**Esercizio 1: Sudoku**

 Una soluzione del gioco consiste in un assegnamento di valori interi alle celle di una matrice. Per imporre che i valori compaiano una e una sola volta è opportuno rappresentare la soluzione come un assegnamento binario tra le celle e le cifre decimali. Si usano perciò variabili binarie di assegnamento con tre indici, uno per la riga, uno per la colonna e uno per la cifra decimale.

 Indichiamo con “macro-riga” e “macro-colonna” l’insieme di tre righe o tre colonne adiacenti (due nel nostro esempio su scala ridotta), le cui intersezioni definiscono i riquadri nei quali le cifre devono comparire esattamente una volta.

 Non c’è funzione obiettivo poiché il problema consiste nel trovare una soluzione ammissibile, non nell’ottimizzare.

 I vincoli di assegnamento impongono che:

* per ogni riga e per ogni colonna esista una cifra assegnata;
* per ogni riga e per ogni cifra esista una colonna assegnata;
* per ogni colonna e per ogni cifra esista una riga assegnata;
* per ogni riquadro (coppia macro-riga/macro-colonna) e per ogni cifra esista una posizione assegnata tra quelle comprese nel riquadro.

I primi tre insiemi di vincoli sono molto facili da scrivere. Nella sintassi di Lingo:

@for(riga(i): @for(colonna(j): @sum(cifra(k): x(i,j,k)) =1));

@for(riga(i): @for(cifra(k): @sum(colonna(j): x(i,j,k)) =1));

@for(colonna(j): @for(cifra(k): @sum(riga(i): x(i,j,k)) =1));

 Il quarto insieme di vincoli presenta qualche piccola difficoltà tecnica in più, perché occorre identificare quali siano le righe e le colonne che appartengono rispettivamente ad ogni macro-riga e macro-colonna. L’indice *i* indica righe della macroriga *ii* (quando sia *i* che *ii* partono da 1) se cade tra *(ii-1)\*N+1* e *ii\*N*, dove *N* vale 3 nel sudoku normale e 2 nel nostro esempio ridotto. Idem per le colonne.

@for(cifra(k):

 @for(macroriga(ii):

 @for(macrocolonna(jj):

 @sum(riga(i) | ((ii-1)\*2 #LT# i) #AND# (i #LE# ii\*2):

 @sum(colonna(j) | ((jj-1)\*2 #LT# j) #AND# (j #LE# jj\*2): x(i,j,k)

 )

 ) = 1

 )

 )

);

 Infine bisogna fissure ad 1 le variabili di assegnamento che corrispondono ai valori dati. Nel nostro caso:

*x(1,1,3)=x(1,4,2)=x(2,2,1)=x(3,4,1)=x(4,2,3)=1*

 Il modello di PLI risultante è nel file Lingo SUDOKU.LG4 e la soluzione è nel file SUDOKU.LGR.