

Cognome \_\_\_\_\_  
Nome \_\_\_\_\_  
Matricola \_\_\_\_\_

### Esercizio 1

Risolvere con la programmazione dinamica il seguente problema di knapsack:

$$\max 12x_1 + 32x_2 + 13x_3 + 16x_4 + 17x_5 + 28x_6 + 31x_7 + 19x_8$$

st

$$4x_1 + 8x_2 + 4x_3 + 5x_4 + 5x_5 + 7x_6 + 9x_7 + 6x_8 \leq 18$$

$$x \in \{0,1\}^8$$

### Esercizio 1

Un'azienda di deve pianificare gli investimenti per il prossimo anno. La direzione ha selezionato i seguenti investimenti (tutti i dati sono in milioni di Euro)

- I1:** Redditività: 15 Cash flow: {-6, -11, -12, -20}  
**I2:** Redditività: 21 Cash flow: {-15, -12, +5, +12}  
**I3:** Redditività: 11 Cash flow: {-4, -3, -2, -2}  
**I4:** Redditività: 8 Cash flow: {-13, -9, +3, +8}  
**I5:** Redditività: 4 Cash flow: {+10, +4, -5, -13}  
**I6:** Redditività: 6 Cash flow: {-3, -6, -8, -10}  
**I7:** Redditività: 3 Cash flow: {+8, +4, -2, -3}

Sapendo che il budget trimestrale a disposizione dell'azienda è di {17, 10, 9, 19} M€ per trimestre e che gli investimenti I1, I2 e I3 non possono essere attivati tutti insieme:

1. Formulare come PL- $\{0, 1\}$  il problema di massimizzare la redditività senza violare il vincolo di budget trimestrale.
2. Rafforzare il rilassamento lineare della formulazione di cui al punto 1 con l'aggiunta di opportune disequazioni valide
3. Risolvere la formulazione di cui al punto 1 con l'algoritmo di branch-and-bound.

### Esercizio 2

Un'azienda di distribuzione deve realizzare una rete logistica tra le città di L'Aquila, Pescara, Chieti, Teramo, Ancona, Frosinone e Campobasso.

Sapendo che:

1. Il costo di attivazione di un collegamento tra due città è pari a 100 €/km
2. Le distanze chilometriche sono riportate nella seguente matrice:

| AN | AQ  | TE  | CH  | PE  | FR  | CB  |    |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| -  | 186 | 132 | 166 | 150 | 343 | 319 | AN |
|    | -   | 52  | 135 | 104 | 154 | 274 | AQ |
|    |     | -   | 63  | 52  | 211 | 222 | TE |
|    |     |     | -   | 16  | 229 | 159 | CH |
|    |     |     |     | -   | 248 | 158 | PE |
|    |     |     |     |     | -   | 139 | FR |
|    |     |     |     |     |     | -   | CB |

Cognome \_\_\_\_\_  
Nome \_\_\_\_\_  
Matricola \_\_\_\_\_

1. Sapendo che i seguenti collegamenti sono incompatibili:

AN-AQ e TE-CH;  
TE-CH e PE-CH;  
PE-CH e AN-AQ.

Formulare come PL- $\{0, 1\}$  il problema di determinare la rete logistica di costo minimo in modo che tutte le città abbiano almeno un collegamento attivo

2. Calcolare un lower bound per il problema di cui al punto 1.