

**Ottimizzazione dell’azienda agricola “La Nostra Terra”**

Progetto opzionale per il corso di Ricerca Operativa

A.A: 2019/2020

Massimo Toffoletto

Matricola: 1161727

**Sommario**

[**Introduzione** 3](#_Toc35210299)

[**Abstract** 3](#_Toc35210300)

[**Descrizione del problema** 3](#_Toc35210301)

[**Modellazione** 5](#_Toc35210302)

[**Individuazione degli insiemi** 5](#_Toc35210303)

[**Individuazione dei parametri** 5](#_Toc35210304)

[**Individuazione delle variabili** 5](#_Toc35210305)

[**Funzione obiettivo** 6](#_Toc35210306)

[**Vincoli** 7](#_Toc35210307)

[**Spiegazione dei vincoli** 8](#_Toc35210308)

[**AMPL** 8](#_Toc35210309)

[**File utilizzati** 8](#_Toc35210310)

[**Risultati** 9](#_Toc35210311)

[**Dati primo anno** 9](#_Toc35210312)

[**Dati secondo anno** 9](#_Toc35210313)

[**Dati terzo anno** 9](#_Toc35210314)

[**Dati quarto anno** 9](#_Toc35210315)

[**Conclusioni** 9](#_Toc35210316)

# **Introduzione**

## **Abstract**

Questo progetto analizza un problema di Programmazione Lineare nell’ambito della Ricerca Operativa.

Ho scelto come realtà di riferimento un’azienda agricola tipica delle zone della provincia di Treviso perché legata ad una mia esperienza in qualità di collaboratore nella sua gestione tecnica e commerciale.

Le specifiche del problema esposte di seguito sono simili a quelle di un’azienda reale, ma ai fini del progetto alcuni elementi e dati sono inventati.

Il problema che l’azienda “La Nostra Terra” ha riportato riguarda l’ottimizzazione della produzione e della gestione del personale per poter massimizzare il guadagno annuale della produzione agricola. Viene fornita una soluzione mediante un modello di programmazione lineare, che sarà applicato nel tempo per fornire all’imprenditore informazioni tali da poter prendere le decisioni migliori al fine di massimizzare il profitto.

L’intervallo di tempo considerato in questo progetto è di 4 anni.

## **Descrizione del problema**

L’azienda agricola “La Nostra Terra” produce il tipico e famoso Radicchio Rosso Tardivo di Treviso e dispone di 4 appezzamenti di terreno, identificati univocamente da una lettera alfabetica A, B, C e D, con dimensione rispettivamente pari a 300mq, 400mq, 500mq e 350mq. Tra le numerose varietà di radicchio, l’azienda ha deciso di produrne 4 perché hanno caratteristiche che si sposano bene con le proprietà dei terreni a disposizione e sono LIN, CARR, BARZAN e FELTRIN.

Per facilitare la gestione organizzativa di mezzi agricoli, tempi di raccolta e distribuzione del personale, all’interno di uno stesso appezzamento di terreno non è possibile seminare sia la varietà LIN che la varietà FELTRIN.

Il processo di coltivazione inizia dalla semina. Grazie alle tecnologie avanzate presenti nei mezzi agricoli posseduti dall’azienda, essa avviene in modo uniforme, come anche la crescita delle piantine.

La durata delle sementi è di un anno, quindi l’azienda non è attrezzata di magazzino per le scorte e vengono sempre acquistati tanti semi quanti ne vengono seminati.

I prezzi e le disponibilità per l’acquisto delle sementi sono di 0.1€/kg con un massimo di 700Kg per LIN, 0.12€/kg con un massimo di 600Kg per CARR, 0.14€/kg con un massimo di 450Kg per BARZAN e 0.2€/kg con un massimo di 300Kg per FELTRIN. Inoltre dai dati storici dell’azienda è nota una relazione tra resa ottimale delle sementi e densità di semi rilasciati:

* LIN: densità di 1kg/mq con una resa di 10Kg per ogni kg di sementi;
* CARR: densità di 1.2kg/mq con una resa di 15Kg per ogni kg di sementi;
* BARZAN: densità di 1.1/mq con una resa di 13Kg per ogni kg di sementi;
* FELTRIN: densità di 1.4/mq con una resa di 18Kg per ogni kg di sementi.

Per migliorare la resa delle sementi è necessario utilizzare il fertilizzante che fornisce un incremento diverso a seconda della varietà delle sementi ma indipendente dalle caratteristiche di ogni terreno. Questi incrementi per le varietà LIN, CARR, BARZAN, FELTRIN sono rispettivamente del 10%, 12%, 8% e 11%. Il costo per l’acquisto del fertilizzante è fisso e pari a 100€, a prescindere dalla varietà cui viene somministrato. Inoltre, la legge impone un vincolo sul suo utilizzo restringendolo ad una sola varietà all’anno per rispetto dell’ambiente e dell’abuso di sostanze chimiche.

Per svolgere le attività lavorative, l’azienda ha a disposizione 5 dipendenti identificati dai codici DIP01, DIP02, DIP03, DIP04, DIP05. In ambito agricolo non è possibile avere degli orari e dei giorni di lavoro fissi, in quanto le avversità climatiche e numerosi altri fattori non prevedibili rendono impossibile una pianificazione rigorosa. Perciò viene stipulato un contratto a tempo indeterminato con stipendio annuo fisso compreso di tassazione pari a 20000€ e con un numero massimo di ore lavorative pari a 2000. I dipendenti sono molto contenti del loro lavoro e l’azienda altrettanto di loro, dunque si assume che non ci possano essere licenziamenti improvvisi o cambiamenti di alcun tipo. Per tanto ne consegue che le spese che deve sostenere l’azienda per i dipendenti è di 100000€ all’anno e che le ore totali lavorative disponibili sono 10000.

Le ore lavorative posso essere consumabili in qualsiasi giorno dell’anno ed a qualsiasi orario.

Grazie a delle analisi dettagliate e all’esperienza maturata dall’azienda, è stato calcolato che, per ogni varietà di radicchio, le ore di lavorazione necessarie per ottenere il prodotto finito con la resa sopra specificata, a partire da 1Kg di semi, sono rispettivamente 3 per LIN, 4 per CARR, 5 per BARZAN e 7 per FELTRIN.

Nell’eventualità in cui fossero necessarie ore di lavoro aggiuntive per completare la lavorazione, nel contratto di ogni dipendente è previsto un bonus fisso di 1000€ a prescindere dalla quantità di straordinari registrati che non viene registrata; tuttavia, non può essere superato il limite massimo di 30 ore di lavoro aggiuntive cadauno ed il limite di 4 dipendenti con straordinari.

L’azienda “La Nostra Terra”, nel corso degli anni, è arrivata alla piena automatizzazione del processo lavorativo. Perciò l’associazione italiana per i coltivatori, sulla base anche di numerosi parametri aziendali, concede la fornitura annuale di gasolio agricolo per i macchinari sufficiente per un totale di 9500 ore lavorative ad un prezzo agevolato di 1000€. Per contratto, questi soldi devono essere versati anche l’azienda decidesse di non seminare mentre in caso si necessitasse più gasolio, è però obbligatorio pagare una tassa fissa di 3000€.

Sono presenti ulteriori costi legati aziendali:

* un canone fisso per l’utilizzo dell’acqua di risorgiva: 500€/anno;
* un canone annuale fisso per la manutenzione di tutti i macchinari concordato con l’azienda rivenditrice pari a 2000€. Se il numero di ore lavorative in un anno è maggiore di 8500, allora, sempre da contratto, è necessaria una tassa di 500€ in aggiunta al canone, dovuta a maggior probabilità di interventi sui macchinari.

Di particolare rilevanza l’obbligo del pagamento dei costi fissi sopra citati a prescindere dalla decisione di coltivare dei prodotti agricoli o lasciare i terreni incolti.

Per la vendita dei propri prodotti, l’azienda ha stipulato un contratto con un supermercato che richiede un numero minimo di Kg annuale per ogni varietà di radicchio fornita: 500Kg di LIN, 700Kg di CARR, 400Kg di BARZAN e 1000Kg di FELTRIN. Dato che il mercato ha sempre grandi richieste, ogni Kg in aggiunta è ben accetto. Nel contratto, inoltre, viene fissato un prezzo fisso annuale per il radicchio, rispettivamente di 5€/kg per LIN, 5.5€/Kg per CARR e BARZAN e 6€/Kg per FELTRIN.

L’obiettivo dell’azienda è massimizzare i profitti derivati dalla vendita del Radicchio Rosso Tardivo di Treviso a fronte dei costi che deve sostenere per la sua produzione.

# **Modellazione**

Per risolvere il problema di ottimizzazione precedentemente esposto, è definito un modello di programmazione lineare spiegato in questa sezione.

## **Individuazione degli insiemi**

Inizialmente si individuano gli insiemi principali che rappresentano gli elementi di questo problema:

* varietà = {LIN, CARR, BARZAN, FELTRIN}: insieme delle varietà dei semi di radicchio che l’azienda ha selezionato per il proprio business;
* terreni = {A, B, C, D}: insieme dei terreni a disposizione dell’azienda per la coltivazione;
* dipendenti = {DIP1, DIP2, DIP3, DIP4, DIP5}: insieme dei dipendenti assunti dall’azienda.

## **Individuazione dei parametri**

Dopo degli insiemi vengono individuati i parametri del modello. In particolare si è cercato di parametrizzare più elementi possibili. In questo modo, a fronte di nuovi dati, non sarà necessario modificare il modello.

I parametri sono i seguenti:

* **resa**{varietà} >= 0: resa in Kg a partire da 1Kg di ogni varietà di seme;
* **densità**{varietà} >= 0: densità ottimale in Kg/mq per ogni varietà di seme indipendentemente da terreno;
* **prezzo**{varietà} >= 0: prezzo di vendita in €/Kg per ogni varietà di radicchio;
* **costo**{varietà} >= 0: costo in €/Kg per ogni varietà di seme acquistata;
* **disponibilità**{varietà} >= 0: disponibilità massima del rivenditore di semi, per ogni varietà;
* **dimensione**{terreni} >= 0: dimensione in mq per ogni appezzamento di terreno;
* **incremento**{varietà} >= 0: incremento in % fornito dall’utilizzo di fertilizzante per ogni varietà;
* **ore\_dipendente**{dipendenti} >= 0 intero: numero di ore annue per ogni dipendente previste da contratto;
* **richiesta**{varietà} >= 0: richiesta minima di radicchio in Kg da parte del commerciante, per ogni varietà:
* **canone\_acqua** >= 0: canone annuo per l’utilizzo dell’acqua;
* **canone\_gasolio** >= 0: canone annuo base per l’utilizzo del gasolio;
* **ore\_max\_gasolio** >= 0 intero: ore massime previste per la quantità di gasolio fornito;
* **canone\_gasolio\_extra** >= 0: canone annuo per l’utilizzo di gasolio extra;
* **canone\_manutenzione** >= 0: canone annuo per la manutenzione dei macchinari;
* **ore\_max\_manutenzione** >= 0 intero: ore massime previste per rientrare nella manutenzione ordinaria;
* **canone\_manutenzione\_extra** >= 0: canone annuo per la manutenzione extra dei macchinari;
* **costo\_fertilizzante** >= 0: costo del fertilizzante;
* **salario\_dipendente** >= 0: salario annuo uguale per ogni dipendente compreso di tassazione;
* **straordinario\_dipendente** >= 0 intero: straordinario per ogni dipendente;

## **Individuazione delle variabili**

Assieme all’individuazione dei parametri vengono individuate le variabili ovvero ciò che non viene dato dal problema ma che deve deciso dall’esecuzione del modello.

Le variabili sono le seguenti:

* **x**{varietà, terreni} intero >=0: quantità di semi per ogni varietà in Kg, seminati in ogni terreno;
* **y**{varietà, terreni} binario: 1 sse la varietà viene seminata in un determinato terreno, 0 altrimenti;
* **z**{varietà} binario: 1 sse uso il fertilizzante sulla varietà, 0 altrimenti;
* **w**{dipendenti} binario: 1 sse il dipendente fa gli straordinari, 0 altrimenti;
* **u** binario: 1 sse acquisto gasolio agricolo extra, 0 altrimenti;
* **v** binario: 1 sse ho costo per eventuale manutenzione extra, 0 altrimenti;

## **Funzione obiettivo**

In seguito viene definita la funzione obiettivo:

// ricavi dalla vendita del radicchio

// costo delle sementi

// costo per l’utilizzo del fertilizzante

// costo del salario dei dipendenti compreso di tassazione

// costo degli straordinari dei dipendenti

// canone per il gasolio agricolo

// canone per l’acqua

// canone di manutenzione dei macchinari

## **Vincoli**

I vincoli del problema vengono identificati da un codice numerico intero progressivo > 0. Sono definiti dopo la funzione obiettivo e sono i seguenti:

1. **vincolo\_disponibilità\_max**
2. **vincolo\_limiti\_semina**
3. **vincolo\_attivazione\_y**
4. **vincolo\_massimo\_semi**
5. **vincolo\_fertilizzante**
6. **vincolo\_massimo\_ore\_dipendenti**
7. **vincolo\_massimo\_straordinari**
8. **vincolo\_attivazione\_u**
9. **vincolo\_attivazione\_v**
10. **vincolo\_richiesta\_minima**

## **Spiegazione dei vincoli**

1. Il primo vincolo definisce la disponibilità massima di semi per ogni varietà da parte del venditore. È necessario perché non si possono acquistare più semi di quelli acquistabili;
2. Il secondo vincolo sancisce il divieto di seminare sia la varietà LIN che la varietà FELTRIN all’interno di uno stesso terreno;
3. Il terzo vincolo è di attivazione della variabile binaria y;
4. Il quarto vincolo definisce il numero massimo di semi per ogni terreno e per ogni varietà;
5. Il quinto vincolo sancisce il limite massimo nell’utilizzo di fertilizzante nelle diverse colture;
6. Il sesto vincolo definisce il numero massimo di ore lavorative totali svolte dai dipendenti;
7. Il settimo vincolo definisce il numero massimo di dipendenti che possono fare gli straordinari;
8. L’ottavo vincolo è di attivazione della variabile binaria u;
9. Il nono vincolo è di attivazione della variabile binaria v;
10. Il decimo vincolo definisce la richiesta minima per ogni varietà di radicchio da parte dell’acquirente.

# **AMPL**

Il problema è modellato tramite il linguaggio AMPL e viene risolto attraverso il solver CPLEX.

## **File utilizzati**

Per scrivere il codice AMPL che risolva il problema di ottimizzazione iniziale sono stati utilizzati 6 file:

* **modello.mod**: file che contiene il modello di programmazione lineare in cui sono riportati insiemi, parametri, variabili, funzione obiettivo e vincoli;
* **primo\_anno.dat**: file che contiene i dati del problema per il primo anno di utilizzo di questo modello;
* **secondo\_anno.dat**: file che contiene i dati del problema per il secondo anno di utilizzo di questo modello;
* **terzo\_anno.dat**: file che contiene i dati del problema per il terzo anno di utilizzo di questo modello;
* **quarto\_anno.dat**: file che contiene i dati del problema per il quarto anno di utilizzo di questo modello;
* **modello.run**: file che contiene i comandi per eseguire direttamente il codice AMPL e visualizzare in modo grezzo i risultati.

Questi file devono essere presenti all’interno di una stessa cartella per garantirne il funzionamento. Per l’avvio è consigliato utilizzare AMPL IDE, di default è presente il set di dati del primo anno mentre gli altri tre sono commentati; dunque è sufficiente togliere e aggiungere i commenti per avviare il programma con i dati desiderati. Successivamente si deve lanciare il comando *include modello.run;*  e il problema verrà risolto.

# **Risultati**

## **Dati primo anno**

## **Dati secondo anno**

## **Dati terzo anno**

## **Dati quarto anno**

# **Conclusioni**