentano la variazione del reddito lordo aziendale in corrispondenza di variazioni unitarie delle disponibilità (cfr. tav. 3).

Una seconda serie di informazioni è ottenibile attraverso l'analisi della stabilità della soluzione ottima<sup>18</sup> al variare degli elementi in gioco. Sono infatti individuabili il «range» di ogni attività, cioè l'intervallo di variazione di ogni singola attività all'interno del quale il piano si mantiene ottimale, il «range» dei redditi lordi, cioè il campo di variazione del reddito lordo di ogni processo, all'interno del quale il processo viene conservato dalla soluzione ottimale nella sua attività (cfr. tav. 4), infine il campo di validità dei «prezzi-ombra» dei fattori limitanti.

Si riportano qui di seguito, rispettivamente per ciascun fattore limitante e per i più importanti processi produttivi aziendali, alcune riflessioni sul tema dei «prezzi-ombra» e sulla analisi dei «ranges» dei livelli di attività del piano ottimale.

### 5.2.1. «Prezzi-ombra» dei fattori limitanti

Tav. 3 «Prezzi-ombra» dei fattori limitanti

Fattori limitanti	«Prezzi-ombra»	
— Terra	£/ha	283.597
— Lavoro ordinario del mese di novembre	£/ora	48.363
— Lavoro straordinario del mese di novembre	£/ora	46.003
— Lavoro mensile per gli allevamenti	£/ora	251.151
— Posti stalla per vitelli frisoni a tori	£/posto	376.630
— Massima capacità di insilaggio di avena e favino	£/q.le	218.060
— Acqua per irrigazione	£/mc	9

#### 5.2.1.1. Disponibilità di terra coltivabile

La disponibilità di terra coltivabile è di 389 ha. Il «prezzo-ombra» è di £/ha 283.597 ed è valido per un incremento della disponibilità fino ad un valore di 395 ha circa. Lo stesso valore si ha come decremento unitario del valore della funzione obiettivo per una diminuzione della disponibilità di terra fino ad un limite di 372 ha circa.

<sup>17</sup> Cfr. nota (16).

<sup>18</sup> Cfr. nota (3).

Se si tiene presente che il prezzo d'uso della terra, ad es. per un terreno seminativo irriguo, al mercato libero si aggira su 150.000 £/ha, appare senz'altro conveniente la espansione della superficie coltivabile.

#### 5.2.1.2. Disponibilità di lavoro ordinario

Il lavoro ordinario disponibile nei diversi mesi dell'anno, viene interamente utilizzato nei mesi di maggio, giugno, agosto, settembre, ottobre, novembre, mentre rimane una quota inutilizzata nei restanti mesi dell'anno. Dall'esame dei diversi valori dei «prezzi-ombra» si nota che solo per il lavoro di novembre sarebbe conveniente una maggiore disponibilità: risulta infatti un «prezzo-ombra» di 48.363 £/ora rispetto ad un prezzo di mercato che si aggira intorno a 2.200 £/ora; da ciò si deduce che il fattore è notevolmente limitante. Il «prezzo-ombra» del lavoro disponibile a novembre è valido fino ad un limite di disponibilità di 978 ore circa, con una possibilità di incremento della disponibilità del 4,4% circa rispetto a quella attuale.

Ovviamente, ai fini di una corretta decisione sull'accrescimento della disponibilità di lavoro, entrano in gioco altri fattori, tra i quali principalmente quelli che riguardano la non utilizzazione del lavoro ordinario nei mesi in cui questo non è necessario.

#### 5.2.1.3. Disponibilità di lavoro straordinario

Anche per il lavoro straordinario, come era da attendersi, si registra per la disponibilità nel mese di novembre un «prezzo-ombra» elevato, pari a £/ora 46.003, a conferma che la disponibilità di lavoro in questo mese costituisce un vincolo estremamente limitante. Come si può rilevare dai risultati dell'analisi della stabilità della soluzione ottima il «prezzo-ombra» indicato si mantiene costante fino ad un valore limite della disponibilità di 252 ore.

L'elevato valore del «prezzo-ombra» per il lavoro nel mese di novembre si spiega se si tiene presente che in questo mese, per la gran parte delle colture, viene effettuata l'operazione di semina.

La disponibilità di lavoro straordinario risulta completamente utilizzata anche nel mese di settembre. Il «prezzo-ombra» risulta, tuttavia, basso. La disponibilità di lavoro straordinario resta inutilizzata nei mesi di aprile, luglio, dicembre, gennaio, febbraio e marzo, mentre viene parzialmente utilizzata nei mesi restanti.

Mentre il «prezzo-ombra» della disponibilità del lavoro di novembre è mol-

to elevato, per gli altri mesi si registra ovviamente un costo di non utilizzo relativamente basso e in particolare, per le disponibilità non utilizzate, uguale al costo di input.

Si pone perciò per l'azienda il problema di una più uniforme ripartizione del lavoro nei mesi dell'anno, nei quali risulta utilizzato solo parzialmente. Sorgono tuttavia problemi relativi alla mobilità tra competenze diverse che sono di difficile soluzione.

#### 5.2.1.4. Disponibilità di lavoro per gli allevamenti

Nella soluzione corrente risulta utilizzata l'intera disponibilità di input, pari a 1.590 ore mensili. Il «prezzo-ombra», di 251.151 £/ora mensile, è elevatissimo. Il fattore è in effetti notevolmente limitante per la dimensione degli allevamenti. Una decisione di espansione degli allevamenti oltre il limite della soluzione corrente deve necessariamente smuovere l'ostacolo connesso con la disponibilità di lavoro stalla, nè è possibile contare, per i motivi già espressi, sul trasferimento di parte del lavoro non utilizzato dei processi colturali sulle operazioni necessarie agli allevamenti.

Sulla base di questo dato risulta spiegabile, come si vedrà per i «ranges» delle attività di stalla, la notevole stabilità della dimensione degli allevamenti nella soluzione corrente.

#### 5.2.1.5. Disponibilità di posti stalla per l'allevamento dei tori

La dimensione massima dell'allevamento (10 capi) viene interamente saturata nel piano ottimale. Il valore del «prezzo-ombra» è di 376.630 £/capo: risulta abbastanza elevato se rapportato alla somma del prezzo di mercato dei vitelli frisoni (263.500 £/capo) e del costo dell'allevamento dei vitelli a tori (19.333 £/capo), rispecchiando pertanto il ruolo limitante che il vincolo riveste all'interno dell'organizzazione produttiva aziendale.

Il costo del non sfruttamento della dimensione massima consentita al processo produttivo si mantiene costante fino al valore nullo della dimensione del processo.

#### 5.2.1.6. Vincolo di massima produzione di avena e favino per insilamento

Il «prezzo-ombra» riferito ad 1 ha del processo produttivo è di £ 218.060 ed è valido in un intervallo di attività i cui estremi sono inferiormente 25,55 ha, e superiormente 35,11 ha.

Il vincolo non appare limitante se si osserva che l'incremento, pari ad 1 ha, della estensione della coltura si ripercuote sulla funzione obiettivo

con un decremento del reddito lordo relativo pari alla differenza tra costo di produzione e «prezzo-ombra» della coltura stessa, differenza del valore di 10.792 £/ha (£ 228.852 - £ 218.060). Questo può spiegarsi con il fatto che esistono — come si vedrà nell'analisi della stabilità della soluzione ottima relativamente ai livelli di attività — dei processi produttivi che possono costituire valide alternative, nella produzione d'insilati, rispetto al processo considerato.

#### 5.2.1.7. Disponibilità di acqua per irrigazione

La disponibilità massima è di 160.000 mc.

Il «prezzo-ombra» è pari a 8,70 £/mc. ed è valido in un intervallo che ha come valori estremi delle disponibilità 146.757 mc. e 215.512 mc.

Il valore del «prezzo-ombra» risulta quindi molto basso, anche se superiore al costo di produzione, ipotizzato peraltro nullo. Il fattore non risulta particolarmente limitante a conferma del fatto che esistono, relativamente all'alimentazione, delle alternative costituite da prodotti di processi colturali non irrigui.

#### 5.2.2. *Analisi della stabilità della soluzione ottima: «ranges» delle attività dei processi produttivi*

La tav. 4, di seguito riportata, mostra il campo di «stabilità» della soluzione ottima relativamente ai livelli di attività e ai redditi lordi dei processi produttivi attivati nel piano ottimale.

Più avanti, per ciascun processo produttivo riportato nella tavola citata, vengono effettuate alcune considerazioni utili ai fini interpretativi dei risultati ottenuti.

##### 5.2.2.1. Grano duro da granella

Il livello di attività nella soluzione corrente è pari a 107,20 ha, rispetto ai 60 ha della situazione reale; il costo/ha, introdotto nella matrice è di 173.885 £/ha. Dai risultati dell'analisi post-ottimale si rileva che l'attività può essere mantenuta a 107,20 ha anche se il costo va da £/ha 247.353 a £/ha 149.410, con una escursione quindi, del 56% rispetto all'«input-cost». Se viene superato il limite di 247.353 £/ha, l'attività si sposta su 90,64 ha, mentre per i costi più bassi di 149.410 £/ha si spinge su 109,02 ha.

A commento va detto che l'effetto del cambiamento dei costi sul livello

**Tav. 4 Campo di «stabilità» della soluzione ottima relativamente al livelli di attività e ai redditi lordi dei processi produttivi**

Processi produttivi	Unità di misura	Limite inferiore	Livello di attività nella soluzione ottima	Limite superiore	«Lower cost» (*) (costi — redditi +) (lire)	Reddito lordo (costi — redditi +) (lire)	«Upper cost» (**) (costi — redditi +) (lire)	«Limiting process» (***)	
<i>Processi colturali</i>									
Grano duro da granella	ha	90,84	107,20	109,02	— 149.410	—173.885	—247.353	P2	21
Orzo da granella	»	95,29	102,15	102,61	+ 7.957.150	—214.670	—367.862	P44	62
Erbalo invernale di orzo	»	30,90	33,60	35,08	— 147.841	—177.793	—220.451	74	21
Avena da granella (****)	»	0,00	0,00	4,12	— 145.341	—191.646	—Infinito	—	P59
Avena per insilamento	»	6,61	23,52	33,76	— 208.970	—213.320	—269.028	66	21
Erbalo di avena e favino per insilamento	»	25,55	30,00	30,00	+ Infinito	—228.852	—446.912	67	—
Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per alimentazione fresca	»	41,78	50,12	58,80	— 208.079	—221.346	—226.686	21	74
Prato di medica per alimentazione fresca	»	37,20	42,41	48,58	— 50.100	—150.941	—159.499	21	P30
Sorgo per alimentazione fresca	»	—	2,51	9,10	— 427.527	—434.289	—480.148	74	21
Mais per «silage»	»	15,46	21,01	21,63	— 146.648	—331.954	—339.985	21	74
<i>Processi di alimentazione</i>									
Insilato da avena e favino	q.li	7.665	9.000	9.000	+ infinito	0	— 727	67	—
Paglia	»	3.026	3.047	3.083	+ 1.224	0	— 5.497	74	21
Mangime A	»	5.027	5.111	5.160	+ 63.753	— 13.620	— 91.013	28	62
Mangime B	»	5.016	5.101	5.149	+ 66.583	— 10.950	— 88.502	28	62
Mangime C	»	434	519	519	+ infinito	— 23.880	— 68.369	62	—
<i>Processi degli allevamenti</i>									
Vacche	capi	389	396	400	+ 969.890	— 28.831	—1.027.809	28	62

(\*) Viene così denominato dal programma MPSX IBM (cfr. nota 15) il più basso valore del coefficiente di costo per il quale il processo produttivo può essere mantenuto al suo livello di attività. Se il coefficiente di costo si abbassa al di sotto di «Lower cost», il livello di attività cresce verso il limite superiore.

(\*\*) Viene così denominato dal programma MPSX IBM il più alto valore del coefficiente di costo per il quale il processo produttivo può essere mantenuto al suo livello di attività. Se il coefficiente di costo cresce oltre «Upper cost», il livello di attività decresce verso il limite inferiore.

(\*\*\*) Viene così denominato dal programma MPSX IBM il nome della riga o della colonna della «matrice della tecnica» che entra in «base» quando il livello di attività decresce al di sotto del limite inferiore (primo valore nella riga) o cresce al di sopra del limite superiore (secondo valore nella riga).

(\*\*\*\*) Questo processo produttivo non è attivato nel piano ottimale, ma risulta in «base» (cfr. nota 19). Vengono ugualmente riportati i valori relativi poiché il processo stesso viene analizzato nel testo.

ottimale dell'attività non è rilevante: si registra infatti un campo di variabilità del livello di attività di 18,38 ha da 109,02 a 90,64, pari al 17,15% del livello della soluzione corrente, mentre l'intervallo di costo corrispondente è pari a £/ha 97.943 (da £ 247.353 a £ 149.410), su un livello quindi del 56,33%. In particolare per passare ad un livello di attività superiore dell'1% occorre un decremento del costo di entità superiore al 14% (da 173.885 £/ha a 149.410). Ciò appare spiegabile — se si tiene presente la struttura complessa dei cicli produttivi aziendali — con il fatto che il processo considerato fornisce all'azienda due prodotti; uno, quello principale: la granella che viene venduta; l'altro, secondario: la paglia, che ha, a sua volta, due possibilità d'utilizzazione a costo di trasformazione pressoché nullo: l'alimentazione degli allevamenti e la formazione della lettiera.

Per livelli dell'attività superiori a 109,02 ha entra in «base»<sup>19</sup>, nel modello, l'utilizzo del lavoro straordinario di settembre; la disponibilità di lavoro ordinario è stata infatti totalmente utilizzata in corrispondenza del livello d'attività della soluzione ottimale.

#### 5.2.2.2. Grano tenero da granella e avena da granella

Il processo produttivo grano tenero da granella non figura come attività del piano ottimale mentre è attivato con 20 ha nella situazione reale. Entrerebbe, tuttavia, in «base», secondo i risultati ottenuti, se il livello di attività del processo relativo al grano duro si abbassa al di sotto del suo limite inferiore. La scelta operata dal modello, per la soluzione ottimale, è caduta, a parità di finalizzazione dei due processi, sul processo grano duro da granella. La scelta dell'imprenditore, ai fini del dosaggio dei due processi nel ciclo aziendale, potrebbe in questo caso tener conto dei problemi connessi con la concentrazione del rischio dell'investimento. Trattandosi di processi, infatti, il cui prodotto principale ha come finalizzazione la vendita, entrano in gioco fattori di natura esogena non legati cioè alla struttura aziendale, ma, come in questo caso, alle oscillazioni del mercato.

Il processo produttivo colturale relativo alla avena da granella si trova in «base» ma non è compreso tra le attività del piano ottimale, mentre fa

<sup>19</sup> Relativamente alla soluzione di base del metodo del simplesso, con il quale viene risolto il problema trattato, va ricordato che il metodo stesso è un metodo di calcolo di tipo iterativo che perviene alla soluzione ottimale prendendo in esame alcune soluzioni di base partendo da una soluzione di base ammissibile, rappresentata da un vettore che soddisfa i vincoli del problema.

parte dell'ordinamento colturale normale dell'azienda con una estensione di 20 ettari. Anche questo processo è finalizzato alla vendita del prodotto principale. A differenza del grano duro assume, tuttavia, un ruolo complementare più che alternativo. Infatti, dai risultati dell'analisi della stabilità della soluzione, si osserva che l'avena viene attivata per un livello di costo inferiore del 24,2% rispetto a quello della soluzione corrente, con una superficie di 4,12 ettari ed una produzione di 92,71 q.li. Il limite superiore del prezzo di vendita è di 19.058 lire/q.le.

#### 5.2.2.3. Orzo da granella

La coltura, nella soluzione ottimale, risulta attivata per 102,15 ha rispetto ai 60 ha della situazione reale. Il coefficiente di costo introdotto nella funzione obiettivo è di 214.670 £/ha.

In base ai risultati del modello, il livello di attività si mantiene costante anche se il costo si sposta su valori pari a 367.862 £/ha; ciò può essere spiegato, come per il grano duro da granella, con il fatto che anche l'orzo fornisce due prodotti: la granella e la paglia.

Per costi superiori a 367.862 £/ha il livello di attività si sposta su valori inferiori: 95,29 ha. Se si andasse al di sotto di questo livello di attività entrerebbe in «base» il processo di acquisto della granella di orzo, il che indicherebbe la tendenza del modello, per costi di produzione superiori a 367.862 £/ha, a privilegiare l'acquisto del prodotto stesso.

Rispetto alla rigidità dell'attività a muoversi su livelli superiori a quello della soluzione corrente (il margine di variazione è in questo caso trascurabile: si passa infatti da 102,15 ha a 102,61 ha), occorre tener presente il vincolo interno che lega, attraverso la partecipazione alla formazione dei mangimi, il processo considerato a quello degli allevamenti, la cui dimensione è vincolata, come si può vedere dai risultati della applicazione del modello, dalla disponibilità di lavoro stalla. Ad ulteriore conferma del legame tra la rigidità della soluzione e la dimensione dei processi degli allevamenti, è da notare che, al di sopra della soglia peraltro teorica di 102,61 ha, entra in «base» il vincolo della dimensione degli allevamenti dei tori, che risulta molto limitante come si osserva dall'elevato valore del «prezzo-ombra» pari a 376.629 £/capo.

#### 5.2.2.4. Erbaio invernale di orzo per alimentazione fresca

Il livello di attività risulta pari a 33,60 ha rispetto ai 32 ha della situazione reale. Il costo è di 177.793 £/ha. Il valore di 33,60 ha si mantiene costante



per valori del costo che si possono spostare superiormente fino a 220.451 £/ha (+ 24% rispetto al costo introdotto nel modello) e inferiormente fino a 147.841 £/ha (— 16,85%). Superati questi valori l'attività si attesta rispettivamente su livelli di 30,90 ha (— 8,04% rispetto al livello della soluzione corrente) e 35,08 ha (+ 4,40%).

Si può osservare una rigidità globale del livello di attività elevata: 12,44% di variazione del livello di attività rispetto ad un intervallo di variazione di costi di produzione pari al 40,84% del costo di input. Questo fatto potrebbe giustificarsi con l'importanza che la coltivazione di erbaio di orzo riveste all'interno del ciclo produttivo aziendale, relativamente al sostegno delle colture estive di sorgo e mais che vengono ripetute sul 70% della superficie precedentemente utilizzata dall'erbaio stesso. Si ripete cioè il comportamento del modello, già registrato per le colture di grano duro da granella e di orzo da granella, comportamento che consiste nel privilegiare processi con più «uscite» produttive.

È da notare, tuttavia, il differente comportamento del modello nelle due direzioni dell'aumento e della diminuzione del costo di produzione, nel senso che risulta più sensibile alla diminuzione che non all'aumento.

#### 5.2.2.5. Avena per insilamento

La coltura, nella soluzione ottimale, risulta attivata per 23,52 ha rispetto ai 7 ha della situazione reale. Il costo/ha introdotto in matrice è di 213.320 £/ha.

Il «range» dell'attività è pari a 27,15 ha (+ 115,4% del livello di attività della soluzione corrente) per un corrispondente intervallo di costo di £/ha 60.058 (28,2% del costo di input). Si rileva quindi una sensibilità notevole dell'attività per piccole variazioni del costo, il che comporta per l'imprenditore un rilevante tasso di rischio rispetto alla dimensione da dare all'attività in sede di piano annuale.

È interessante, tuttavia, analizzare il gruppo degli insilati nel complesso in quanto sembra emergere un comportamento comune relativamente al fatto che tutti i processi produttivi relativi si trovano nella soluzione di base. La soluzione corrente tenderebbe tuttavia a privilegiare il processo P8. avena e favino per insilamento, ma il processo è vincolato a 30 ha per una produzione massima di 9.000 q.li.

Nella rosa degli insilati, la scelta del modello, nel rispetto del vincolo della minima quantità di insilati per l'alimentazione, cade sul processo che si considera e sul processo P16. mais per «silage». La limitata stabilità

del livello di attività del processo P7. appare quindi spiegabile con la presenza di alternative con un grado di convenienza abbastanza simile. Per il mais, come si è visto, entra in gioco un aspetto diverso connesso con il sostegno che a questa coltura dà l'erbaio di orzo per il vincolo rotazionale.

#### 5.2.2.6. Erbaio di avena e favino per insilamento

Il processo è inserito nella soluzione ottimale con un livello di attività pari a 30 ha, coincidenti con il vincolo di massima produzione (9.000 q.li) legato alla capacità d'insilamento di questo prodotto da parte dei sili aziendali. Nella situazione relativa all'ultimo triennio, la coltura risulta attivata per 10 ha.

Relativamente alla stabilità dell'attività, per variazioni del costo di produzione superiori all'«input-cost»<sup>20</sup>, si osserva che un «range» di costo pari a £/ha 218.060 (95% dell'«input-cost») si ha un campo di variazione dell'attività pari a 4,45 ha (15% del livello di attività nella soluzione corrente). Risulta cioè una ridotta sensibilità alla variazione dell'attività rispetto ad elevate variazioni dei costi. Ciò è spiegabile con l'importanza che il processo riveste per i cicli produttivi aziendali, importanza evidenziata dal totale utilizzo della disponibilità del prodotto nel piano ottimale, che rispecchia la tendenza del modello a privilegiarlo rispetto agli altri tipi di insilati.

#### 5.2.2.7. Erbaio di veccia, avena e trifoglio per alimentazione fresca

Il piano ottimale prevede per questo processo un livello di attività pari a 50,12 ha mentre nella situazione reale l'estensione della superficie coltivata relativa è di 45 ha.

Il costo considerato è di 221.346 £/ha.

Il livello di attività della soluzione corrente si mantiene inalterato per un «range» del reddito lordo di 18.607 £/ha pari al 8% circa dell'«input-cost». Se si superano gli estremi dell'intervallo si va verso una riduzione della dimensione dell'attività (41,78 ha) in corrispondenza di un incremento del costo e verso una più elevata dimensione dell'attività (58,80 ha) al diminuire del costo. Complessivamente l'intervallo di variazione dell'attività è del 33,96% rispetto alla soluzione corrente, il che attesta una elevata sensibilità del livello di attività alla variazione dei costi. Il modello, infatti,

<sup>20</sup> Vengono così denominate dal programma MPSX IBM (cfr. nota 15) i coefficienti della funzione obiettivo.

tenderebbe a privilegiare la coltivazione della medica, che ha un rapporto costo/resa più basso, ma che risulta vincolato dalla limitata disponibilità di acqua per irrigazione.

#### 5.2.2.8. Prato di medica per alimentazione fresca

La coltura risulta coltivata per 42,41 ha rispetto ad una attivazione media nella situazione reale di 15 ha.

Il costo di input è di 150.941 £/ha.

Il livello di attività della soluzione corrente si mantiene costante per valori del costo che vanno da 159.499 £/ha a 50.100 £/ha, quindi per un intervallo di 109.399 £/ha (72,48% circa dell'«input-cost»). Il «range» dell'attività della soluzione corrente ha come estremi 37,20 ha e 48,58 ha ed ha una dimensione di 11,38 ha (26,83% del livello ottimale di attività).

#### 5.2.2.9. Le colture ripetute: sorgo per alimentazione fresca e mais per «silage»

La soluzione ottimale fornisce per il sorgo un livello di attività di 2,51 ha per «input-cost» di 434.289 £/ha. Nella situazione reale la coltura è attivata per una estensione di 10 ha.

Il processo si presenta poco stabile in quanto per un intervallo di costo che va da 480.148 £/ha a 427.527 £/ha (per 52.621 £/ha pari al 12,12% dell'«input-cost») il «range» del livello di attività è di 9,10 ha, pari al 3,63% del livello della soluzione corrente.

Per il mais, si ha un livello di attività sulla soluzione corrente di 21,01 ha per un «input-cost» di 331.954 £/ha. In questo caso il livello di attività si mantiene stabile per variazioni del costo da 339.985 £/ha a 146.648 £/ha (per un intervallo di 193.337 £/ha pari al 58,25% dell'«input-cost»). Oltrepassati questi valori estremi, il livello di attività si attesta rispettivamente su valori pari a 15,46 ha e 21,63 ha, per un intervallo quindi di 6,17 ha pari al 29% del livello corrente. Si ha quindi anche in questo caso una stabilità limitata della soluzione, seppure superiore a quella relativa al sorgo. Questo induce a rilevare che entrambe le colture sono sostenute nel piano ottimale dall'erbaio invernale di orzo e non viceversa. A conferma di ciò si può infatti notare che il modello tende a indirizzarsi, a parità di tutte le altre condizioni, su un solo processo di: uno stesso gruppo (quindi un processo produttivo per gli insilati, uno per l'alimentazione fresca) e, come si è visto, sia per l'alimentazione fresca, sia per gli insilati vi sono, come risulta dall'analisi della stabilità della soluzione ottima, processi produttivi più stabili sia rispetto al sorgo che al mais.

#### 5.2.2.10. Processi di alimentazione

Per i processi di alimentazione, direttamente derivanti dai prodotti principali dei processi colturali, è stato considerato un costo di trasferimento nullo.

Si può osservare che il livello di attività dei processi stessi rimane generalmente stabile per piccole variazioni del costo di produzione con punte massime che raggiungono 727 £/q.le per l'insilato di avena e favino (questo processo, una volta superato questo costo, tenderebbe a spostarsi su un livello di attività pari a 7.665 q.li, inferiore del 14,8% al livello della soluzione corrente — 9.000 q.li — fissato dal vincolo di massima capacità degli impianti d'insilamento). Il margine superiore dell'utile lordo risulta ovviamente infinito poiché non è superabile il vincolo della capacità massima dei silli.

Un caso particolare è costituito dall'alimentazione con fieno di veccia, avena e trifoglio che ha nella soluzione un livello di attività di 3.213 q.li corrispondenti al vincolo di uguaglianza con le U.F. necessarie per l'alimentazione degli allevamenti. Ed è proprio con la presenza di questo vincolo che può spiegarsi la stabilità del processo sul livello della soluzione corrente (il livello si mantiene costante, infatti, anche per variazioni del costo di produzione da 0 a 123.108 £/q.le).

Rispetto ai prodotti secondari dei processi colturali, è da notare che la paglia ha una rilevante importanza nei processi di alimentazione: per un costo di trasferimento che va da 0 a 5.497 £/q.le si mantiene infatti stabile sul livello di attività della soluzione corrente.

Riguardo ai mangimi, si registra una notevole stabilità della soluzione anche per rilevanti variazioni dei costi di acquisto e trasformazione: questo risultato era prevedibile poiché l'utilizzo dei mangimi è stato introdotto in matrice come vincolo organico per l'alimentazione.

#### 5.2.2.11. Processi degli allevamenti

Il livello di attività del processo vacche (P34.) è, nella soluzione ottimale, pari a 396 capi rispetto al valore di 370 capi della situazione reale. Il «range» del reddito lordo è elevatissimo e dimostra quindi una ridottissima sensibilità del livello di attività alle variazioni del costo di produzione. Il «range» dell'attività è nel complesso di 11 capi con il limite superiore di 400 capi e inferiore di 389 capi.

La stabilità del livello di attività è forse imputabile a due fattori: il primo legato alla disponibilità di lavoro stalla (completamente utilizzata nel pia-

no ottimale), il secondo connesso con la ipotesi che la dimensione degli allevamenti sia più sensibile alle variazioni di altri elementi (ad es. il prezzo di vendita del latte, per il quale, come si vedrà più avanti, la stabilità del livello di attivazione esiste per un «range» dell'utile lordo pari al 138%, un valore indubbiamente molto alto, ma confrontabile con l'«input-cost»).

## 6. Programmazione parametrica

Il confronto tra piano ottimale e piano reale e l'analisi dei «prezzi-ombra» e della stabilità della soluzione ottima, effettuati nei paragrafi precedenti, hanno consentito di trarre alcune considerazioni sull'organizzazione produttiva aziendale, considerazioni che, pur nell'ipotesi base di costanza degli elementi in gioco, sono di primario interesse ai fini della pianificazione di breve periodo.

L'ipotesi base sopra accennata costituisce, tuttavia, una pesante ipoteca sull'analisi dei risultati e genera molti dubbi sulla possibilità di estrapolarli ai fini più generali della pianificazione aziendale, che, come si è detto in premessa, costituisce uno degli obiettivi principali della ricerca.

È di notevole aiuto, a questo fine, la programmazione parametrica sul modello, che consente di apprezzarlo in termini dinamici nella sua complessità, al variare degli elementi che ne costituiscono la struttura.

La programmazione parametrica o parametrizzazione, cioè l'attribuzione dei parametri di variazione, è stata applicata alle risorse aziendali disponibili — scegliendo fra queste quelle limitanti — e ad alcuni tra i più importanti coefficienti dei processi di vendita.

Si sono volute, cioè, prendere in considerazione le variazioni che, sulla organizzazione aziendale, possono produrre i mutamenti di alcuni elementi fortemente dipendenti sia da scelte di medio periodo, come la disponibilità di risorse, sia da fattori esogeni, come, ad esempio, le oscillazioni di mercato. Una serie di ulteriori approfondimenti sarebbe ancora possibile con questo tipo di tecniche, ma il livello di approfondimento raggiunto appare sufficiente per un primo insieme sistematico di conclusioni utili.

### 6.1. Parametrizzazione delle risorse aziendali

La programmazione parametrica viene, come si è detto, applicata alla parte di risorse che dall'esame dei risultati dell'analisi post-ottimale, risultano limitanti. Esse sono la terra coltivabile, il lavoro ordinario e straordinario del mese di novembre per i processi colturali, il lavoro per gli allevamenti, l'acqua per irrigazione.

Viene qui di seguito illustrato il comportamento del modello conseguente alla parametrizzazione di questo tipo di fattori.

### 6.1.1. *Parametrizzazione della disponibilità di terra coltivabile*

Il valore della disponibilità del fattore, introdotto nella «matrice della tecnica» è, come si è detto, di 389 ha, che risultano completamente utilizzati nella soluzione ottimale. Si è ritenuto di far variare la disponibilità in un intervallo di 200 ha che va da 289 ha a 489 ha, con un passo costante di 10 ha.

La variabile inizialmente presa in considerazione, per verificarne il comportamento in corrispondenza della parametrizzazione della terra coltivabile, è il reddito lordo aziendale, rappresentato nel modello di PL dalla funzione obiettivo.

I grafici e le tavole che vengono qui di seguito illustrati sono riportati alla fine del presente paragrafo 6.1.1.

La tav. 5 consente di rilevare un andamento pressochè lineare della funzione da 289 ha fino al valore corrente della disponibilità pari a 389 ha. In questo intervallo l'incremento della funzione obiettivo è mediamente di £ 400.000 circa per ogni ettaro di superficie ulteriormente coltivata. Successivamente passa attraverso valori dell'incremento di circa 190.000 £/ha in corrispondenza di 409 ha fino a valori di circa 50.000 £/ha per valori della disponibilità superiori a 459 ha.

Il valore della soluzione corrente si colloca in corrispondenza di un valore dell'incremento della funzione obiettivo pari a circa 280.000 £/ha, che consiglierebbe l'espansione.

L'andamento dei valori del reddito lordo può spiegarsi se si tiene presente che all'aumento della superficie colturale non corrisponde un incremento dei processi di alimentazione, quindi degli allevamenti, processi questi ultimi sottoposti a vincoli rigidi come la disponibilità di lavoro mensile e la capienza degli spazi di ricovero degli animali. La diminuzione rilevante dell'incremento, superata la soglia dei 409 ha, può spiegarsi, quindi, se si considera che il contributo all'incremento a quel punto viene formato solo dai processi di vendita dei prodotti colturali, che riguardano i soli cereali da granella.

Sotto il profilo delle proposte operative, risulta immediata la convenienza all'espansione della superficie coltivabile fino ai 449 ha, se si tiene presente che il canone di affitto per terreni di tipo analogo irrigati si aggira sul mercato intorno a £ 150.000 e che l'interesse sul capitale fondiario, in casi di acquisto, è da considerarsi pari a circa £ 90.000 all'anno per un prezzo di acquisto di £ 3.000.000 per ettaro.

Attraverso il grafico 1, che rappresenta le variazioni del «prezzo-ombra»

della terra coltivabile in funzione della sua disponibilità (sulla base dei dati della tav. 6), è possibile approfondire l'analisi precedente, ai fini della individuazione di soglie critiche di passaggio tra le fasi. Da valori del «prezzo-ombra» che si mantengono elevatissimi fino ai 359 ha si ha una fortissima caduta del valore in corrispondenza di 369 ha, esattamente da 416.854 £/ha a 298.301 £/ha.

Vi è poi una improvvisa ripresa del diagramma sui 379 ha. Il diagramma si mantiene pressochè costante fino ai 399 ha, registrando per 389 ha un valore del «prezzo-ombra» pari a 283.597 £/ha. Vi è successivamente una caduta per una disponibilità di 409 ha e infine dal 429 ha un decremento continuo fino a valori molto bassi del «prezzo-ombra», che per 489 ha è di £/ha 45.985.

L'esame parallelo del grafico 2 che rappresenta il quadro delle attività dei processi colturali al variare della disponibilità di terra consente di spiegare l'andamento dei «prezzi-ombra».

Si rileva infatti che la prima caduta del grafico 1 da £/ha 416.854 a £/ha 298.301, per un intervallo che va da un valore di 359 ha a 369 ha, avviene in corrispondenza del fatto che risulta in espansione la sola coltura di grano duro, mentre le altre sono costanti oppure in contrazione. Come è noto il grano duro è l'unico dei processi attivati che non viene utilizzato per l'alimentazione; quindi il suo contributo alla formazione del reddito lordo non deriva da un innesco di processi più complessi, ma può essere considerato autonomamente.

La forte ripresa del diagramma 1 per valori superiori alla soglia di 369 ha è anch'essa spiegabile se si analizza il grafico delle attività colturali nel quale compare in corrispondenza dei 369 ha il prato di medica per alimentazione fresca, coltura che contribuisce indirettamente, ma fortemente, alla formazione del reddito lordo aziendale attraverso la espansione dei processi degli allevamenti.

Al successivo andamento del grafico 1, che risulta fortemente discendente, corrisponde nel grafico 2 la contrazione di diverse colture necessarie per l'alimentazione e cioè: l'orzo da granella, l'erbaio invernale di orzo, l'erbaio di vecchia avena e trifoglio per alimentazione fresca, il sorgo. Si mantiene costante l'avena e favino per insilamento per il noto vincolo di capacità dei sili, mentre risultano in espansione: tra i processi di alimentazione, solamente la medica e il mais; tra i processi di vendita, il grano duro.

L'introduzione, in corrispondenza del valore della disponibilità di terra di 459 ha, della coltura di vecchia avena e trifoglio, la ripresa in espansione



in corrispondenza dello stesso valore della veccia, avena e trifoglio per alimentazione fresca e dell'orzo da granella seppure concomitante con la costanza della medica, e la contrazione dell'avena per insilamento e del grano duro da granella, consentono di arrestare la caduta del «prezzo-ombra» della terra al di sotto di valori, seppure limitanti di 50.000 £/ha circa. Un esame generale del grafico 2, costruito sui valori della tav. 7, oltre ad essere di notevole ausilio per la spiegazione del grafico 1, fa trarre una serie di utili considerazioni per la pianificazione dell'ordinamento colturale al variare della disponibilità di terra.

Occorre inizialmente far rilevare che delle colture attivate nella soluzione corrente, quasi tutte risultano attivate in corrispondenza di un ampio intervallo — sia in contrazione che in espansione, rispetto alla soluzione corrente — dei valori della disponibilità di terra.

Si può quindi affermare che la soluzione ottimale ha un elevato grado di stabilità riguardo all'aspetto qualitativo dell'ordinamento colturale.

In particolare, come si può rilevare dal grafico, risultano sempre presenti il grano duro, l'orzo, l'erbaio di veccia, avena e trifoglio per alimentazione fresca, l'avena e favino per insilamento, l'avena per insilamento. Si può dire che questi processi, in sede di pianificazione aziendale, possono essere considerati la base dei processi colturali di una azienda di tipo misto zootecnico-cerealicola.

Oltrepassata la soglia di 369 ha entra in produzione il prato di medica per alimentazione fresca, che si rivela quindi una coltura conveniente per aziende di notevole estensione. Sia l'erbaio invernale di orzo che le colture ripetute sulla sua superficie, sorgo e mais, non vengono più considerate convenienti al di sopra dei 449 ha, mentre il sorgo viene eliminato prima, tra i 389 ha e i 399 ha.

Ai 459 ha di superficie coltivabile appare conveniente produrre in parte il fieno di veccia, avena e trifoglio.

Alla soglia dei 489 ha, quindi per aziende di rilevante dimensione, l'ordinamento colturale si seleziona drasticamente, conservando in espansione solo le colture di medica, orzo e l'erbaio di veccia avena e trifoglio per la produzione di fieno e di erba fresca. Si mantiene costante, per i vincoli di capacità dei sili, la coltura di avena e favino per insilamento, mentre vanno in contrazione l'avena per insilamento che tende ad annullarsi, e il grano duro che si mantiene tuttavia su ottimi livelli di attività (123 ha). Emergerebbe cioè la tendenza ad alimentare gli allevamenti, rispettati i vincoli di minimo relativi al fieno e agli insilati, con medica e concentrati che raggiungono rispettivamente livelli di attività notevolissimi: 160 ha e 93 ha.

La tav. 8 rappresenta il quadro delle attività dei processi di alimentazione al variare della disponibilità di terra.

Per i processi produttivi direttamente collegati con quelli colturali valgono ovviamente le considerazioni fatte in precedenza.

Si può qui ulteriormente notare che l'acquisto di trebbie di birra appare conveniente fino alla soglia dei 359 ha.

Il grafico 3, costruito sui dati della tav. 9, descrive le variazioni parallele del «prezzo-ombra» del lavoro ordinario e straordinario del mese di novembre per i processi colturali in funzione della variazione della disponibilità di terra coltivabile.

Come si può rilevare, il diagramma presenta praticamente tre zone qualitativamente differenti. Nella prima zona, dopo un andamento costante fino al valore della superficie coltivabile di 329 ha, il diagramma ha un andamento crescente fino ai 359 ha, che può essere considerato come soglia limite. Una volta superato questo limite il diagramma si impenna ed entra nella seconda zona, mentre il «prezzo-ombra» raggiunge per il lavoro straordinario un valore pari a £/ora 43.899. Dall'esame del grafico 2 si rileva che ciò è dovuto all'entrata del prato di medica nell'ordinamento colturale ottimale.

All'interno di questa zona si trova il valore del «prezzo-ombra» corrispondente a 389 ha, che è la disponibilità di terra completamente utilizzata nella soluzione corrente.

La terza zona del diagramma, che presenta valori del «prezzo-ombra» oscillanti su valori intermedi rispetto a quelli della prima e della seconda zona, è introdotta da una caduta improvvisa del diagramma per il valore di 409 ha, mentre il «prezzo-ombra» della disponibilità del lavoro straordinario si porta su £/ora 29.617. In corrispondenza di questo valore della disponibilità, nel grafico 2 si può osservare un decremento del valore del coefficiente angolare dei diagrammi relativi ai processi colturali dell'orzo da granella, dell'erbaio di vecchia avena trifoglio e del mais. Vi è inoltre da osservare che tra i 389 ha e i 399 ha viene escluso dai processi da attuare il sorgo.

I risvolti operativi dell'analisi e delle valutazioni fin qui effettuate si riassumono nella necessità di una più equa ripartizione del lavoro aziendale nei diversi mesi dell'anno.

Questo implica peraltro dei problemi di flessibilità e mobilità del lavoro tra i differenti cicli produttivi aziendali che risulta, come si sa, notevolmente complessa e di difficile applicazione.

**Tav. 5** Variazione del reddito lordo aziendale in funzione della disponibilità di terra

Disponibilità di terra (ha)	Reddito lordo aziendale (lire)
289	545.001.467
299	549.653.707
309	554.305.947
319	558.958.187
329	563.610.427
339	568.090.704
349	572.478.441
359	576.711.434
369	579.875.790
379	582.756.674
389	585.592.641
399	588.417.544
409	590.347.845
419	592.242.250
429	594.136.654
439	595.871.709
449	597.310.297
459	598.266.315
469	598.832.667
479	599.292.756
489	599.752.609

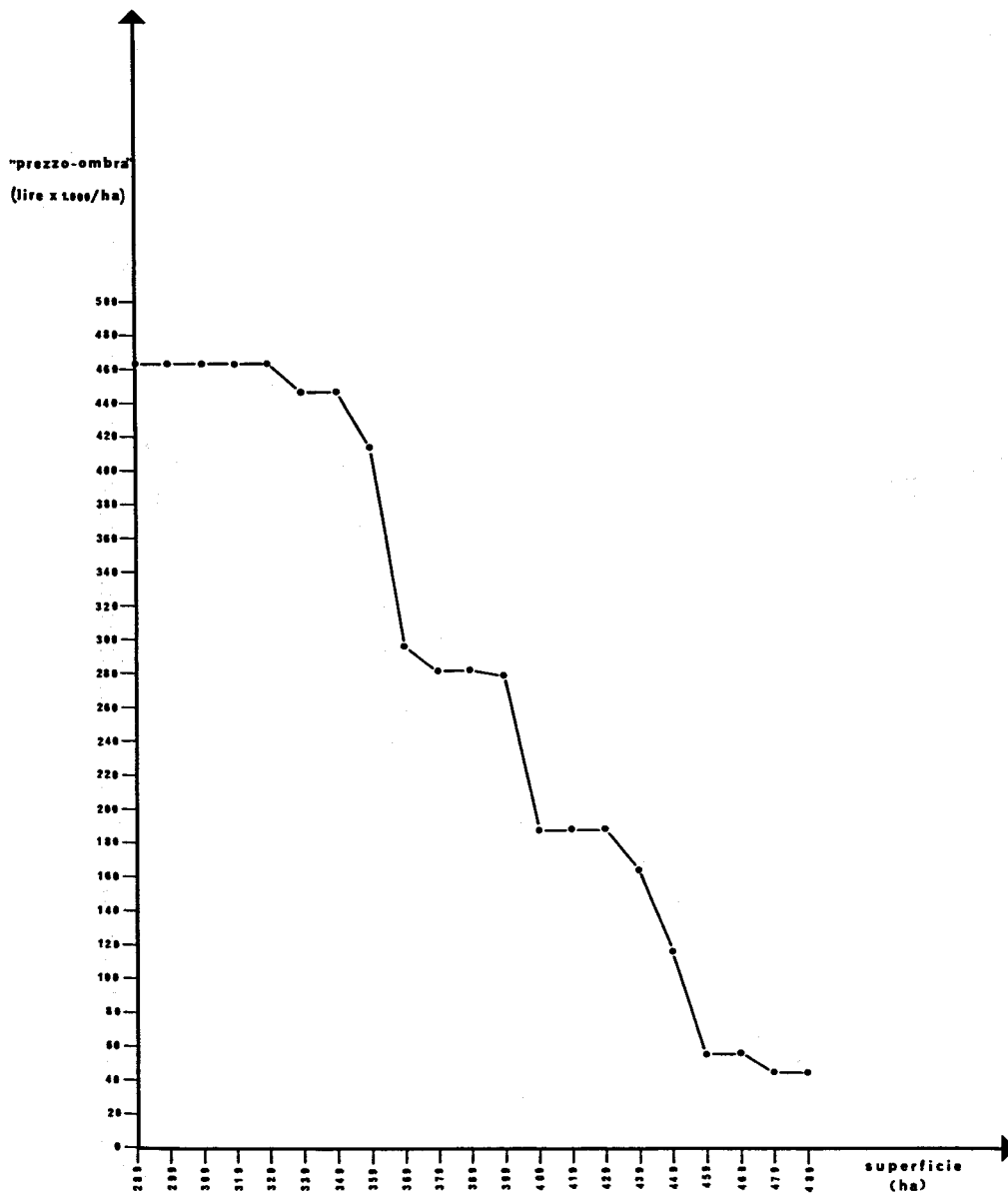
I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

**Tav. 6** Variazione del «prezzo-ombra» della terra in funzione della disponibilità di terra

Disponibilità di terra (ha)	«Prezzo-ombra» della terra (lire/ha)
289	465.224
299	»
309	»
319	»
329	»
339	438.774
349	»
359	416.854
369	298.301
379	283.597
389	283.597
399	280.791
409	189.440
419	»
429	»
439	165.438
449	117.306
459	56.635
469	»
479	45.985
489	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

grafico 1 - Variazione del "prezzo-ombra" della terra in funzione della disponibilita' di terra.



**Tav. 7 Quadro delle attività dei processi colturali in funzione della disponibilità di terra**

Livelli di attività dei processi colturali (ha)								
Disponibilità di terra (ha)	P1 Grano duro da granella	P2 Grano tenero da granella	P3 Grano tenero per insilamento	P4 Orzo da granella	P5 Erbaio invernale di orzo per alimentazione fresca	P6 Avena da granella	P7 Avena per insilamento	P8 Erbaio di avena e favino per insilamento
289	104,20	0	0	53,15	45,71	0	22,71	30,00
299	104,52	»	»	64,05	»	»	22,41	»
309	104,84	»	»	74,94	»	»	22,11	»
319	105,16	»	»	85,84	»	»	21,81	»
329	105,48	»	»	96,73	»	»	21,51	»
339	103,85	»	»	102,15	»	»	23,04	»
349	100,27	»	»	»	»	»	26,38	»
359	96,70	»	»	»	»	»	29,72	»
369	99,71	»	»	»	41,96	»	28,03	»
379	103,46	»	»	»	37,78	»	25,78	»
389	107,20	0	0	102,15	33,60	0	23,52	30,00
399	111,41	»	»	»	29,79	»	23,80	»
409	118,64	»	»	96,51	24,85	»	30,19	»
419	125,98	»	»	90,65	19,84	»	36,67	»
429	133,32	»	»	84,78	14,82	»	43,14	»
439	140,65	»	»	78,91	9,81	»	49,62	»
449	145,85	»	»	74,75	4,15	»	47,38	»
459	144,87	»	»	75,33	0	»	35,68	»
469	137,56	»	»	81,38	»	»	28,19	»
479	130,25	»	»	87,23	»	»	16,71	»
489	122,93	»	»	93,08	»	»	7,23	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

Segue tav. 7

Livelli di attività dei processi colturali (ha)								
Disponibilità di terra (ha)	P9 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per alimentazione fresca	P10 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per insilamento	P11 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per produzione fieno	P12 Prato di medica per alimentazione fresca	P13 Prato di medica per alimentazione previa disidratazione	P14 Prato di medica per insilamento	P15 Sorgo per alimentazione fresca	P16 Mais per «silage»
289	33,22	0	0	0	0	0	10,56	21,44
299	32,31	»	»	»	»	»	10,39	21,61
309	31,39	»	»	»	»	»	10,23	21,77
319	30,47	»	»	»	»	»	10,07	21,93
329	29,56	»	»	»	»	»	9,91	22,09
339	34,24	»	»	»	»	»	10,74	21,26
349	44,48	»	»	»	»	»	12,55	19,45
359	54,71	»	»	»	»	»	14,36	17,65
369	54,00	»	»	13,14	»	»	10,81	18,56
379	52,06	»	»	27,78	»	»	6,66	19,78
<i>389</i>	<i>50,12</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>42,41</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>2,51</i>	<i>21,01</i>
399	46,10	»	»	55,75	»	»	0	20,85
409	35,76	»	»	73,04	»	»	»	17,39
419	25,30	»	»	90,58	»	»	»	13,88
429	14,83	»	»	108,11	»	»	»	10,38
439	4,36	»	»	125,65	»	»	»	6,87
449	5,40	»	»	145,47	»	»	»	2,91
459	8,57	»	4,34	160,00	»	»	»	0
469	12,38	»	16,48	»	»	»	»	»
479	26,19	»	28,62	»	»	»	»	»
489	34,99	»	40,76	»	»	»	»	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.



**Tav. 8 Quadro di variazione delle attività dei processi di alimentazione in funzione della disponibilità di terra**

Livelli di attività dei processi di alimentazione (q.li)								
Disponibilità di terra (ha)	P17 Alimentazione fresca da erbale invernale di orzo	P18 Alimentazione fresca da erbale di vecchia, avena e trifoglio	P19 Alimentazione fresca da prato di medica	P20 Alimentazione fresca da sorgo	P21 Alimentazione previa disidratazione da prato di medica	P22 Insilato da grano tenero	P23 Insilato da avena	P24 Insilato da avena e favino
289	11.428,57	13.289,35	0	8.445,34	0	0	4.542,12	9.000,00
299	»	12.922,57	»	8.315,65	»	»	4.482,26	»
309	»	12.555,78	»	8.185,95	»	»	4.422,40	»
319	»	12.189,00	»	8.056,25	»	»	4.362,55	»
329	»	11.822,21	»	7.926,56	»	»	4.302,69	»
339	»	13.697,50	»	8.589,66	»	»	4.608,73	»
349	»	17.790,54	»	10.036,96	»	»	5.276,72	»
359	»	21.883,58	»	11.484,26	»	»	5.944,70	»
369	10.489,65	21.601,43	3.943,48	8.649,15	»	»	5.606,89	»
379	9.444,53	20.824,47	8.332,95	5.329,70	»	»	5.155,33	»
389	8.399,42	20.047,50	12.722,43	2.010,26	0	0	4.703,76	9.000,00
399	7.446,67	18.441,61	16.724,00	0	»	»	4.760,95	»
409	6.211,41	14.305,73	21.912,08	»	»	»	6.038,02	»
419	4.958,80	10.118,43	27.173,05	»	»	»	7.333,02	»
429	3.706,19	5.931,12	32.434,02	»	»	»	8.628,03	»
439	2.453,57	1.743,82	37.695,00	»	»	»	9.923,04	»
449	1.037,98	558,25	43.640,50	»	»	»	9.476,86	»
459	0	3.429,17	48.000,00	»	»	»	7.135,73	»
469	»	6.951,80	»	»	»	»	5.238,93	»
479	»	10.474,42	»	»	»	»	3.342,14	»
489	»	13.997,04	»	»	»	»	1.445,34	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.



Segue Tav. 8

Livelli di attività dei processi di alimentazione (q.li)									
Disponibilità di terra (ha)	P25 Insilato da vecchia, avena e trifoglio	P26 Insilato da prato di medica	P27 Insilato da mais	P28 Fieno di vecchia, avena e trifoglio	P29 Paglia	P30 Trebbe di birra	P31 Mangime A	P32 Mangime B	P33 Mangime C
289	0	0	8.577,13	3.213,12	1.761,76	10.000,00	5.111,11	5.100,58	518,94
299	"	"	8.642,18	0	2.040,56	"	"	"	"
309	"	"	8.707,02	"	2.319,37	"	"	"	"
319	"	"	8.771,87	"	2.598,17	"	"	"	"
329	"	"	8.836,72	"	2.876,98	"	"	"	"
339	"	"	8.505,17	"	2.979,70	8.069,65	"	"	"
349	"	"	7.781,52	"	2.908,25	4.229,90	"	"	"
359	"	"	7.057,87	"	2.836,80	390,14	"	"	"
369	"	"	7.423,83	"	2.896,91	0	"	"	"
379	"	"	7.913,03	"	2.971,89	"	"	"	"
389	0	0	8.402,22	3.213,12	3.046,87	0	5.111,11	5.100,58	518,94
399	"	"	8.340,27	"	3.130,89	"	"	"	"
409	"	"	6.956,78	"	3.134,74	"	"	"	"
419	"	"	5.553,85	"	"	"	"	"	"
429	"	"	4.150,93	"	"	"	"	"	"
439	"	"	2.748,00	"	"	"	"	"	"
449	"	"	1.162,53	"	"	"	"	"	"
459	"	"	0	"	"	"	"	"	"
469	"	"	"	"	"	"	"	"	"
479	"	"	"	"	"	"	"	"	"
489	"	"	"	"	"	"	"	"	"

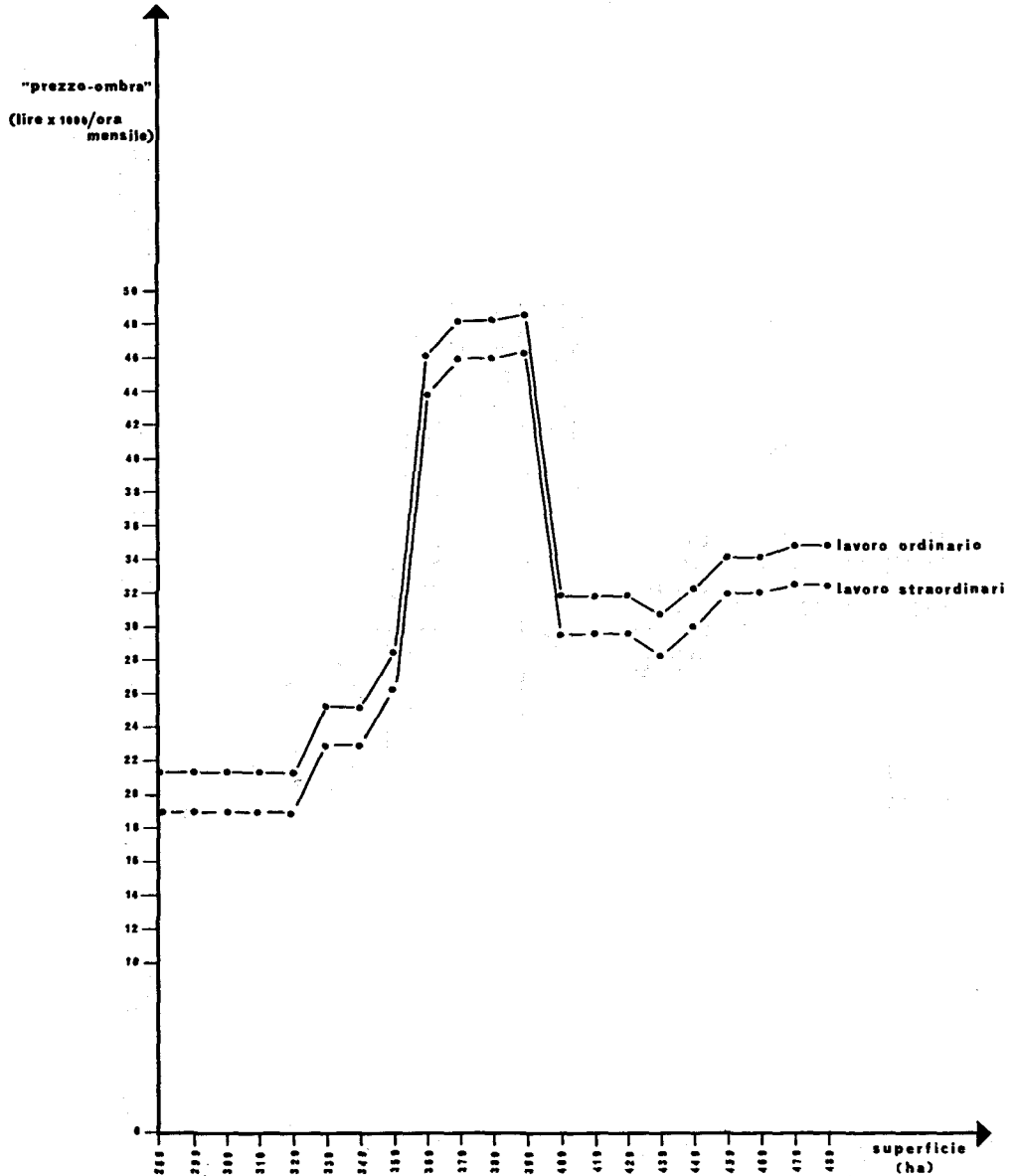
I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

**Tav. 9** Variazione del «prezzo-ombra» del lavoro ordinario e straordinario del mese di novembre in funzione della disponibilità di terra

Disponibilità di terra (ha)	«Prezzo-ombra» del lavoro ordinario del mese di novembre (lire/ora)	«Prezzo-ombra» del lavoro straordinario del mese di novembre (lire/ora)
289	21.370	19.010
299	»	»
309	»	»
319	»	»
329	»	»
339	25.382	23.022
349	»	»
359	28.683	26.323
369	46.259	43.899
379	48.363	46.003
389	48.363	46.003
399	48.764	46.404
409	31.977	29.617
419	»	»
429	»	»
439	30.842	28.482
449	32.363	30.003
459	34.280	31.920
469	»	»
479	34.892	32.532
489	»	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

**grafico 3 - Variazione del "prezzo-ombra" del lavoro ordinario e straordinario del mese di novembre in funzione della disponibilita' di terra**



### 6.1.2. Parametrizzazione della disponibilità di lavoro per i processi colturali

Rispetto alla disponibilità di lavoro nei differenti mesi dell'anno, solamente per il mese di novembre la risorsa di cui si tratta risulta limitante. Il livello di disponibilità della risorsa introdotto nella «matrice della tecnica» è di 937 ore per il lavoro ordinario e di 211 ore per quello straordinario, entrambi completamente utilizzati nella soluzione ottimale.

L'intervallo di variazione assunto per la parametrizzazione è stato per il lavoro ordinario di 360 ore, con un passo di 20 ore, da 757 a 1.117 ore; la disponibilità di lavoro straordinario è stata fatta variare da 31 a 391 ore, con un passo di 20 ore, per un intervallo anche in questo caso di 360 ore. Il grafico e le tavole che vengono qui di seguito illustrati sono riportati alla fine del presente paragrafo 6.1.2.

Il grafico 4 (costruito sui dati della tav. 10) che mette in relazione il «prezzo-ombra» del lavoro straordinario con la sua disponibilità, fa rilevare un andamento pressochè lineare della funzione obiettivo fino al limite di 271 ore con un incremento medio al crescere della disponibilità pari a circa 46.000 £/ora.

Successivamente il diagramma cresce meno rapidamente attestandosi su valori dell'incremento pari a circa 28.000 lire per ogni ora ulteriormente disponibile. Emerge quindi dall'analisi dei risultati che nell'intervallo considerato è fortemente conveniente una scelta di espansione se si considera che il prezzo di mercato di un'ora di lavoro straordinario è pari a £ 2.360.

La tav. 11, rappresenta il quadro delle attività colturali al variare della disponibilità di lavoro straordinario di novembre.

Vi è da rilevare l'introduzione del sorgo alla soglia delle 171 ore, l'incremento delle colture di grano duro, di erbaio di orzo e di vecchia avena e trifoglio per alimentazione fresca. Viceversa, in corrispondenza della disponibilità di 291 ore, va in decremento l'attivazione dell'orzo da granella, per cui i piani ottimali relativi alla disponibilità di lavoro superiori a 291 ore scelgono di integrare l'orzo prodotto con l'acquisto per la formazione di mangimi, preferendo quindi utilizzare il lavoro straordinario, che si rende disponibile, su altre colture.

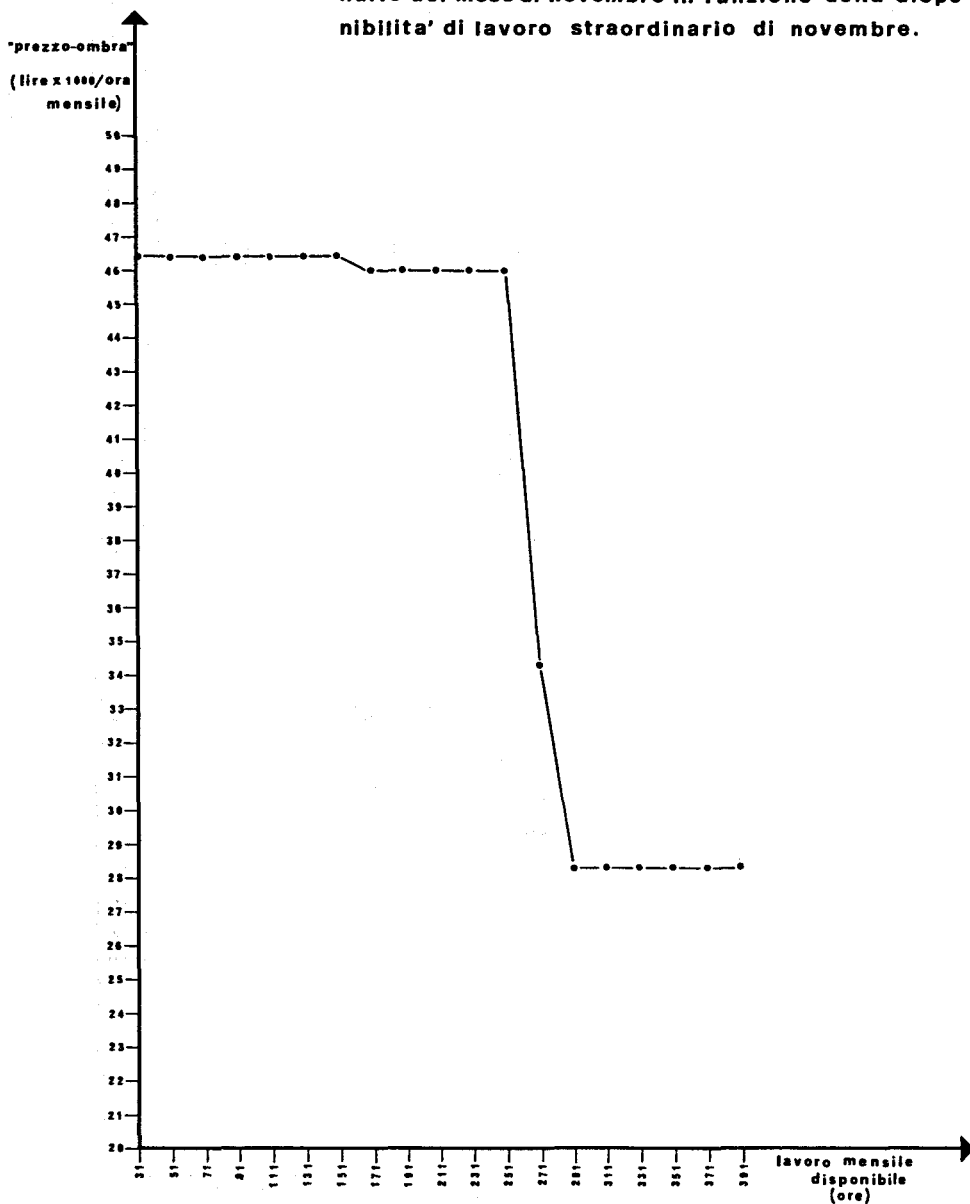
È da notare ancora all'aumento della disponibilità di lavoro il notevole decremento della superficie di medica per alimentazione fresca, che è spiegabile con il fatto che la coltura risulta conveniente rispetto alle altre solo per bassi valori della disponibilità, in quanto non utilizza il lavoro di novembre.

**Tav. 10** Variazione del «prezzo-ombra» del lavoro straordinario del mese di novembre in funzione della disponibilità di lavoro straordinario di novembre

Disponibilità di lavoro straordinario del mese di novembre (ore)	«Prezzo-ombra» del lavoro straordinario del mese di novembre (lire/ora)
31	46.404
51	»
71	»
91	»
111	»
131	»
151	»
171	46.003
191	»
211	46.003
231	»
251	»
271	34.309
291	28.293
311	»
331	»
351	»
371	»
391	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

grafico 4 - Variazione del "prezzo-ombra" del lavoro straordinario del mese di novembre in funzione della disponibilita' di lavoro straordinario di novembre.



**Tav. 11 Quadro di variazione delle attività dei processi colturali in funzione della disponibilità di lavoro straordinario del mese di novembre**

Livelli di attività dei processi colturali (ha)								
Disponibilità di lavoro straordinario del mese di novembre (ore)	P1 Grano duro da granella	P2 Grano tenero da granella	P3 Grano tenero per insilamento	P4 Orzo da granella	P5 Erbaio invernale di orzo per alimentazione fresca	P6 Avena da granella	P7 Avena per insilamento	P8 Erbaio di avena e favino per insilamento
31	90,32	0	0	102,15	24,34	0	30,85	30,00
51	92,12	»	»	»	25,30	»	29,60	»
71	93,92	»	»	»	26,27	»	28,35	»
91	95,71	»	»	»	27,23	»	27,10	»
111	97,51	»	»	»	28,20	»	25,85	»
131	99,31	»	»	»	29,17	»	24,61	»
151	101,11	»	»	»	30,13	»	23,36	»
171	102,95	»	»	»	31,13	»	22,32	»
191	105,08	»	»	»	32,36	»	22,92	»
211	107,20	0	0	102,15	33,60	0	23,52	30,00
231	109,33	»	»	»	34,83	»	24,12	»
251	111,46	»	»	»	36,07	»	24,71	»
271	111,60	»	»	»	32,18	»	23,13	»
291	114,55	»	»	99,79	32,71	»	23,39	»
311	117,53	»	»	97,40	33,30	»	23,68	»
331	120,52	»	»	95,02	33,90	»	23,96	»
351	123,51	»	»	92,63	34,49	»	24,25	»
371	126,49	»	»	90,24	35,08	»	24,53	»
391	129,48	»	»	87,85	35,68	»	24,82	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

Segue Tav. 11

Livelli di attività dei processi colturali (ha)								
Disponibilità di lavoro straordinario del mese di novembre (ore)	P9 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per alimentazione fresca	P10 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per insilamento	P11 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per produzione fieno	P12 Prato di medica per alimentazione fresca	P13 Prato di medica per alimentazione previa disidratazione	P14 Prato di medica per insilamento	P15 Sorgo per alimentazione fresca	P16 Mais per «silage»
31	36,53	0	0	74,82	0	0	0	17,04
51	38,39	»	»	71,44	»	»	»	17,71
71	40,25	»	»	68,06	»	»	»	18,39
91	42,12	»	»	64,68	»	»	»	19,06
111	43,98	»	»	61,30	»	»	»	19,74
131	45,85	»	»	57,92	»	»	»	20,42
151	47,71	»	»	54,54	»	»	»	21,09
171	49,40	»	»	51,05	»	»	0,14	21,65
191	49,76	»	»	46,73	»	»	1,33	21,33
217	50,12	0	0	42,41	0	0	2,51	21,07
231	50,48	»	»	38,09	»	»	3,70	20,68
251	50,84	»	»	33,77	»	»	4,89	20,36
271	67,68	»	»	22,27	»	»	1,31	21,21
291	67,15	»	»	21,40	»	»	1,82	21,07
311	66,40	»	»	20,68	»	»	2,39	20,92
331	65,65	»	»	19,96	»	»	2,96	20,77
351	64,90	»	»	19,23	»	»	3,53	20,61
371	64,14	»	»	18,51	»	»	4,10	20,46
391	63,39	»	»	17,79	»	»	4,67	20,30

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.



### 6.1.3. *Parametrizzazione della disponibilità di lavoro per gli allevamenti*

Il valore della disponibilità, introdotto nella «matrice della tecnica» del modello è pari a 1.590 ore mensili, che vengono completamente utilizzate nella soluzione ottimale.

Nell'analisi parametrica il valore della disponibilità viene fatto variare in un intervallo di ampiezza pari a 400 ore con estremi 1.390 ore e 1.790 ore. Il passo di variazione è costante ed è pari a 20 ore.

Le tavole che qui si descrivono sono riportate alla fine del presente paragrafo 6.1.3.

La tav. 12 mostra un incremento pressochè lineare del reddito lordo fino ad un valore della disponibilità di 1.750 ore, dopodichè il reddito lordo si mantiene costante al crescere della disponibilità. Ciò è spiegabile con il fatto che la espansione ulteriore degli allevamenti è impedita da vincoli di disponibilità di posti vacche, come è rilevabile dalla tav. 13 (che riporta il quadro delle attività dei processi degli allevamenti in funzione della disponibilità di lavoro mensile). Il processo vacche, infatti, in corrispondenza di una disponibilità di 1.725 ore di lavoro, satura con 430 unità la disponibilità dei posti stalla relativi.

Si può rilevare, a conferma della limitanza del fattore, evidenziata dall'elevato valore del «prezzo-ombra» (cfr. analisi della stabilità della soluzione ottima), che per ogni ora che si rende ulteriormente disponibile il reddito lordo aziendale aumenta di £ 250.000 circa, il che depone ovviamente a favore della espansione degli allevamenti.

La tav. 14 mostra la variazione dei livelli di attività dei processi colturali sempre in funzione della disponibilità di lavoro mensile.

Si può notare l'aumento progressivo dell'orzo da granella e il contemporaneo decremento della coltura di medica. Ciò è spiegabile con il fatto che l'espansione degli allevamenti, conseguente alla maggiore disponibilità di lavoro specifico, implica ovviamente un maggior utilizzo dei mangimi, di cui l'orzo è una componente principale.

Al decremento della medica corrisponde peraltro l'aumento della attività della coltura di veccia, avena e trifoglio per alimentazione fresca, la cui resa produttiva per ettaro, è superiore al 33% rispetto alla medica stessa; ciò risulta di notevole importanza quando l'espansione dei processi colturali, conseguente all'espansione degli allevamenti, implica una maggiore disponibilità di lavoro per le colture, che come si è visto precedentemente risulta un fattore notevolmente limitante.

A conferma di questo fatto, il grano duro subisce una diminuzione, con

un ritmo tuttavia tale da assicurare la dotazione di paglia per alimentazione e lettiera.

Come conclusione utile ai fini operativi si può rilevare quindi che l'ordinamento colturale tende ad adeguarsi in funzione dell'indirizzo zootecnico, una volta che a questo venga consentito d'espandersi.

**Tav. 12** Variazione del reddito lordo aziendale in funzione della disponibilità di lavoro mensile per gli allevamenti

Disponibilità di lavoro mensile per gli allevamenti (ore)	Reddito lordo aziendale (lire)
1.390	535.214.983
1.410	541.412.077
1.430	547.560.576
1.450	553.645.133
1.470	559.665.184
1.490	565.350.573
1.510	570.819.945
1.530	576.263.287
1.550	581.705.804
1.570	587.137.624
1.590	585.592.641
1.610	597.100.359
1.630	601.642.138
1.650	606.098.879
1.670	610.515.492
1.690	614.836.467
1.710	618.956.045
1.730	623.075.342
1.750 (1.740,25)	625.148.620
1.770	»
1.790	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

**Tav. 13 Quadro di variazione delle attività dei processi degli allevamenti in funzione della disponibilità di lavoro mensile per gli allevamenti**

Disponibilità di lavoro mensile per gli allevamenti (ore)	Livelli di attività dei processi degli allevamenti (capl)							
	P34 Vacche	P35 Vitelle frisone	P36 Vitelle frisone a manzette	P37 Manzette frisone a manze	P38 Manze frisone a vacche	P39 Vitelli frisoni	P40 Vitelli frisoni a tori	P41 Vitelli/e chianini
1.390	346	111	111	111	59	111	10	69
1.410	351	112	112	112	60	112	»	70
1.430	356	114	114	114	»	114	»	71
1.450	361	115	115	115	61	115	»	72
1.470	366	117	117	117	62	117	»	73
1.490	371	119	119	119	63	119	»	74
1.510	376	120	120	120	64	120	»	75
1.530	381	122	122	122	65	122	»	76
1.550	386	123	123	123	66	123	»	77
1.570	391	125	125	125	»	125	»	78
1.590	396	127	127	127	67	127	10	79
1.610	401	128	128	128	68	128	»	80
1.630	406	130	130	130	69	130	»	81
1.650	411	132	132	132	70	132	»	82
1.670	416	133	133	133	71	133	»	83
1.690	421	135	135	135	72	135	»	84
1.710	426	136	136	136	»	136	»	85
1.730 (1.725)	430	138	138	138	73	138	»	86
1.750	»	»	»	»	»	»	»	»
1.770	»	»	»	»	»	»	»	»
1.790	»	»	»	»	»	»	»	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

**Tav. 14** Quadro di variazione delle attività dei processi colturali in funzione della disponibilità di lavoro mensile per gli allevamenti

Disponibilità di lavoro mensile per gli allevamenti (ore)	Livelli di attività dei processi colturali (ha)							
	P1 Grano duro da granella	P2 Grano tenero da granella	P3 Grano tenero per insilamento	P4 Orzo da granella	P5 Erbalo Invernale di orzo per alimentazione fresca	P6 Avena da granella	P7 Avena per insilamento	P8 Erbalo di avena e favino per insilamento
1.390	148,95	0	0	49,56	6,22	0	39,76	30,00
1.410	143,18	»	»	55,01	11,06	»	34,95	»
1.430	139,05	»	»	60,74	14,58	»	31,85	»
1.450	134,18	»	»	67,07	15,27	»	32,41	»
1.470	129,00	»	»	73,64	14,81	»	34,46	»
1.490	123,90	»	»	80,16	14,61	»	36,16	»
1.510	120,21	»	»	85,54	19,80	»	30,91	»
1.530	116,53	»	»	90,92	24,99	»	25,66	»
1.550	112,74	»	»	96,37	29,80	»	20,89	»
1.570	109,15	»	»	100,86	32,05	»	20,71	»
1.590	107,20	0	0	102,15	33,60	0	23,52	30,00
1.610	105,25	»	»	103,44	35,15	»	26,33	»
1.630	103,31	»	»	104,73	36,69	»	29,14	»
1.650	101,36	»	»	106,02	38,24	»	31,95	»
1.670	99,41	»	»	107,32	39,79	»	34,76	»
1.690	96,86	»	»	108,61	40,85	»	34,24	»
1.710	93,70	»	»	109,90	41,40	»	30,18	»
1.730 (1.725)	91,26	»	»	110,89	41,82	»	27,07	»
1.750	»	»	»	»	»	»	»	»
1.770	»	»	»	»	»	»	»	»
1.790	»	»	»	»	»	»	»	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

Livelli di attività dei processi colturali (ha)								
Disponibilità di lavoro mensile per gli allevam. (ore)	P9 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per allmentaz. fresca	P10 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per inslla-mento	P11 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per produ-zione fieno	P12 Prato di medica per allmentaz. fresca	P13 Prato di medica per allmentaz. previa disidrata-zione	P14 Prato di medica per inslla-mento	P15 Sorgo per allmen-tazione fresca	P16 Mais per «silage»
1.390	0	0	0	116,51	0	0	0	4,35
1.410	»	»	»	114,80	»	»	»	7,74
1.430	3,81	»	»	108,97	»	»	»	10,21
1.450	15,71	»	»	94,36	»	»	»	10,69
1.470	30,89	»	»	76,19	»	»	»	10,36
1.490	45,31	»	»	58,86	»	»	»	10,23
1.510	44,34	»	»	58,20	»	»	»	13,86
1.530	43,37	»	»	57,55	»	»	»	17,49
1.550	43,48	»	»	55,72	»	»	»	20,86
1.570	48,40	»	»	47,82	»	»	0,69	21,74
<i>1.590</i>	<i>50,12</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>42,41</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>2,51</i>	<i>21,01</i>
1.610	51,83	»	»	36,99	»	»	4,33	20,27
1.630	53,55	»	»	31,58	»	»	6,15	19,53
1.650	55,27	»	»	26,16	»	»	7,97	18,79
1.670	56,98	»	»	20,74	»	»	9,79	18,06
1.690	61,42	»	»	17,02	»	»	11,85	16,94
1.710	68,73	»	»	15,10	»	»	13,55	15,43
1.730 (1.725)	74,34	»	»	13,82	»	»	15,02	14,26
1.750	»	»	»	»	»	»	»	»
1.770	»	»	»	»	»	»	»	»
1.790	»	»	»	»	»	»	»	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

**6.1.4. Parametrizzazione della disponibilità di posti per gli allevamenti**

Viene presa in considerazione, per la parametrizzazione, la disponibilità di posti per l'allevamento dei tori che, relativamente a questa categoria di risorse, risulta limitante nel piano ottimale.

Il livello di disponibilità introdotto nella «matrice della tecnica» è pari a 10 posti, che vengono completamente utilizzati nella soluzione ottimale. L'analisi parametrica del fattore viene effettuata su un intervallo di variazione del fattore stesso pari a 60 posti, a partire da una disponibilità nulla. Il passo è di una unità nell'intervallo da 1 a 10, mentre è di cinque unità nella parte successiva dell'intervallo fino all'estremo superiore.

La tav. 15 e il grafico 5, riportati alla fine del presente paragrafo, riguardano le variazioni del «prezzo-ombra» della disponibilità di posti rispetto al variare della disponibilità stessa.

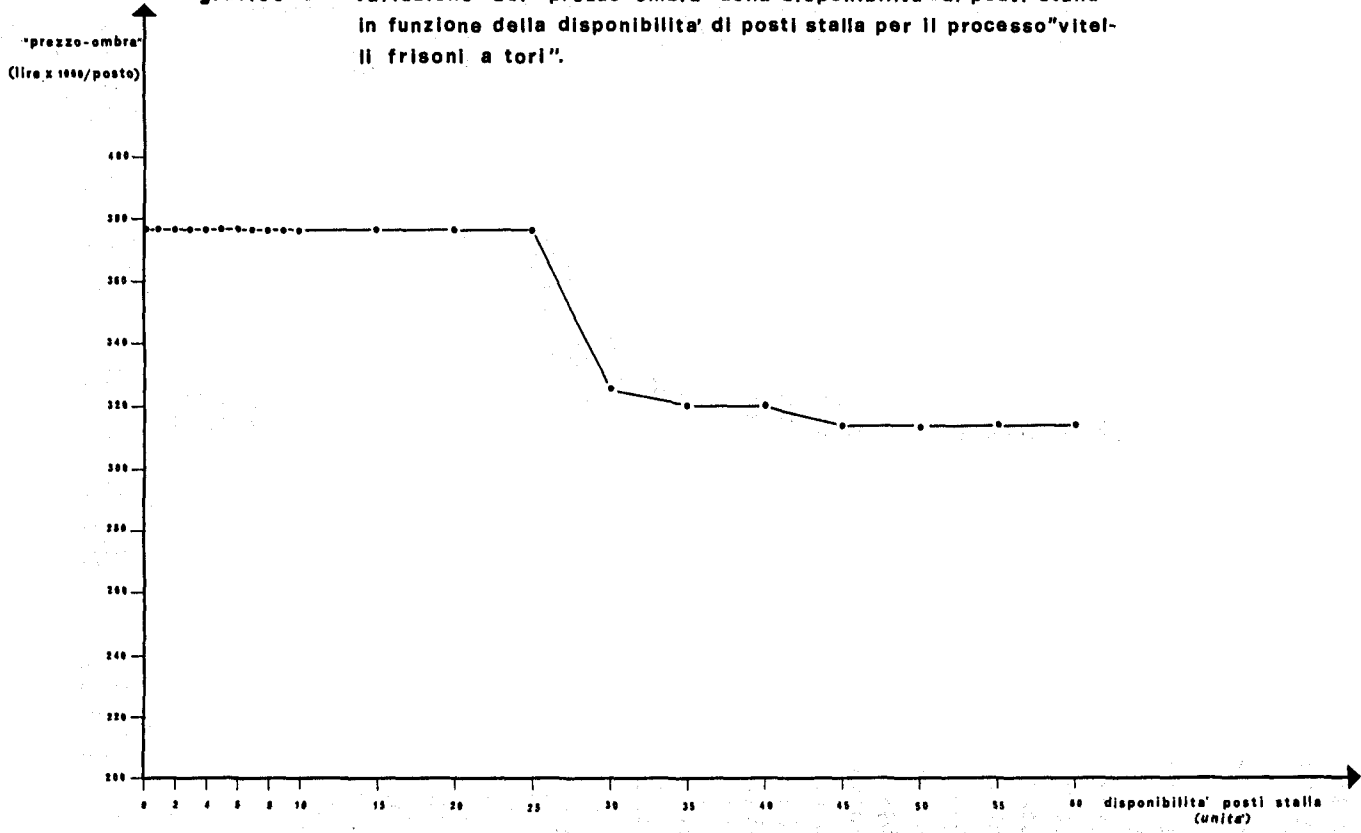
Il diagramma di variazione del «prezzo-ombra» in funzione della disponibilità si mantiene costante, su un valore peraltro elevato pari a 376.630 £/posto, fino ad una disponibilità di 25 posti; superato tale valore si abbassa fino a 326.536 £/posto e, per valori superiori della disponibilità, si mantiene pressochè costante. I «prezzi-ombra» sono sempre molto elevati: ciò induce a ritenere che sia conveniente un accrescimento della dimensione degli allevamenti in questa direzione specifica.

**Tav. 15** Variazione del «prezzo-ombra» della disponibilità di posti stalla in funzione della disponibilità di posti stalla per il processo «vitelli frisoni a tori»

Disponibilità di posti stalla (unità)	«Prezzo-ombra» (lire/posto)
0	376.630
1	»
2	»
3	»
4	»
5	»
6	»
7	»
8	»
9	»
10	376.630
15	»
20	»
25	»
30	26.536
35	320.061
40	»
45	314.271
50	»
55	»
60	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

grafico 5 - Variazione del "prezzo-ombra" della disponibilita' di posti stalla in funzione della disponibilita' di posti stalla per il processo "vitelli frisoni a tori".



### 6.1.5. Parametrizzazione della disponibilità di acqua per irrigazione

Nella «matrice della tecnica» del modello il valore introdotto per la disponibilità di acqua è pari a 160.000 mc. completamente utilizzato nel piano ottimale.

Le colture interessate dall'irrigazione sono la medica, il sorgo e il mais. Il valore della disponibilità viene fatto variare, in sede di parametrizzazione, da 0 a 320.000 mc., con un passo costante di 5.000 mc.

Vengono qui di seguito analizzate le variazioni del reddito lordo aziendale e il quadro di variazione delle attività dei processi colturali. Le tavole relative vengono riportate alla fine del presente paragrafo 6.1.5.

Relativamente alla variazione del reddito lordo, la tav. 16 mostra un andamento leggermente crescente con legge lineare fino ad un valore della disponibilità di 90.000 mc.

Si ha nell'intervallo considerato (da 0 a 90.000 mc.) un incremento del reddito lordo pari a 55.000 lire circa per 1.000 mc. ulteriormente disponibili. Oltre la soglia dei 90.000 mc. il reddito lordo è crescente con minore intensità. Si ha infatti un incremento del reddito lordo di circa £ 15.500 per 1.000 mc., questo fino ad un valore della disponibilità di 215.000 mc.

Al di sopra di questo valore il reddito si mantiene costante. Va detto, tuttavia, che la variazione in assoluto del reddito lordo nell'intervallo considerato è pari a £ 6.818.000, e risulta quindi limitata rispetto, ad es., alla variazione del reddito lordo stesso in funzione della disponibilità di lavoro degli allevamenti (pari a £ 90.000.000 in un intervallo di 350 ore mensili).

Tutto ciò costituisce una ulteriore conferma del fatto che gli allevamenti assumono un aspetto dominante all'interno dell'indirizzo produttivo aziendale. L'ordinamento colturale, come si può vedere dalla tav. 17, risulta flessibile a rilevanti mutamenti della disponibilità della risorsa idrica.



**Tav. 16** Variazione del reddito lordo aziendale in funzione della disponibilità di acqua per irrigazione

Disponibilità di acqua per per irrigazione (mc)	Reddito lordo aziendale (lire)
0	579.257.961
5.000	579.691.587
10.000	580.125.213
15.000	580.558.839
20.000	580.900.900
25.000	581.221.748
30.000	581.512.504
35.000	581.782.706
40.000	582.052.907
45.000	582.323.109
50.000	582.593.310
55.000	582.863.512
60.000	583.133.713
65.000	583.403.915
70.000	583.674.116
75.000	583.944.318
80.000	584.196.851
85.000	584.422.566
90.000	584.617.904
95.000	584.713.331
100.000	584.808.757
105.000	584.904.184
110.000	584.999.610
115.000	585.095.037
120.000	585.190.463
125.000	585.260.178
130.000	585.310.100
135.000	585.360.022
140.000	585.409.944
145.000	585.489.866
150.000	585.505.627
155.000	585.549.134
160.000	585.592.641
165.000	585.636.149
170.000	585.679.656
175.000	585.723.163
180.000	585.766.670
185.000	585.810.177
190.000	585.853.684
195.000	585.897.191
200.000	585.940.698
205.000	585.984.205
210.000	586.027.713
215.000	586.071.220
220.000 (215.512)	586.075.678
»	»
»	»
»	»
»	»
»	»
320.000	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

**Tav. 17 Quadro di variazione delle attività dei processi colturali in funzione della disponibilità di acqua per irrigazione**

Livelli di attività dei processi colturali (ha)								
Disponibilità di acqua per irrigazione (mc)	P1 Grano duro da granella	P2 Grano tenero da granella	P3 Grano tenero per insilamento	P4 Orzo da granella	P5 Erbaio invernale di orzo per alimentazione fresca	P6 Avena da granella	P7 Avena per insilamento	P8 Erbaio di avena e favino per insilamento
0	98,17	0	0	102,15	0	0	11,99	30,00
5.000	97,56	»	»	»	1,43	»	12,43	»
10.000	96,95	»	»	»	2,86	»	12,86	»
15.000	96,34	»	»	»	4,29	»	13,30	»
20.000	96,69	»	»	»	5,50	»	14,54	»
25.000	97,26	»	»	»	6,66	»	15,97	»
30.000	97,83	»	»	»	7,83	»	17,40	»
35.000	98,40	»	»	»	8,99	»	18,83	»
40.000	98,98	»	»	»	10,16	»	20,26	»
45.000	99,55	»	»	»	11,32	»	21,68	»
50.000	100,12	»	»	»	12,49	»	23,11	»
55.000	100,69	»	»	»	13,65	»	24,54	»
60.000	101,27	»	»	»	14,81	»	25,97	»
65.000	101,84	»	»	»	15,98	»	27,39	»
70.000	102,41	»	»	»	17,14	»	28,82	»
75.000	102,98	»	»	»	18,31	»	30,25	»
80.000	103,56	»	»	»	19,47	»	31,68	»
85.000	104,13	»	»	»	20,64	»	33,11	»
90.000	104,64	»	»	»	21,75	»	34,19	»
95.000	104,77	»	»	»	22,56	»	33,15	»
100.000	104,91	»	»	»	23,36	»	32,11	»
105.000	105,04	»	»	»	24,17	»	31,07	»
110.000	105,17	»	»	»	24,97	»	30,03	»
115.000	105,31	»	»	»	25,78	»	28,98	»
120.000	105,44	»	»	»	26,58	»	27,94	»
125.000	105,57	»	»	»	27,39	»	26,90	»
130.000	105,71	»	»	»	28,20	»	25,86	»
135.000	105,84	»	»	»	29,00	»	24,82	»
140.000	105,98	»	»	»	29,81	»	23,78	»
145.000	106,11	»	»	»	30,61	»	22,74	»
150.000	106,41	»	»	»	31,56	»	22,65	»
155.000	106,81	»	»	»	32,58	»	23,09	»
160.000	107,20	0	0	102,15	33,60	0	23,52	30,00
165.000	107,60	»	»	»	34,62	»	23,95	»
170.000	108,00	»	»	»	35,64	»	24,39	»
175.000	108,39	»	»	»	36,66	»	24,82	»
180.000	108,79	»	»	»	37,68	»	25,25	»
185.000	109,18	»	»	»	38,70	»	25,69	»
190.000	109,58	»	»	»	39,72	»	26,12	»
195.000	109,97	»	»	»	40,74	»	26,55	»
200.000	110,37	»	»	»	41,76	»	26,99	»
205.000	110,77	»	»	»	42,78	»	27,42	»
210.000	111,16	»	»	»	43,80	»	27,85	»
215.000	111,56	»	»	»	44,82	»	28,29	»
220.000(215.512)	111,60	»	»	»	44,92	»	28,33	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»
320.000	»	»	»	»	»	»	»	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

Segue Tav. 17

Livelli di attività dei processi colturali (ha)

Disponibilità di acqua per irrigazione (mc)	P9 Erbalo di veccia, avena e trifoglio per alimentazione fresca	P10 Erbalo di veccia, avena e trifoglio per insilamento	P11 Erbalo di veccia, avena e trifoglio per produzione fieno	P12 Prato di medica per alimentazione fresca	P13 Prato di medica per alimentazione previa disidratazione	P14 Prato di medica per insilamento	P15 Sorgo per alimentazione fresca	P16 Mals per «silage»
0	146,69	0	0	0	0	0	0	0
5.000	145,44	»	»	»	»	»	»	1,00
10.000	144,18	»	»	»	»	»	»	2,00
15.000	142,92	»	»	»	»	»	»	3,00
20.000	139,37	»	»	0,75	»	»	»	3,85
25.000	135,28	»	»	1,68	»	»	»	4,66
30.000	131,19	»	»	2,60	»	»	»	5,48
35.000	127,10	»	»	3,53	»	»	»	6,29
40.000	123,01	»	»	4,45	»	»	»	7,11
45.000	118,92	»	»	5,38	»	»	»	7,92
50.000	114,83	»	»	6,30	»	»	»	8,74
55.000	110,74	»	»	7,23	»	»	»	9,55
60.000	106,65	»	»	8,15	»	»	»	10,37
65.000	102,56	»	»	9,08	»	»	»	11,18
70.000	98,47	»	»	10,00	»	»	»	12,00
75.000	94,38	»	»	10,93	»	»	»	12,81
80.000	90,29	»	»	11,85	»	»	»	13,63
85.000	86,20	»	»	12,77	»	»	»	14,44
90.000	82,39	»	»	13,87	»	»	»	15,23
95.000	80,32	»	»	16,05	»	»	»	15,79
100.000	78,24	»	»	18,23	»	»	»	16,35
105.000	76,16	»	»	20,41	»	»	»	16,92
110.000	74,08	»	»	22,59	»	»	»	17,48
115.000	72,00	»	»	24,77	»	»	»	18,05
120.000	69,93	»	»	26,95	»	»	»	18,61
125.000	67,85	»	»	29,13	»	»	»	19,17
130.000	65,77	»	»	31,31	»	»	»	19,74
135.000	63,69	»	»	33,49	»	»	»	20,30
140.000	61,61	»	»	35,67	»	»	»	20,87
145.000	59,53	»	»	37,85	»	»	»	21,43
150.000	56,68	»	»	39,55	»	»	0,62	21,48
155.000	53,40	»	»	40,98	»	»	1,56	21,24
160.000	50,12	0	0	42,41	0	0	2,51	21,01
165.000	46,84	»	»	43,84	»	»	3,46	20,77
170.000	43,56	»	»	45,27	»	»	4,41	20,54
175.000	40,28	»	»	46,70	»	»	5,36	20,30
180.000	37,00	»	»	48,13	»	»	6,31	20,07
185.000	33,72	»	»	49,56	»	»	7,26	19,83
190.000	30,44	»	»	50,99	»	»	8,21	19,60
195.000	27,16	»	»	52,42	»	»	9,15	19,36
200.000	23,88	»	»	53,85	»	»	10,10	19,13
205.000	20,60	»	»	55,28	»	»	11,05	18,89
210.000	17,32	»	»	56,71	»	»	12,00	18,66
215.000	14,05	»	»	58,14	»	»	12,95	18,42
220.000	13,71	»	»	58,29	»	»	13,05	18,40
»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»
320.000	»	»	»	»	»	»	»	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

## **6.2. Parametrizzazione dei processi di vendita**

La analisi parametrica viene applicata ai prezzi di vendita dei processi relativi al grano duro, per quanto riguarda i processi di vendita dei prodotti colturali, e ai prezzi di vendita dei vitelli e vitelle chianini e del latte, per quel che concerne i processi di vendita degli allevamenti.

La parametrizzazione di questo tipo di coefficienti è stata effettuata per valutare le variazioni della organizzazione quali-quantitativa dei cicli produttivi aziendali in corrispondenza di mutamenti di natura esogena come, ad es., le oscillazioni dei prezzi di mercato.

In particolare per questi ultimi, la «matrice della tecnica» considerata, ai fini della parametrizzazione, è stata modificata nella parte relativa al ciclo produttivo degli allevamenti, ciclo nel quale le differenti quote di vitellame di razza frisona e chianina sono state lasciate libere di adeguarsi, fatta salva la quota di rimonta frisona, alle differenti soluzioni ottimali.

### **6.2.1. Parametrizzazione del prezzo di vendita del grano duro**

Nelle differenti soluzioni ottimali che si sono ottenute attraverso le operazioni di parametrizzazione dei diversi coefficienti della «matrice della tecnica», il grano duro da granella, finalizzato alla vendita del prodotto principale (quello secondario è la paglia), risulta sempre presente, rappresentando quindi, nella quota spettante all'indirizzo cerealicolo, il processo più stabile.

Si è voluto quindi analizzare il comportamento del modello al variare del prezzo di vendita del grano duro, proprio per verificare la complessità delle relazioni che intercorrono tra i due indirizzi — zootecnico e cerealicolo — che concorrono a formare l'indirizzo aziendale di tipo misto.

Il valore del prezzo di vendita del grano duro, introdotto nella matrice, è di 28.800 £/q.le.

Il prezzo di vendita del grano duro è stato fatto variare, in sede di parametrizzazione, in un intervallo compreso tra i valori di 23.300 £/q.le e 33.300 £/q.le per un'ampiezza quindi pari a £ 10.000 al q.le. Il passo di variazione è costante ed è pari a £ 500 al q.le.

Le tavole e i grafici relativi che qui di seguito si illustrano sono riportati alla fine del presente paragrafo 6.2.1.

La prima variabile dipendente presa in considerazione è il reddito lordo aziendale per il quale il grafico 6, costruito sui valori della tav. 18, mostra un andamento lineare crescente con una variazione assoluta, nell'intervallo considerato, di 25.070.000 lire circa, corrispondente a £ 2.507 per

ogni lira di variazione del prezzo di vendita. L'andamento lineare del diagramma consente di trarre come conclusione utile ai fini operativi il fatto che il processo risulta relativamente autonomo rispetto all'indirizzo zootecnico.

Al fini di prendere decisioni di variazione della consistenza della disponibilità di terra coltivabile, risulta di ausilio il grafico 7 (costruito sui valori riportati nella tav. 19) che mostra la variazione del «prezzo-ombra» della disponibilità stessa in funzione del prezzo di vendita del grano duro. Sono chiaramente distinguibili nel diagramma due zone, separate da una soglia corrispondente al valore di 25.300 £/q.le del prezzo di vendita. Nella prima zona l'andamento è lineare e crescente in modo ripido; il «prezzo-ombra» varia in assoluto da 161.596 £/ha a 253.313 £/ha per un intervallo in aumento di 1.500 £/q.le.

Nella seconda zona il diagramma è sempre lineare, ma crescente in modo meno ripido, con una variazione di 81.912 £/ha in corrispondenza di un intervallo di variazione di 7.500 £/q.le.

Trattandosi di valori che vanno da 253.313 a 335.225 £/ha appare anche in questa zona una notevole convenienza all'espansione della disponibilità di terra se si fa riferimento ai canoni di affitto e/o ai prezzi di acquisto di cui si è trattato in precedenza.

L'esame della tav. 20, che rappresenta il quadro delle variazioni delle attività dei processi colturali sempre in relazione al variare del prezzo di vendita del grano duro, pone in rilievo essenzialmente due aspetti. Il primo è la surroga — che inizia per valori del prezzo di vendita inferiori a 25.800 £/q.le — del grano duro con il grano tenero da granella, coltura quest'ultima che ha, all'interno dell'organizzazione aziendale, le stesse finalizzazioni produttive del grano duro.

Il secondo aspetto è un riadeguamento globale delle colture utilizzate per l'alimentazione fresca degli allevamenti. Il primo aspetto è facilmente spiegabile se si tiene presente che il grano tenero entra in produzione non appena il rapporto costo-resa e il prezzo di vendita diventano vantaggiosi rispetto al grano duro. Il secondo aspetto, riassumibile con la sostituzione progressiva della medica con l'avena, veccia e trifoglio, è con tutta probabilità attribuibile al fatto che nel concorrere alla formazione del reddito lordo ottimale, i rapporti di resa produttiva, di costo e di utilizzo delle risorse dei due processi vengono influenzati dall'ingresso del grano tenero in misura tale che risulta più conveniente lo sviluppo del secondo processo.

Il grafico 8, costruito sui valori della tav. 21, mostra l'andamento del

**«prezzo-ombra» del lavoro straordinario del mese di novembre in funzione del prezzo di vendita del grano duro. L'andamento del diagramma è caratterizzato da due fasi diversamente crescenti, più ripida la prima, meno la seconda. Il passaggio tra le due fasi avviene in corrispondenza del prezzo di vendita di 25.800 £/q.le.**

Dati gli elevati valori del «prezzo-ombra» in entrambe le fasi, appare sempre conveniente un accrescimento della disponibilità di lavoro per i processi colturali. Vi è da fare una ulteriore considerazione. Sia l'andamento del diagramma, articolato in due fasi, che il valore di passaggio tra le fasi stesse, rispecchiano, come era da attendersi, l'andamento del diagramma di variazione del «prezzo-ombra», in funzione della disponibilità di terra, riportato nel grafico 11.

**Tav. 18** Variazione del reddito lordo aziendale in funzione del prezzo di vendita del grano duro

Prezzo di vendita del grano duro (lire/q.le)	Reddito lordo aziendale (lire)
23.300	572.747.945
23.800	573.266.931
24.300	574.323.140
24.800	575.398.617
25.300	576.474.094
25.800	577.577.704
26.300	578.892.384
26.800	580.232.435
27.300	581.572.487
27.800	582.912.538
28.300	584.252.590
28.800	585.596.641
29.300	586.932.693
29.800	588.273.700
30.300	589.636.494
30.800	590.999.288
31.300	592.362.082
31.800	593.724.875
32.300	595.087.669
32.800	596.450.463
33.300	597.813.257

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

**Tav. 19** Variazione del «prezzo-ombra» della disponibilità di terra in funzione del prezzo di vendita del grano duro

Prezzo di vendita del grano duro (lire/q.le)	«Prezzo-ombra» della disponibilità di terra (lire/ha)
23.300	132.290
23.800	131.889
24.300	161.596
24.800	193.769
25.300	225.943
25.800	253.313
26.300	260.165
26.800	264.851
27.300	269.538
27.800	274.224
28.300	278.910
28.800	283.597
29.300	288.283
29.800	293.026
30.300	299.054
30.800	305.083
31.300	311.111
31.800	317.140
32.300	323.168
32.800	329.197
33.300	335.225

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

**grafico 6 - Variazione del reddito lordo aziendale in funzione del prezzo di vendita del grano duro.**

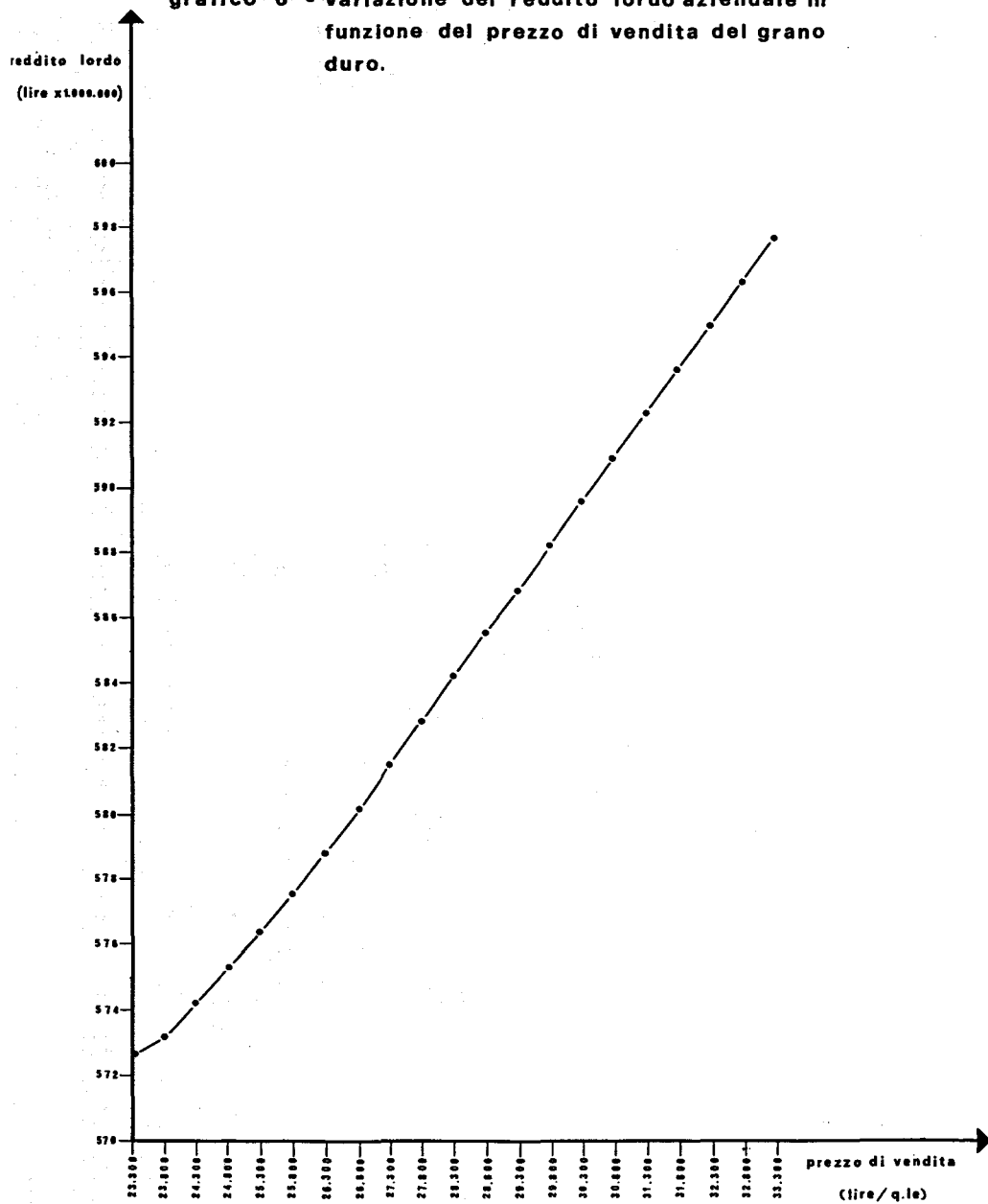
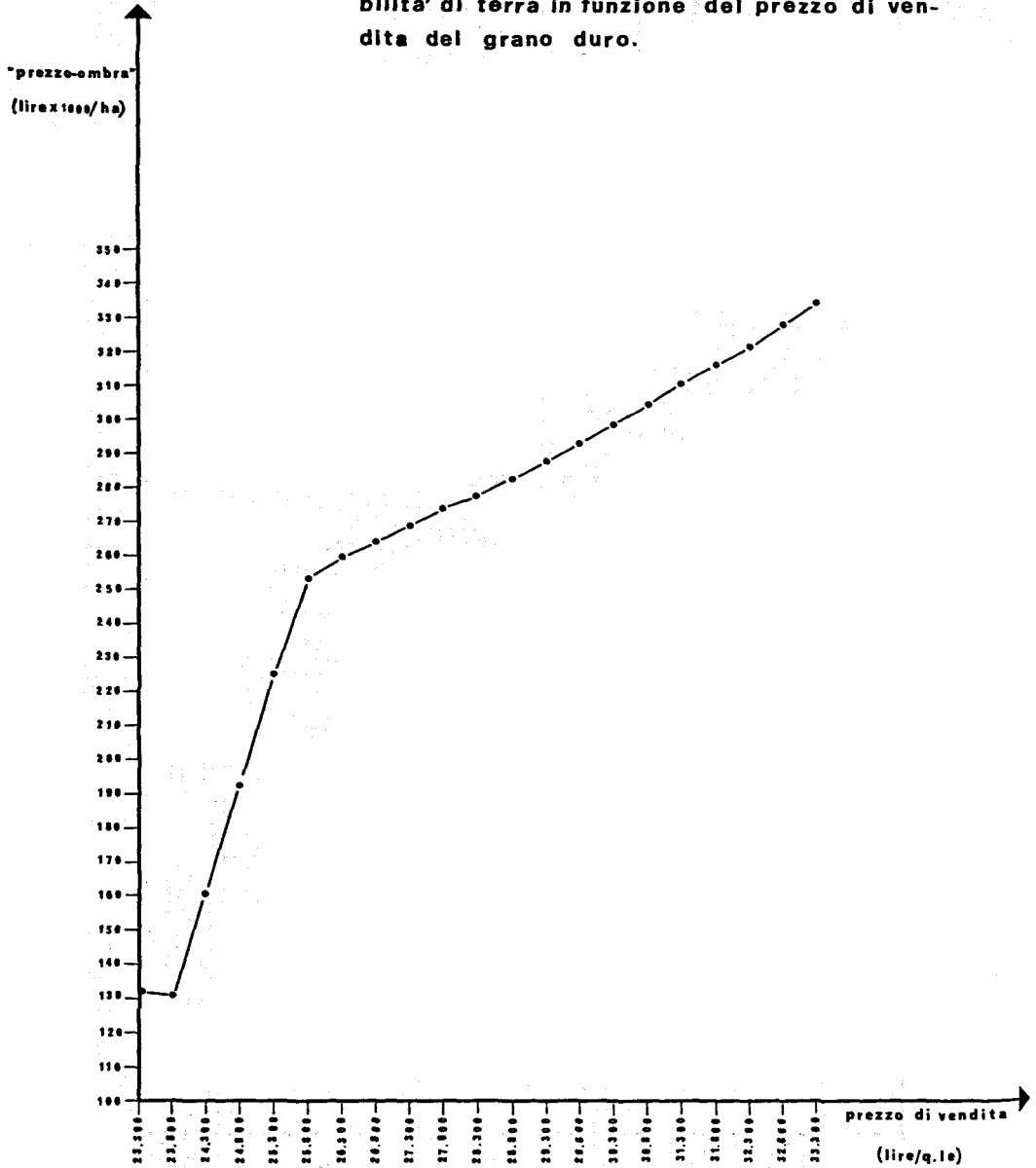




grafico 7 - Variazione del "prezzo-ombra" della disponi-  
bilita' di terra in funzione del prezzo di ven-  
dita del grano duro.



**Tav. 20 Quadro di variazione delle attività dei processi colturali in funzione del prezzo di vendita del grano duro**

Prezzo di vendita del grano duro (lire/q.le)	Livelli di attività dei processi colturali (ha)							
	P1 Grano duro da granella	P2 Grano tenero da granella	P3 Grano tenero per insilamento	P4 Orzo da granella	P5 Erbalo invernale di orzo per alimentazione fresca	P6 Avena da granella	P7 Avena per insilamento	P8 Erbalo di avena e favino per insilamento
23.300	0	89,65	0	101,78	25,72	0	14,57	30,00
23.800	74,90	29,36	»	102,15	28,95	»	9,17	»
24.300	86,04	20,45	»	»	30,97	»	22,27	»
24.800	»	»	»	»	»	»	»	»
25.300	»	»	»	»	»	»	»	»
25.800	90,64	16,77	»	»	33,48	»	23,36	»
26.300	107,20	0	»	»	33,60	»	23,52	»
26.800	»	»	»	»	»	»	»	»
27.300	»	»	»	»	»	»	»	»
27.800	»	»	»	»	»	»	»	»
28.300	»	»	»	»	»	»	»	»
28.800	107,20	0	0	102,15	33,60	0	23,52	30,00
29.300	»	»	»	»	»	»	»	»
29.800	109,02	»	»	»	35,08	»	33,76	»
30.300	»	»	»	»	»	»	»	»
30.800	»	»	»	»	»	»	»	»
31.300	»	»	»	»	»	»	»	»
31.800	»	»	»	»	»	»	»	»
32.300	»	»	»	»	»	»	»	»
32.800	»	»	»	»	»	»	»	»
33.300	»	»	»	»	»	0	»	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

Segue Tav. 20

Livelli di attività dei processi colturali (ha)								
Prezzo di vendita del grano duro (lire/q.1e)	P9 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per alimentazione fresca	P10 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per insilamento	P11 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per produzione fieno	P12 Prato di medica per alimentazione fresca	P13 Prato di medica per alimentazione previa disidratazione	P14 Prato di medica per insilamento	P15 Sorgo per alimentazione fresca	P16 Mais per «silage»
23.300	95,91	0	21,17	10,30	0	0	0	18,00
23.800	68,33	»	0	48,13	»	»	»	20,27
24.300	57,70	»	»	39,41	»	»	»	21,68
24.800	»	»	»	»	»	»	»	»
25.300	»	»	»	»	»	»	»	»
25.800	49,78	»	»	42,81	»	»	2,35	21,09
26.300	50,12	»	»	42,41	»	»	2,51	21,01
26.800	»	»	»	»	»	»	»	»
27.300	»	»	»	»	»	»	»	»
27.800	»	»	»	»	»	»	»	»
28.300	»	»	»	»	»	»	»	»
28.800	50,12	0	0	42,41	0	0	2,51	21,01
29.300	»	»	»	»	»	»	»	»
29.800	41,78	»	»	37,20	»	»	9,10	15,48
30.300	»	»	»	»	»	»	»	»
30.800	»	»	»	»	»	»	»	»
31.300	»	»	»	»	»	»	»	»
31.800	»	»	»	»	»	»	»	»
32.300	»	»	»	»	»	»	»	»
32.800	»	»	»	»	»	»	»	»
33.300	»	»	»	»	»	»	»	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

**Tav. 21** Variazione del «prezzo-ombra» della disponibilità di lavoro ordinario e straordinario del mese di novembre in funzione del prezzo di vendita del grano duro

Prezzo di vendita del grano duro  (lire/q.le)	«Prezzo-ombra» della disponibilità di lavoro ordinario del mese di novembre (lire/ora)	«Prezzo-ombra» della disponibilità di lavoro straordinario del mese di novembre (lire/ora)
23.300	12.797	10.437
23.800	19.459	17.099
24.300	24.640	22.280
24.800	29.431	27.071
25.300	34.221	31.862
25.800	39.771	37.411
26.300	41.715	39.355
26.800	43.045	40.685
27.300	44.374	42.014
27.800	45.704	43.344
28.300	47.033	44.673
28.800	48.363	46.003
29.300	49.692	47.332
29.800	51.014	48.654
30.300	52.151	49.791
30.800	53.289	50.929
31.300	54.426	52.066
31.800	55.564	53.204
32.300	56.701	54.341
32.800	57.839	55.479
33.300	58.976	56.616

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

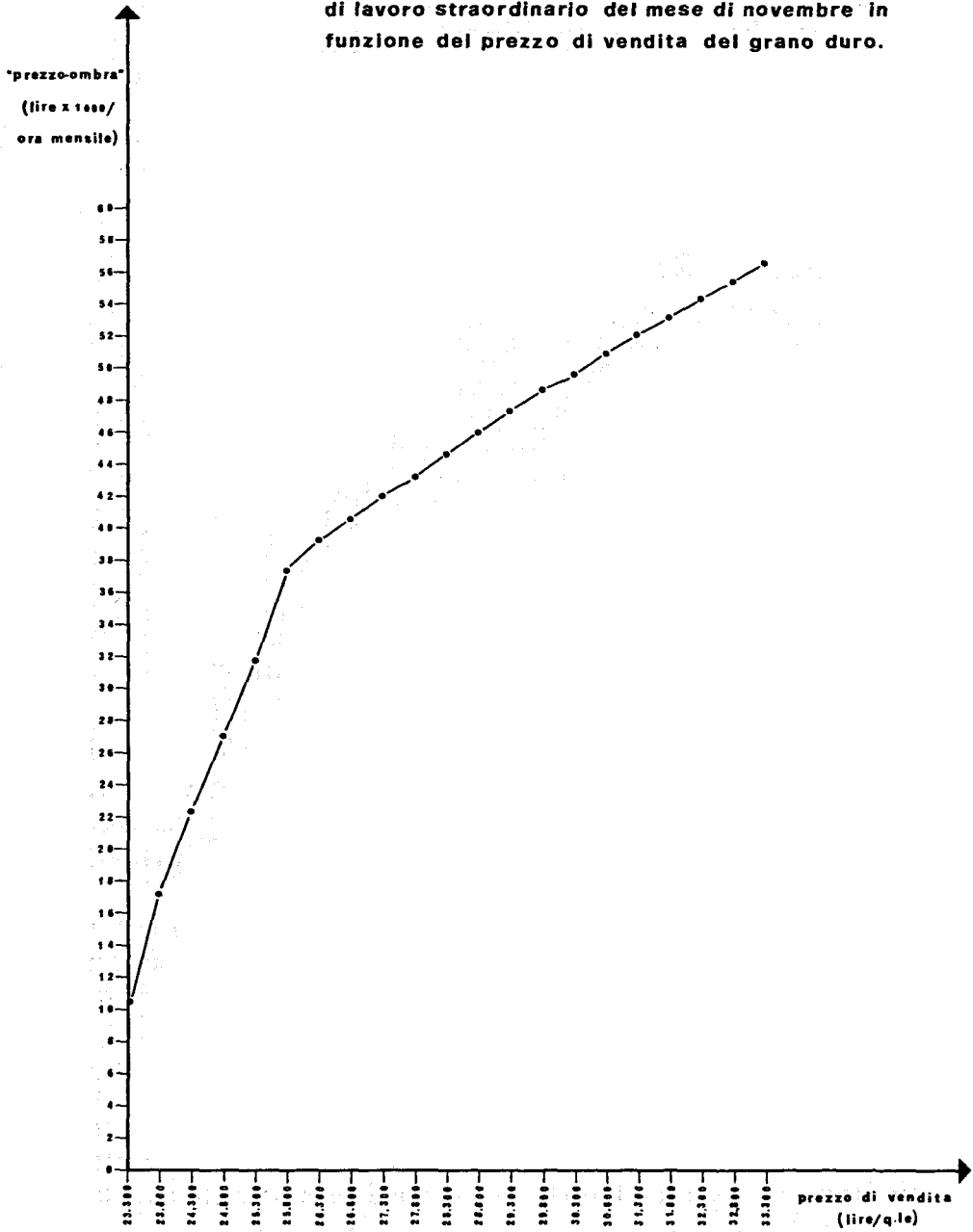
### 6.2.2. Parametrizzazione del prezzo di vendita dei vitelli e vitelle chianini

La parametrizzazione relativa a questo coefficiente è stata svolta nell'ipotesi di effettuare una analisi incrociata sulla convenienza fra le due finalizzazioni del ciclo produttivo degli allevamenti: da un lato la produzione di carne, dall'altro quella del latte.

Come si è precedentemente illustrato, l'allevamento di animali chianini è finalizzato essenzialmente alla produzione di carne, mentre l'allevamento di capi frisoni è destinato principalmente alla produzione di latte e, in secondo luogo, alla produzione di carne.

La risoluzione del problema di PL relativa alla «matrice della tecnica», modificata liberando gli allevamenti dal vincolo relativo alla preventiva determinazione delle quote di differente razza, conduce tuttavia ad una soluzione ottimale in cui il livello di attività del processo di allevamento dei vitelli e vitelle chianini risulta notevolmente ridimensionato rispetto

grafico 8 - Variazione del "prezzo-ombra" della disponibilita' di lavoro straordinario del mese di novembre in funzione del prezzo di vendita del grano duro.



alla soluzione ottimale che deriva dalla «matrice della tecnica» fin qui considerata (cfr. tav. 22).

Alla riduzione della consistenza degli animali chianini corrisponde un incremento della quantità di manze frisone. Se si considera che il processo vacche si riduce a 388 unità, appare evidente che la riduzione del bestiame chianino non rispecchia una diminuzione della produzione di carne a favore della produzione di latte, ma una variazione esclusivamente qualitativa della composizione dei soggetti allevati attribuibile senz'altro al differente valore dei prezzi di vendita.

Sulla base di questi risultati e del fatto che il processo manzette a manze risulta limitato dalla capienza di posti stalla, si è voluto analizzare la variazione del «prezzo-ombra» di tale disponibilità (notevolmente elevato nella soluzione ottimale corrente) in funzione del prezzo di vendita dei chianini.

Il valore del prezzo di vendita introdotto nella «matrice della tecnica» è pari a 355.000 £/capo. Il prezzo stesso è stato fatto variare in un intervallo di 200.000 £/capo, compreso tra i valori estremi pari a 255.000 £/capo e 455.000 £/capo.

La tav. 23 illustra questa relazione funzionale e consente di individuare, sulla base del costo di realizzazione di un posto stalla, i valori del prezzo di mercato del vitellame chianino al di sotto dei quali risulta conveniente dotare l'azienda di ulteriori posti stalla per accogliere l'aumento di consistenza dell'allevamento delle manze frisone, e al di sopra dei quali conviene puntare sull'allevamento dei chianini.

### 6.2.3. Parametrizzazione del prezzo di vendita del latte

Sempre nell'ipotesi di analizzare le complesse relazioni esistenti nel ciclo degli allevamenti tra la produzione di carne e quella di latte si è voluto parametrizzare il prezzo di vendita del latte per esaminare a quale livello del prezzo stesso risulterebbe conveniente una espansione degli allevamenti da carne.

La parametrizzazione è stata effettuata sulla «matrice della tecnica» modificata come indicato al paragrafo 6.2.2.

Vi è da dire che la composizione e la consistenza dei processi degli allevamenti non si sono modificate al variare del prezzo del latte.

Il prezzo del latte è stato fatto variare da 19.000 £/q.le fino a 39.000 £/q.le con un passo costante di 500 £/q.le.

**Tav. 22** Quadro di variazione delle attività dei processi degli allevamenti in funzione del prezzo di vendita dei vitelli/e chianini

Livelli di attività dei processi degli allevamenti (capi)								
Prezzo di vendita del vitelli/e chianini (lire/capo)	P34 Vacche	P35 Vitelle frisone	P36 Vitelle frisone a manzette	P37 Manzette frisone a manze	P38 Manze frisone a vacche	P39 Vitelli frisoni	P40 Vitelli frisoni a tori	P41 Vitelli/e chianini
255.000	388	150	150	150	66	150	10	26
•	»	»	»	»	»	»	»	»
•	»	»	»	»	»	»	»	»
355.000	388	150	150	150	66	150	10	26
•	»	»	»	»	»	»	»	»
•	»	»	»	»	»	»	»	»
465.000	»	»	»	»	»	»	»	»

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

**Tav. 23** Variazione del «prezzo-ombra» della disponibilità di posti stalla del processo «manzette frisone a manze» in funzione del prezzo di vendita dei vitelli/e chianini

Prezzo di vendita dei vitelli/e chianini (lire/capo)	«Prezzo-ombra» della disponibilità di posti stalla (lire/posto)
255.000	485.749
260.000	474.347
265.000	462.944
270.000	451.542
275.000	440.139
280.000	428.737
285.000	417.334
290.000	405.932
295.000	394.529
300.000	383.127
305.000	371.724
310.000	360.322
315.000	348.919
320.000	337.517
325.000	326.114
330.000	314.712
335.000	303.309
340.000	291.907
345.000	280.504
350.000	269.102
355.000	257.699
360.000	246.297
365.000	234.894
370.000	223.492
375.000	212.089
380.000	200.687
385.000	189.284
390.000	177.882
395.000	166.479
400.000	155.077
405.000	143.674
410.000	132.272
415.000	120.869
420.000	109.467
425.000	98.064
430.000	86.662
435.000	75.259
440.000	63.857
445.000	52.454
450.000	41.052
455.000	29.649

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.



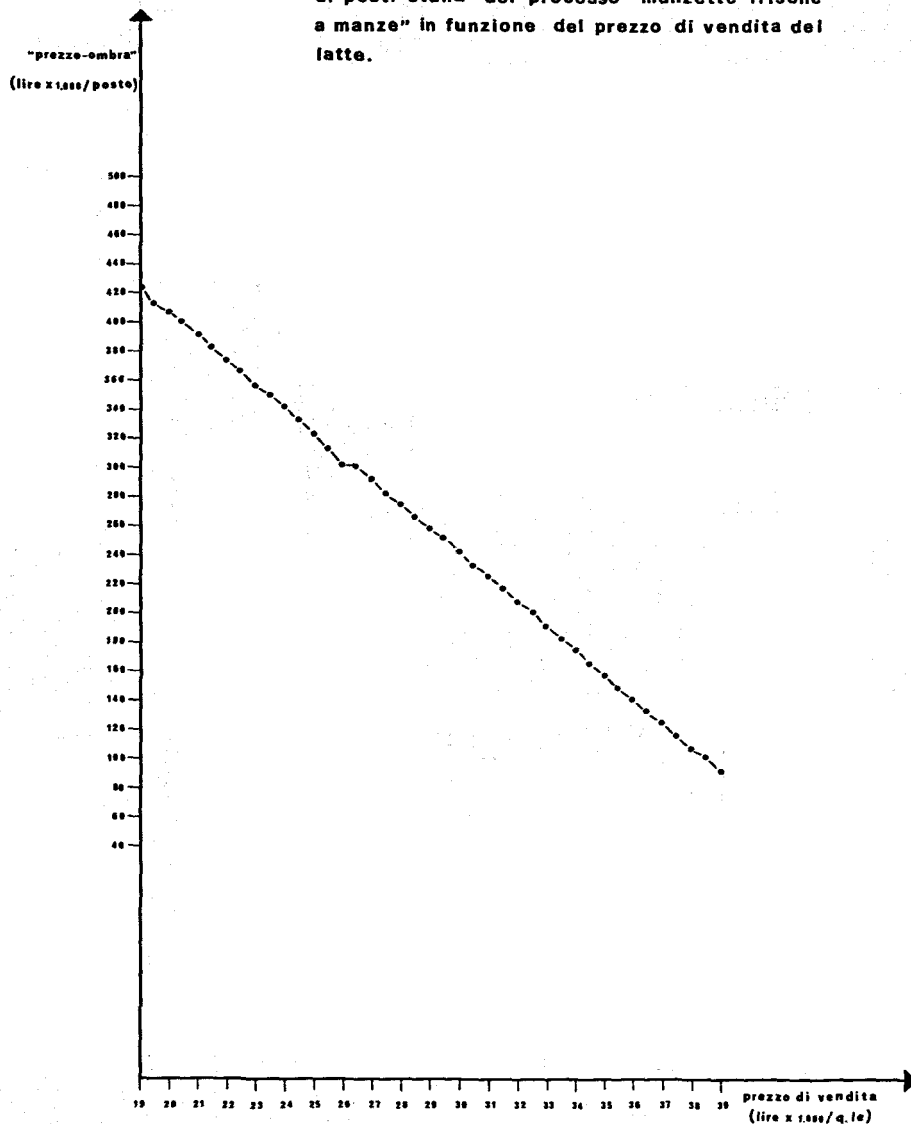
Al fini dell'analisi precedentemente accennata è stato messo in relazione con il prezzo del latte, il «prezzo-ombra» della disponibilità di posti stalla per manze (cfr. tav. 24 e grafico 9). Come era da attendersi, il «prezzo-ombra» si riduce all'aumentare del prezzo del latte, a conferma del fatto che per alti valori di questo non risulta particolarmente conveniente accrescere i processi di produzione di carne, mentre avviene l'opposto per bassi valori del prezzo stesso.

**Tav. 24** Variazione del «prezzo-ombra» della disponibilità di posti stalla del processo «manzette frisono a manze» in funzione del prezzo di vendita del latte

Prezzo di vendita del latte (lire/q.le)	«Prezzo-ombra» della disponibilità di posti stalla (lire/posto)
19.000	424.663
19.500	416.315
20.000	407.966
20.500	399.618
21.000	391.270
21.500	382.922
22.000	374.574
22.500	366.226
23.000	357.877
23.500	349.529
24.000	341.181
24.500	332.833
25.000	324.485
25.500	316.137
26.000	307.788
26.500	299.440
27.000	291.092
27.500	282.744
28.000	274.396
28.500	266.047
29.000	257.699
29.500	249.351
30.000	241.003
30.500	232.655
31.000	224.307
31.500	215.958
32.000	207.610
32.500	199.262
33.000	190.914
33.500	182.566
34.000	174.218
34.500	165.869
35.000	157.521
35.500	149.173
36.000	140.825
36.500	132.477
37.000	124.129
37.500	115.780
38.000	107.432
38.500	99.084
39.000	90.736

I numeri in corsivo esprimono la soluzione corrente.

grafico 9 - Variazione del "prezzo-ombra" della disponibilita' di posti stalla del processo "manzette frisone a manze" in funzione del prezzo di vendita del latte.



## 7. Conclusioni

L'analisi condotta, sia sul confronto fra piano reale e piano ottimale, sia sull'esame dei «prezzi-ombra» dei fattori limitanti e dei «ranges» dei livelli di attività all'ottimo, sia, infine, sulla parametrizzazione dei fattori limitanti e dei processi di vendita, consentono di formulare alcune utili osservazioni conclusive che si illustrano sinteticamente qui di seguito.

Si riscontra in primo luogo una tendenza quasi organica del modello a privilegiare i processi colturali «pluriproduttivi», come ad esempio i processi cerealicoli che producono granella e paglia e l'erbaio di orzo sulla cui superficie si ripetono due colture estive: il sorgo e il mais.

Per questa categoria di processi si registra una ridottissima sensibilità dei livelli di attività rispetto a elevati «ranges» dei redditi lordi.

Un'ulteriore tendenza riconoscibile dal modello è quella di mettere in alternativa, nelle differenti soluzioni ottimali, i processi afferenti a gruppi tipologici affini (ad es. insilati), preferendo selezionarli per privilegiarne uno, anziché inserirli tutti con differenti livelli di attività. Tutto questo è, come si è visto, rilevabile, da un lato, con la presenza in «base» dei processi non attivati e, dall'altro, con la elevata sensibilità del livello di attività dei processi attivati rispetto a limitate variazioni dei redditi lordi.

Si rileva ancora che, se se ne dà l'opportunità — ad es. attraverso un incremento della risorsa lavoro per gli allevamenti — il modello, notevolmente flessibile relativamente alla composizione quali-quantitativa dei processi colturali, tende a privilegiare la componente zootecnica dell'indirizzo aziendale, subordinando a questa l'adeguamento dell'ordinamento colturale.

A conclusione va detto che alcuni degli elementi emergenti dai risultati dell'analisi, come ad es. il fatto che la disponibilità di acqua per irrigazione non è un fattore molto limitante, il fatto, inoltre, che per i processi colturali che fanno parte dei piani ottimali esistono valide alternative di riserva, il fatto, ancora, che i processi colturali «stabili» sono limitati, riflettono tutti la notevole flessibilità di cui si può disporre, all'interno dei differenti piani ottimali, nell'alimentazione degli allevamenti.

Quanto fin qui considerato è in realtà solo una parte delle utili determinazioni che si possono trarre dal trattamento così svolto del problema di PL.

Le tavole e i grafici, che riguardano soprattutto la parametrizzazione degli elementi in gioco nel modello, possono essere utilizzati come quadri

sinottici e/o «liste di controllo»<sup>21</sup> per la pianificazione aziendale di breve e di medio periodo, poichè consentono di mettere in relazione fra loro le variazioni degli elementi fondamentali su cui si basa l'organizzazione produttiva aziendale, risorse, attività dei differenti processi produttivi, redditi lordi dei processi stessi.

Dall'esame delle singole parti del lavoro si possono altresì trarre indicazioni generalizzabili circa la validità del metodo nel permettere di quantificare gli effetti di taluni comportamenti imprenditoriali.

<sup>21</sup> G. Susani (a cura di): *Scienza e progetto*, Marsilio, Padova, 1969.

# **Appendice I**

*I principali dati aziendali*



**Tab. 1 Impiego di lavoro uomo per i processi colturali e per la preparazione dei mangimi**

Mesi	Processi colturali											
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
	Superficie (ha)											
	60	20	10	60	32	20	7	10	45	30	45	15
Aprile	24,00	8,00	87,30	85,20	—	8,00	61,11	—	202,50	480,00	—	—
Maggio	—	—	62,80	—	—	—	61,11	160,00	—	—	306,90	78,90
Giugno	244,20	104,00	—	319,80	—	100,00	—	—	—	—	—	22,50
Luglio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22,50
Agosto	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22,50
Settembre	—	—	—	—	252,16	—	—	—	99,45	66,30	99,45	22,50
Ottobre	—	—	—	379,80	—	126,60	44,31	—	99,45	66,30	99,45	—
Novembre	379,80	126,60	63,30	—	148,80	—	—	31,70	99,45	66,30	99,45	—
Dicembre	—	—	—	—	—	—	—	31,70	—	—	—	—
Gennaio	—	—	—	—	148,80	—	—	—	—	—	—	—
Febbraio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Marzo	24,00	8,00	—	85,20	148,80	8,00	—	—	202,50	—	—	54,45

*Segue*



Segue tab. 1

Mesi	Processi colturali				Lavoro necessario			Lavoro disponibile			Differenza tra lavoro disponibile e lavoro necessario (3 + 4 - 1-2)
	P13	P14	P15	P16	Processi colturali	Preparazione mangimi	Totale	Ordinario	Straordinario	Totale	
	Superficie (ha)	Superficie (ha)	Superficie (ha)	Superficie (ha)	(1)	(2)	(1 + 2)	(3)	(4)	(3 + 4)	
	20	15	10	12							
Aprile	—	—	76,80	12,00	1.044,91	84,50	1.129,41	864	338	1.202,00	+ 72,59
Maggio	455,20	261,60	26,70	15,96	1.429,17	84,50	1.513,67	937	833	1.770,00	+ 256,33
Giugno	—	—	200,00	6,00	996,50	84,50	1.081,00	937	848	1.785,00	+ 704,00
Luglio	—	—	200,00	6,00	228,50	84,50	313,00	625	679	1.304,00	+ 991,00
Agosto	—	—	—	150,00	172,50	84,50	257,00	312	568	880,00	+ 623,00
Settembre	—	—	—	150,00	689,86	84,50	774,36	528	281	809,00	+ 34,64
Ottobre	—	—	—	—	815,91	84,50	900,41	937	217	1.154,00	+ 253,59
Novembre	—	—	—	—	1.015,40	84,50	1.099,90	937	211	1.148,00	+ 48,10
Dicembre	—	—	—	—	31,70	84,50	116,20	828	213	1.041,00	+ 924,80
Gennaio	—	—	—	—	148,80	84,50	233,30	937	217	1.154,00	+ 920,70
Febbraio	—	—	—	—	—	84,50	84,50	864	196	1.060,00	+ 975,50
Marzo	72,60	54,45	—	—	658,00	84,50	742,50	937	217	1.154,00	+ 411,50

Tab. 2. Costi variabili dei processi colturali

Processi colturali	Costo prodotti (lire/ha)	Costo macchine (lire/ha)	Costo totale (lire/ha)
P1 Grano duro da granella	122.863	51.022	173.885
P2 Grano tenero da granella	142.863	59.238	202.101
P3 Grano tenero per insilamento	149.663	59.568	209.231
P4 Orzo da granella	147.683	66.987	214.670
P5 Erbaio invernale di orzo per alimentazione fresca	144.482	33.311	177.793
P6 Avena da granella	138.883	52.763	191.646
P7 Avena per insilamento	135.683	77.637	213.320
P8 Erbaio di avena e favino per insilamento	133.683	95.169	228.852
P9 Erbaio di vecchia avena e trifoglio per alimentazione fresca	164.505	56.841	221.346
P10 Erbaio di vecchia avena e trifoglio per insilamento	164.505	93.396	257.901
P11 Erbaio di vecchia avena e trifoglio per produzione fieno	164.505	47.386	211.891
P12 Prato di medica per alimentazione fresca	120.620	30.321	150.941
P13 Prato di medica per alimentazione previa disidratazione	120.620	883.641	1.004.261
P14 Prato di medica per insilamento	239.945	99.049	338.994
P15 Sorgo per alimentazione fresca	235.441	198.848	434.289
P16 Mais per «silage»	156.593	175.361	331.954

Tab. 3 Impiego di lavoro uomo per i processi degli allevamenti

Processi degli allevamenti	Capi (1)	Ore mensili per capo (2)	Ore mensili per processo (1 x 2)
P34 Vacche	370	2,84	1.051,0
P35 Vitelle frisone	118	0,80	94,4
P36 Vitelle frisone a manzette	118	0,95	112,1
P37 Manzette frisone a manze	118	0,25	29,5
P38 Manze frisone a vacche	63	0,48	30,2
P39 Vitelli frisoni	118	0,80	94,4
P40 Vitelli frisoni a tori	10	1,50	15,0
P41 Vitelli/e chianini	74	0,80	59,2
<b>Totale</b>			<b>1.485,8</b>

**Tab. 4 Alimentazione dei processi degli allevamenti**

Processi degli allevamenti	Capi	Foraggi		Mangimi						Totale	
		U.F. per capo	U.F. in complesso	A *		B **		C ***		U.F. per capo	U.F. in complesso
				U.F. per capo	U.F. in complesso	U.F. per capo	U.F. in complesso	U.F. per capo	U.F. in complesso		
P34 Vacche	370	3.082	1.140.340	1.035	382.950	1.035	382.950	—	—	2.070	765.900
P35 Vitelle frisone	118	36	4.248	—	—	—	—	138	16.284	138	16.284
P36 Vitelle frisone a manzette	118	276	32.568	332,5	39.235	332,5	39.235	—	—	665	78.470
P37 Manzette frisone a manze	118	482	56.876	179,5	21.181	179,5	21.181	—	—	359	42.362
P38 Manze frisone a vacche	63	760	47.880	305,5	19.246,5	305,5	19.246,5	—	—	611	38.493
P39 Vitelli frisoni	118	36	4.248	—	—	—	—	138	16.284	138	16.284
P40 Vitelli frisoni a tori	10	208	2.080	—	—	—	—	947	9.470	947	9.470
P41 Vitelli/e chianini	74	36	2.664	—	—	—	—	138	10.212	138	10.212

\* Il mangime A è così composto: Polpe di bietole (30%), Mais (30%), Orzo (30%), Soia (7%), Integrativi minerali (3%).

\*\* Il mangime B è così composto: Polpe di bietole (30%), Mais (30%), Orzo (38%), Integrativi minerali (2%).

\*\*\* Il mangime C è così composto: Mais (35%), Orzo (20%), Soia (35%), Latte in polvere (9%), Integrativi minerali (1%).

**Tab. 5 Prodotti aziendali utilizzati nei processi degli allevamenti**

Processi colturali	Superficie (ha)	Produzione unitaria (q.li)	Produzione totale (q.li)	U.F./q.le	U.F. totali
<i>Foraggi</i>					
P3 Grano tenero per insilamento	10	170	1.700	26	44.200
P5 Orzo (erbale invernale) per alimentazione fresca	32	250	8.000	12	96.000
P7 Avena per insilamento	7	200	1.400	26	36.400
P8 Erbale di avena e favino per insilamento	10	300	3.000	30	90.000
P9 Erbale di vecchia avena e trifoglio per alimentazione fresca	45	400	18.000	14	252.000
P10 Erbale di vecchia avena e trifoglio per insilamento	30	300	9.000	19	171.000
P11 Erbale di vecchia avena e trifoglio per produzione fieno	45	65	2.925	37	108.225
P12 Prato di medica per alimentazione fresca	15	300	4.500	14	63.000
P13 Prato di medica per alimentazione previa disidratazione	20	65	1.300	58	75.400
P14 Prato di medica per insilamento	15	200	3.000	26	78.000
P15 Sorgo per alimentazione fresca	10	800	8.000	12	96.000
P16 Mais per «silage»	12	400	4.800	24	115.200
<b>Totale</b>	<b>251</b>	<b>—</b>	<b>65.625</b>	<b>—</b>	<b>1.225.425</b>
<i>Paglia</i>					
P1 Grano duro da granella	60	20	1.200	24	28.800
P2 Grano tenero da granella	20	25	500	24	12.000
P4 Orzo da granella	60	25	1.500	24	36.000
P6 Avena da granella	20	27,5	550	24	13.200
<b>Totale</b>	<b>160</b>	<b>—</b>	<b>3.750</b>	<b>—</b>	<b>90.000</b>



## **Appendice II**

*Sub-matrici relative ai vincoli di disponibilità di risorse aziendali*



**M.1. Disponibilità di terra coltivabile****Processi colturali**

P1 Grano duro da granella	P2 Grano tenero da granella	P3 Grano tenero per insilamento	P4 Orzo da da granella	P5 Erbaio invernale di orzo per all- mentazione fresca	P6 Avena da granella	P7 Avena per insilamento	P8 Erbaio di avena e favino per insilamento
1 X <sub>1</sub>	+ 1 X <sub>2</sub>	+ 1 X <sub>3</sub>	+ 1 X <sub>4</sub>	+ 1 X <sub>5</sub>	+ 1 X <sub>6</sub>	+ 1 X <sub>7</sub>	+ 1 X <sub>8</sub>

*Segue***Segue sub-matrice M.1.****Processi colturali****Vincolo**

P9 Erbaio di vecchia, avena e trifoglio per alimentazione fresca	P10 Erbaio di vecchia, avena e trifoglio per insilamento	P11 Erbaio di vecchia, avena e trifoglio per produzione fieno	P12 Prato di medica per alimentazione fresca	P13 Prato di medica per alimentazione previa disidratazione	P14 Prato di medica per insilamento	
+ 1 X <sub>9</sub>	+ 1 X <sub>10</sub>	+ 1 X <sub>11</sub>	+ 1 X <sub>12</sub>	+ 1 X <sub>13</sub>	+ 1 X <sub>14</sub>	≤ 389 ha



**M.2. Disponibilità di lavoro ordinario per i processi colturali e per i mangimi**

**Processi colturali**

P1 Grano duro da granella	P2 Grano tenero da granella	P3 Grano tenero per insilamento	P4 Orzo da granella	P5 Erbaio invernale di orzo per alimentazione fresca	P6 Avena da granella	P7 Avena per insilamento	P8 Erbaio di avena e favino per insilamento
0,40 X <sub>1</sub>	+ 0,40 X <sub>2</sub>	+ 8,73 X <sub>3</sub>	+ 1,42 X <sub>4</sub>		+ 0,40 X <sub>6</sub>	+ 8,73 X <sub>7</sub>	
4,07 X <sub>1</sub>	+ 5,20 X <sub>2</sub>	+ 6,28 X <sub>3</sub>	+ 5,33 X <sub>4</sub>		+ 5,00 X <sub>6</sub>	+ 8,73 X <sub>7</sub>	+ 16,00 X <sub>8</sub>
				+ 7,88 X <sub>5</sub>			
6,33 X <sub>1</sub>	+ 6,33 X <sub>2</sub>	+ 6,33 X <sub>3</sub>	+ 6,33 X <sub>4</sub>	+ 4,65 X <sub>5</sub>	+ 6,33 X <sub>6</sub>	+ 6,33 X <sub>7</sub>	+ 3,17 X <sub>8</sub>
				+ 4,65 X <sub>5</sub>			+ 3,17 X <sub>8</sub>
0,40 X <sub>1</sub>	+ 0,40 X <sub>2</sub>		+ 1,42 X <sub>4</sub>	+ 4,65 X <sub>5</sub>	+ 0,40 X <sub>6</sub>		

*Segue*

*Segue sub-matrice M.2.*

Processi colturali

P9 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per alimentazione fresca	P10 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per insilamento	P11 Erbalo di vecchia, avena e trifoglio per produzione fieno	P12 Prato di medica per alimentazione fresca	P13 Prato di medica per alimentazione previa disidratazione	P14 Prato di medica per insilamento	P15 Sorgo per alimentazione fresca	P16 Mais per «silage»
+ 4,50 X <sub>9</sub>	+ 16,00 X <sub>10</sub>	+ 6,82X <sub>11</sub>	+ 5,26 X <sub>12</sub> + 1,50 X <sub>12</sub> + 1,50 X <sub>12</sub> + 1,50 X <sub>12</sub> + 1,50 X <sub>12</sub>	+ 22,76 X <sub>13</sub>	+ 17,44 X <sub>14</sub>	+ 7,68 X <sub>15</sub> + 2,67 X <sub>15</sub> + 20,00 X <sub>15</sub> + 20,00 X <sub>15</sub>	+ 1,00 X <sub>16</sub> + 1,33 X <sub>16</sub> + 0,50 X <sub>16</sub> + 0,50 X <sub>16</sub> + 12,50 X <sub>16</sub>
+ 2,21 X <sub>9</sub>	+ 2,21 X <sub>10</sub>	+ 2,21 X <sub>11</sub>					
+ 2,21 X <sub>9</sub>	+ 2,21 X <sub>10</sub>	+ 2,21 X <sub>11</sub>					
+ 2,21 X <sub>9</sub>	+ 2,21 X <sub>10</sub>	+ 2,21 X <sub>11</sub>					
+ 4,50 X <sub>9</sub>			+ 3,63 X <sub>12</sub>	+ 3,63 X <sub>13</sub>	+ 3,63 X <sub>14</sub>		

*Segue*

Segue sub-matrice M.2.

Mangimi			Lavoro straordinario e avventizio						
P31 Mangime A	P32 Mangime B	P33 Mangime C	P45 Aprile	P46 Maggio	P47 Giugno	P48 Luglio	P49 Agosto	P50 Settembre	P51 Ottobre
+ 0,010 X <sub>31</sub>	+ 0,010 X <sub>32</sub>	+ 0,010 X <sub>33</sub>	-1 X <sub>45</sub>						
+ 0,010 X <sub>31</sub>	+ 0,010 X <sub>32</sub>	+ 0,010 X <sub>33</sub>		- 1 X <sub>46</sub>					
+ 0,010 X <sub>31</sub>	+ 0,010 X <sub>32</sub>	+ 0,010 X <sub>33</sub>			-1 X <sub>47</sub>				
+ 0,010 X <sub>31</sub>	+ 0,010 X <sub>32</sub>	+ 0,010 X <sub>33</sub>				-1 X <sub>48</sub>			
+ 0,010 X <sub>31</sub>	+ 0,010 X <sub>32</sub>	+ 0,010 X <sub>33</sub>					-1 X <sub>49</sub>		
+ 0,010 X <sub>31</sub>	+ 0,010 X <sub>32</sub>	+ 0,010 X <sub>33</sub>						-1 X <sub>50</sub>	
+ 0,010 X <sub>31</sub>	+ 0,010 X <sub>32</sub>	+ 0,010 X <sub>33</sub>							-1 X <sub>51</sub>
+ 0,010 X <sub>31</sub>	+ 0,010 X <sub>32</sub>	+ 0,010 X <sub>33</sub>							
+ 0,010 X <sub>31</sub>	+ 0,010 X <sub>32</sub>	+ 0,010 X <sub>33</sub>							
+ 0,010 X <sub>31</sub>	+ 0,010 X <sub>32</sub>	+ 0,010 X <sub>33</sub>							
+ 0,010 X <sub>31</sub>	+ 0,010 X <sub>32</sub>	+ 0,010 X <sub>33</sub>							

Segue

*Segue sub-matrice M.2.*

Lavoro straordinario e avventizio					Vincolo
P52 Novembre	P53 Dicembre	P54 Gennaio	P55 Febbraio	P56 Marzo	
					≤ 864 ore disponibili di lavoro ordinario - aprile
					≤ 937 » » » » » - maggio
					≤ 937 » » » » » - giugno
					≤ 625 » » » » » - luglio
					≤ 312 » » » » » - agosto
					≤ 528 » » » » » - settembre
					≤ 937 » » » » » - ottobre
- 1 X <sub>32</sub>					≤ 937 » » » » » - novembre
	- 1 X <sub>33</sub>				≤ 828 » » » » » - dicembre
		- 1 X <sub>34</sub>			≤ 937 » » » » » - gennaio
			- 1 X <sub>35</sub>		≤ 864 » » » » » - febbraio
				- 1 X <sub>36</sub>	≤ 937 » » » » » - marzo

### M.3. Disponibilità di lavoro straordinario e avventizio per i processi colturali

Lavoro straordinario e avventizio nei mesi												Vincolo
P45	P46	P47	P48	P49	P50	P51	P52	P53	P54	P55	P56	
Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Gen.	Feb.	Mar.	
1 X <sub>1,1</sub>												≤ 338 ore disponibili di lavoro str. e avv. - aprile
	1 X <sub>1,2</sub>											≤ 833 » » » » » - maggio
		1 X <sub>1,3</sub>										≤ 848 » » » » » - giugno
			1 X <sub>1,4</sub>									≤ 679 » » » » » - luglio
				1 X <sub>1,5</sub>								≤ 568 » » » » » - agosto
					1 X <sub>1,6</sub>							≤ 281 » » » » » - settembre
						1 X <sub>1,7</sub>						≤ 217 » » » » » - ottobre
							1 X <sub>1,8</sub>					≤ 211 » » » » » - novembre
								1 X <sub>1,9</sub>				≤ 213 » » » » » - dicembre
									1 X <sub>1,10</sub>			≤ 217 » » » » » - gennaio
										1 X <sub>1,11</sub>		≤ 196 » » » » » - febbraio
											1 X <sub>1,12</sub>	≤ 217 » » » » » - marzo

### M.4. Disponibilità di lavoro per i processi degli allevamenti

Processi degli allevamenti								Vincolo
P34	P35	P36	P37	P38	P39	P40	P41	
Vacche	Vitelle frisone	Vitelle frisone a manzette	Manzette frisone a manze	Manze frisone a vacche	Vitelli frisoni	Vitelli frisoni a tori	Vitelli e vitelle chianini	
2,84 X <sub>2,1</sub>	+ 0,80 X <sub>2,2</sub>	+ 0,95 X <sub>2,3</sub>	+ 0,25 X <sub>2,4</sub>	+ 0,48 X <sub>2,5</sub>	+ 0,80 X <sub>2,6</sub>	+ 1,50 X <sub>2,7</sub>	+ 0,80 X <sub>2,8</sub>	≤ 1.590 ore mensili

### M.5. Disponibilità di posti per i processi degli allevamenti

Processi degli allevamenti								Vincolo
P34 Vacche	P35 Vitelle frisone	P36 Vitelle frisone a manzette	P37 Manzette frisone a manze	P38 Manze frisone a vacche	P39 Vitelli frisoni	P40 Vitelli frisoni a tori	P41 Vitelli e vitelle chianini	
1 X <sub>34</sub>				1 X <sub>38</sub>				≤ 430 posti
		1 X <sub>36</sub>	1 X <sub>37</sub>					≤ 150 »
						1 X <sub>40</sub>		≤ 150 »
	1 X <sub>35</sub>				+ 1 X <sub>39</sub>		+ 1 X <sub>41</sub>	≤ 150 »
								≤ 10 »
								≤ 640 »

### M.6. Disponibilità di acqua per irrigazione

Processi colturali					Vincolo
P12 Prato di medica per alimentazione fresca	P13 Prato di medica per alimentazione previa disidratazione	P14 Prato di medica per insilamento	P15 Sorgo per alimentazione fresca	P16 Mals per «silage»	
1.000 X <sub>12</sub>	+ 1.000 X <sub>13</sub>	+ 1.000 X <sub>14</sub>	+ 5.000 X <sub>15</sub>	+ 5.000 X <sub>16</sub>	≤ 160.000 mc

## BIBLIOGRAFIA

1. *Analisi microeconomica, economia dell'azienda agraria e teoria dell'impresa:*
  - M. De Benedictis: *La pianificazione aziendale. Aspetti teorici e metodologici*. «Rivista di Economia agraria», nn. 1-2, 1964.
  - M. Bandini: *Economia agraria*. Utet, Torino, 1968.
  - W. J. Baumol: *Teoria economica ed analisi operativa*. F. Angeli, Milano, 1968.
  - E. Di Cocco: *Economia della azienda agraria*. Tamari Editori, Bologna, 1970.
  - G. Di Nardi: *Economia della produzione*. Cacucci, Bari, 1973.
  - A. Panattoni - F. Campus: *Economia della azienda agraria*. Utet, Torino, 1974.
  - A. Graziani: *Teoria economica. Prezzi e distribuzione*. ESI, Napoli, 1976.
  
2. *Teoria e applicazioni di programmazione lineare:*
  - G. B. Dantzig: *Linear programming and extensions*. Princeton Univ. Press, Princeton, 1963.
  - E. D. Heady - W. Candler: *Linear programming methods*. Iowa State Univ. Press, 1958.
  - S. Ricossa: *Programmazione lineare*. Boringhieri, Torino, 1961.
  - G. F. Hadley: *Linear programming*. Addison-Wesley reading, Mass, 1962.
  - M. Simonard: *Programmation lineaire*. Dunod, Paris, 1962.
  - M. De Benedictis: *L'applicazione dei modelli economici all'analisi dell'azienda agraria in Italia*. Feltrinelli, Milano, 1962.
  - Giardina - Longo - Ricossa: *La programmazione lineare nell'industria*. Ed. Unione Industriali, Torino.
  - F. Lechi: *Un'applicazione della programmazione economica ad una cascina lombarda*. «Rivista di Economia agraria», n. 1, 1962.
  - G. Colombo: *Possibilità e limiti della programmazione lineare in agricoltura*. «Rivista di Economia agraria», nn. 1-2, 1964.
  - M. Prestamburgo: *Una applicazione della programmazione lineare e del bilancio programmato ad un complesso aziendale in provincia di Venezia*. «Rivista di Economia agraria», n. 4, 1964.
  - F. Campus: *La programmazione lineare in agricoltura - Problemi teorici e pratici*. INEA, Roma, 1969.
  - O. Ferro - F. Lechi - M. Prestamburgo: *Scelte economiche e ricerca operativa in agricoltura*. CEDAM, Padova, 1969.
  - A. Kaufmann: *Methodes et modèles de la recherche operationelle*. Dunod, Paris, 1970.
  - L. Ermini: *Programmazione lineare*. ISEDI, Milano, 1972.
  - R. Pasca: *Impresa e programmazione lineare in agricoltura. Introduzione alla analisi teorica ed applicativa*. Coop. Ed. Economia e Commercio, Napoli, 1975.
  - S. Vinci: *Programmazione lineare e teoria economica*. Boringhieri, Torino, 1976.
  - A. Pirani - M. Polelli: *Analisi della gestione di una cascina lombarda mediante la programmazione lineare con tecniche di parametrizzazione*. Annali della Facoltà di Agraria, vol. XXI, Milano, 1976.
  
3. *Elaborazione informatica dei problemi di programmazione lineare:*
  - MPSX IBM - *Mathematical programming system extended linear and separable programming*. Computers IBM 370/158 e 370/168, CNUCE, Pisa.

# INDICE





## Indice

1. PREMESSA	Pag. 5
2. PIANIFICAZIONE AZIENDALE	» 8
3. CARATTERISTICHE DELL'AZIENDA OGGETTO DI STUDIO	» 9
4. COSTRUZIONE DELLA «MATRICE DELLA TECNICA» DEL MODELLO	» 10
4.1. <i>Struttura del modello</i>	» 10
4.2. <i>Processi produttivi</i>	» 12
4.2.1. Processi colturali	» 12
4.2.2. Processi degli allevamenti	» 15
4.2.3. Processi di alimentazione	» 18
4.2.4. Processi di acquisto	» 18
4.2.5. Processi di vendita	» 19
4.3. <i>Vincoli</i>	» 19
4.3.1. Disponibilità di terra coltivabile	» 19
4.3.2. Disponibilità di lavoro per le colture e per i man- gimi	» 20
4.3.3. Disponibilità di lavoro per i processi degli alle- vamenti	» 20
4.3.4. Disponibilità di posti per gli allevamenti	» 20
4.3.5. Disponibilità di acqua per irrigazione	» 20
4.3.6. Ciclo produttivo degli allevamenti	» 21
4.3.7. Altri vincoli	» 24
5. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DEL MODELLO	» 25
5.1. <i>Confronto tra piano ottimale e piano reale</i>	» 25
5.2. <i>«Prezzi-ombra» dei fattori limitanti e analisi della stabi- lità della soluzione</i>	» 32
5.2.1. <i>«Prezzi-ombra» dei fattori limitanti</i>	» 33
5.2.1.1. Disponibilità di terra coltivabile	» 33
5.2.1.2. Disponibilità di lavoro ordinario	» 34
5.2.1.3. Disponibilità di lavoro straordinario	» 34
5.2.1.4. Disponibilità di lavoro per gli alleva- menti	» 35
5.2.1.5. Disponibilità di posti stalla per l'alle- vamento dei tori	» 35
5.2.1.6. Vincolo di massima produzione di ave- na e favino per insilamento	» 35
5.2.1.7. Disponibilità di acqua per irrigazione	» 36
5.2.2. <i>Analisi della stabilità della soluzione ottima: «ranges» delle attività dei processi produttivi</i>	» 36
5.2.2.1. Grano duro da granella	» 36
5.2.2.2. Grano tenero da granella e avena da granella	» 38
5.2.2.3. Orzo da granella	» 39
5.2.2.4. Erbaio invernale di orzo per alimenta- zione fresca	» 39

5.2.2.5.	Avena per insilamento	»	40
5.2.2.6.	Erbaio di avena e favino per insilamento	»	41
5.2.2.7.	Erbaio di vecchia, avena e trifoglio per alimentazione fresca	»	41
5.2.2.8.	Prato di medica per alimentazione fresca	»	42
5.2.2.9.	Le colture ripetute: sorgo per alimentazione fresca e mais per «silage»	»	42
5.2.2.10.	Processi di alimentazione	»	43
5.2.2.11.	Processi degli allevamenti	»	43
6.	PROGRAMMAZIONE PARAMETRICA	»	45
6.1.	<i>Parametrizzazione delle risorse aziendali</i>	»	45
6.1.1.	Parametrizzazione della disponibilità di terra coltivabile	»	46
6.1.2.	Parametrizzazione della disponibilità di lavoro per i processi colturali	»	59
6.1.3.	Parametrizzazione della disponibilità di lavoro per gli allevamenti	»	64
6.1.4.	Parametrizzazione della disponibilità di posti per gli allevamenti	»	69
6.1.5.	Parametrizzazione della disponibilità di acqua per irrigazione	»	71
6.2.	<i>Parametrizzazione dei processi di vendita</i>	»	75
6.2.1.	Parametrizzazione del prezzo di vendita del grano duro	»	75
6.2.2.	Parametrizzazione del prezzo di vendita dei vitelli e vitelle chianini	»	83
6.2.3.	Parametrizzazione del prezzo di vendita del latte	»	85
7.	CONCLUSIONI	»	91
	APPENDICE I - I principali dati aziendali	»	93
	APPENDICE II - Sub-matrici relative ai vincoli di disponibilità di risorse aziendali	»	101
	BIBLIOGRAFIA	»	110



**Finito di stampare  
nella Tip. Editrice G. Gallizzi s.r.l. - Sassari  
nel mese di agosto 1979**