

## *Capitolo 1*

# Introduzione

Il lavoro svolto in questa tesi è frutto di una collaborazione tra il Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università del Cile e il Dipartimento di Informatica dell'Università di Pisa [ CGSW96 ], [ EGMW97 ].

In questo lavoro è stato affrontato un problema reale di schedulazione e trasporto che deve essere risolto, su base giornaliera, da numerose ditte che operano nel settore del trasporto di legname dai punti di produzione, ossia le zone di taglio nelle foreste, ai punti di consumo, come segherie, impianti per la produzione di carta, o anche porti e stazioni ove il legname viene spedito a destinazioni più lontane.

Il legname, che si differenzia a seconda della lunghezza e del diametro dei tronchi, è trasportato tramite autocarri i quali sono retribuiti con una formula di pagamento che tiene conto sia del volume del legno trasportato, sia dei chilometri percorsi. Questi mezzi sono di diverso tipo: si differenziano in base alle loro dimensioni ( in particolare tronchi di diametro maggiore devono essere trasportati con rimorchi della dimensione opportuna), al consumo di carburante ed a ulteriori costi quali ad esempio quelli di manutenzione.

L'obiettivo della nostra tesi è quello di programmare giornalmente il traffico degli autocarri adibiti al trasporto del legname minimizzando i costi di trasporto. Occorre per questo tenere conto di due aspetti in qualche modo distinti della situazione: il primo è quello di garantire la soddisfazione della domanda di legname alle destinazioni; il secondo è quello di utilizzare in maniera ottimale i mezzi in modo da compiere i viaggi necessari con il minor numero possibile degli stessi e minimizzando i costi di viaggio a “vuoto” ( dalle destinazioni ai punti di carico).

Tale problema è già stato al centro di una fruttuosa collaborazione tra Università e mondo produttivo: un consorzio tra le maggiori aziende di trasporto e l'Università cilena ha portato allo sviluppo del sistema ASICAM. Questo sistema lavora giornalmente ed è basato su un modello che assegna i viaggi seguendo una serie di regole euristiche. La riduzione di costi che si è ottenuta con questo sistema oscilla tra il 10% e il 25%.

Nell'ambito della nostra tesi, abbiamo studiato un modello "monolitico" di programmazione lineare intera che cattura gli aspetti salienti del problema. Data la grande dimensione del modello, abbiamo implementato e testato approcci basati su tecniche di decomposizione, che cercano di pervenire ad una soluzione del problema originario risolvendo, se necessario più volte, sottoproblemi più semplici. In particolare abbiamo considerato due diversi approcci: il primo è un approccio di tipo sequenziale, il secondo è un'euristica Lagrangiana. L'approccio sequenziale consiste essenzialmente nel risolvere il problema "monolitico" in due fasi: prima viene calcolata una soluzione per il problema di trasporto, vengono cioè decisi quali viaggi devono essere fatti; una volta presa questa decisione viene determinato l'assegnamento ottimale dei camion disponibili ai viaggi. L'altro approccio considerato consiste nell'usare tecniche di rilassamento Lagrangiano per decomporre il problema in due problemi da risolvere parallelamente fino ad ottenere un lower-bound della soluzione ottima. Combinando questa tecnica risolutiva con la tecnica sequenziale si può costruire una euristica Lagrangiana che porti, procedendo in maniera iterativa, ad avere approssimazioni sempre migliori della soluzione ottima del problema.

E' importante sottolineare che le informazioni circa i dati concreti del problema, quali domande ed offerte di prodotti, stock all'inizio della giornata produttiva, orari di inizio e di fine della giornata lavorativa, o anche durata dei viaggi tra origini e destinazioni con i relativi costi di viaggio carico e scarico, ci sono state inviate dalle ditte di trasporto tramite l'Università cilena.

L'elaborazione che è stata necessaria per portare questi dati dalla forma grezza, caratteristica di informazioni raccolte sul "campo", ad una forma raffinata indispensabile per il modello matematico ha costituito una fase cruciale del nostro lavoro, in particolare sono stati creati degli strumenti che si occupano delle elaborazioni di cui si è parlato tenendo separata questa fase da tutte le altre.

In generale, tutto il codice da noi sviluppato si è avvalso di tecniche di programmazione orientata agli oggetti (mediante l'uso del linguaggio C++) per ottenere modularità, portabilità e modificabilità del codice. In particolare, come vedremo nel Capitolo 5, è stata sviluppata anche una classe per la risoluzione di problemi di flusso multicommodity che utilizza il solutore di problemi di Programmazione Lineare CPLEX. Tale classe implementa la classe astratta MMCFCClass, già sviluppata in precedenti lavori [ FG97 ], ed è già stata utilizzata con successo da un altro tesista per risolvere una parte del suo modello matematico.