

**Esercizio 1 (punti 6)**

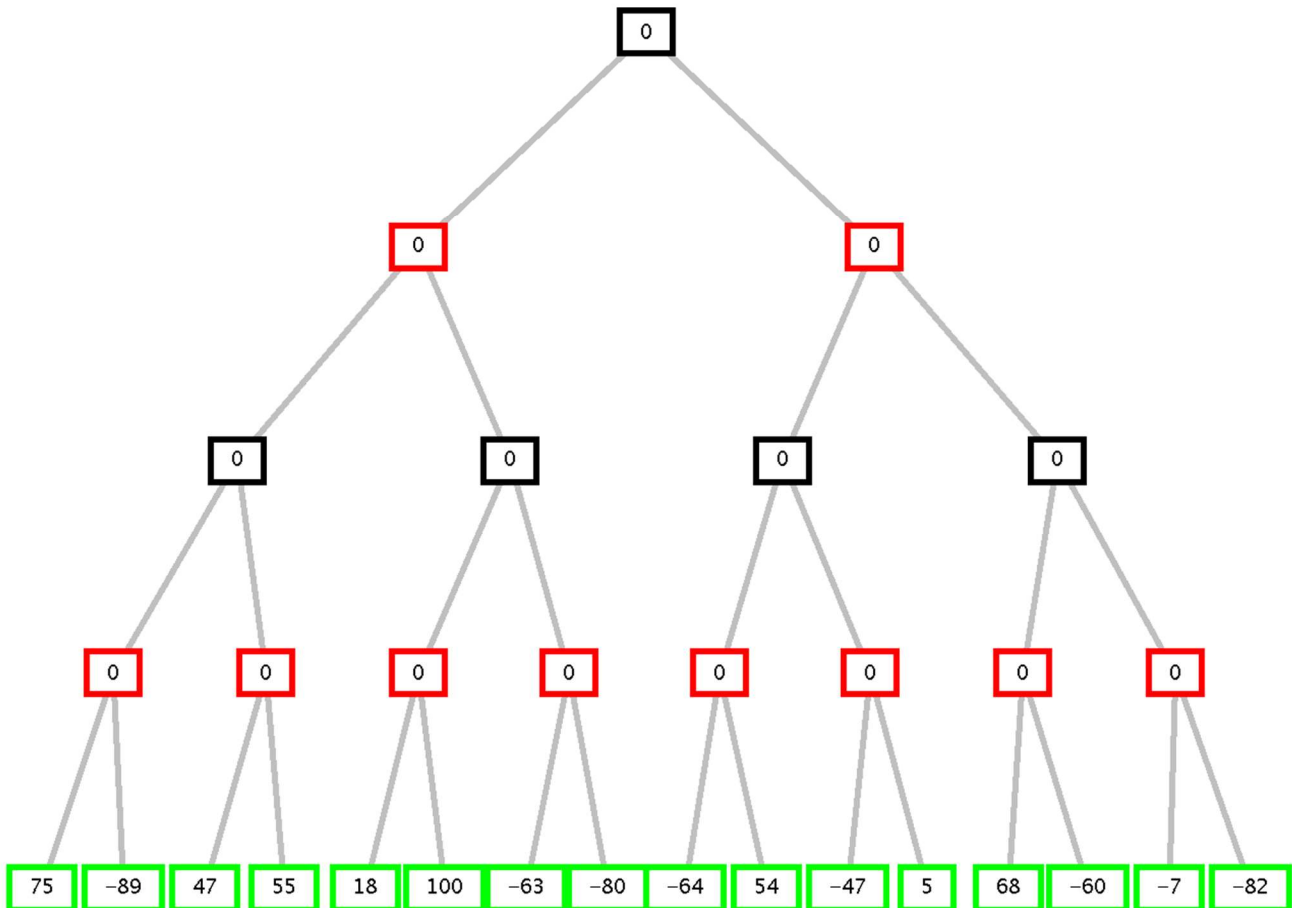
Modellare in logica del I ordine le seguenti frasi:

1. Alcune persone sono bugiarde
2. Maria è una persona e non ama le persone bugiarde.

Si mettano tutte le formule in forma a clausole e si dimostri poi, mediante il principio di risoluzione, che esiste una persona che non ama tutte le persone.

**Esercizio 2 (punti 5)**

Si consideri il seguente albero di gioco in cui il primo giocatore è *MAX*. Si mostri come l'algoritmo *min-max* e l'algoritmo *alfa-beta* risolvono il problema e la mossa selezionata dal primo giocatore.



**Esercizio 3 (punti 5)**

Dato il seguente programma Prolog che definisce il grado di parentela e alcuni fatti su relazioni di paternità e maternità (padre/2, madre/2, e grado/3):

```

grado(X, Y, 1) :- padre(X, Y), !.
grado(X, Y, 1) :- madre(X, Y), !.
grado(X, Y, G) :- grado(X, Z, G1), grado(Z, Y, G2), G is G1+G2.
padre(a, b).
padre(b, c).
padre(c, d).
madre(d, e).
    
```

disegnare l'albero SLD per il goal seguente (si indichino i tagli effettuati dal *cut* e non si espandano i rami tagliati):  
 ?- grado(a, c, G).

#### Esercizio 4 (punti 4)

Si definisca un predicato `quadrati(L1, L2)` che date due liste di interi della stessa lunghezza, verifica se gli elementi della lista `L2` sono quadrati dei corrispondenti elementi di `L`. Esempi:

?- `quadrati([1,2,4],[1,4,16])`.

Yes

?- `quadrati([1,2,4],[1,4,15])`.

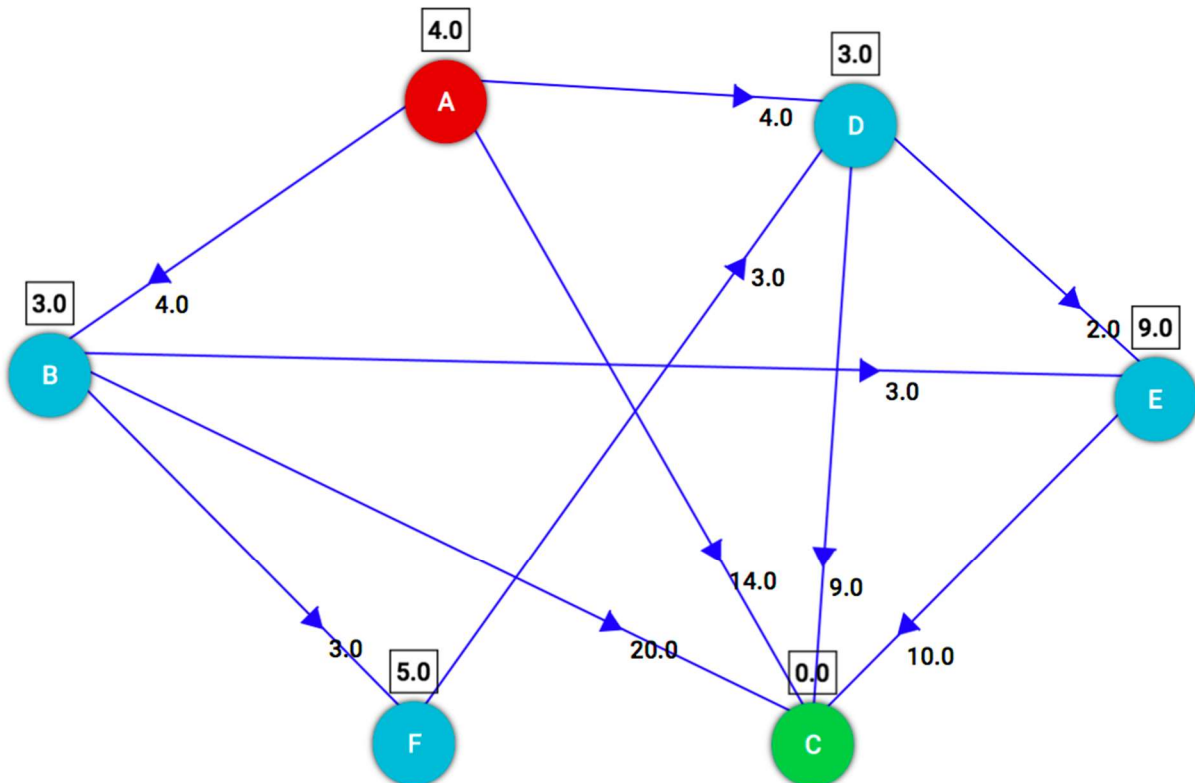
No

?- `quadrati([1],[1,4])`.

No

#### Esercizio 5 (punti 7)

Si consideri il seguente grafo, dove `A` è il nodo iniziale e `C` il nodo goal, e il numero associato agli archi è il costo dell'operatore per andare dal nodo di partenza al nodo di arrivo dell'arco. A fianco di ogni nodo, in un quadrato, è indicata inoltre la stima euristica della sua distanza dal nodo goal.



- Si applichi la ricerca breadth-first (quindi non si considerino i costi degli archi), e si disegni l'albero di ricerca sviluppato indicando per ogni nodo  $n$  il costo  $g(n)$  e l'ordine di espansione; in caso di non-determinismo, si scelgano i nodi da espandere in base all'ordine alfabetico.
- Si applichi poi la ricerca  $A^*$ , e si disegni l'albero di ricerca sviluppato indicando per ogni nodo  $n$  la funzione  $f(n)$  e l'ordine di espansione. In caso di non-determinismo, si scelgano i nodi da espandere in base all'ordine alfabetico. Si consideri come euristica  $h(n)$  quella indicata nel quadrato a fianco di ogni nodo in figura. L'euristica  $h$  così definita è ammissibile? (motivare il perché)  
Confrontare le due soluzioni trovate, in termini di costo di cammino. Quale dà la soluzione migliore?

#### Esercizio 6 (punti 5)

Dopo aver brevemente introdotto il Partial Look Ahead (PLA), se ne mostri il funzionamento sul seguente esempio:

$X1, X2, X3 :: [1..10]$

$X1 + 1 \leq X2$

$X1 + 5 \geq X3$

$X2 \geq X3 + 5$

nell'ipotesi che  $X1 = 1$ .

Si considerino i vincoli nell'ordine in cui sono scritti.

## 24 Gennaio 2019 - Soluzioni

### Esercizio 1

$\exists X(\text{bugiardo}(X) \wedge \text{persona}(X))$

$\text{persona}(\text{maria})$

$\forall Y(\text{persona}(Y) \wedge \text{bugiardo}(Y) \rightarrow \neg \text{ama}(\text{maria}, Y)).$

Goal  $\exists X (\text{persona}(X) \wedge \neg \forall Y (\text{persona}(Y) \rightarrow \text{ama}(X, Y)))$

GoalNeg  $\neg (\exists X (\text{persona}(X) \wedge \neg \forall Y (\text{persona}(Y) \rightarrow \text{ama}(X, Y))))$

Trasformazione in clausole

C1a:  $\text{bugiardo}(s1)$

C1b:  $\text{persona}(s1)$

C2:  $\text{persona}(\text{maria})$

C3:  $\neg \text{persona}(Y) \vee \neg \text{bugiardo}(Y) \vee \neg \text{ama}(\text{maria}, Y).$

C4:  $\forall X \neg (\text{persona}(X) \wedge \exists Y \neg (\text{persona}(Y) \rightarrow \text{ama}(X, Y)))$

$\forall X \forall Y \neg (\text{persona}(X) \wedge \neg (\text{persona}(Y) \rightarrow \text{ama}(X, Y)))$

C4  $\neg \text{persona}(X) \vee \neg \text{persona}(Y) \vee \text{ama}(X, Y)$

Risoluzione:

C5 = C3 + C1b :  $\neg \text{bugiardo}(s1) \vee \neg \text{ama}(\text{maria}, s1).$

C6 = C5 + C1a  $\neg \text{ama}(\text{maria}, s1).$

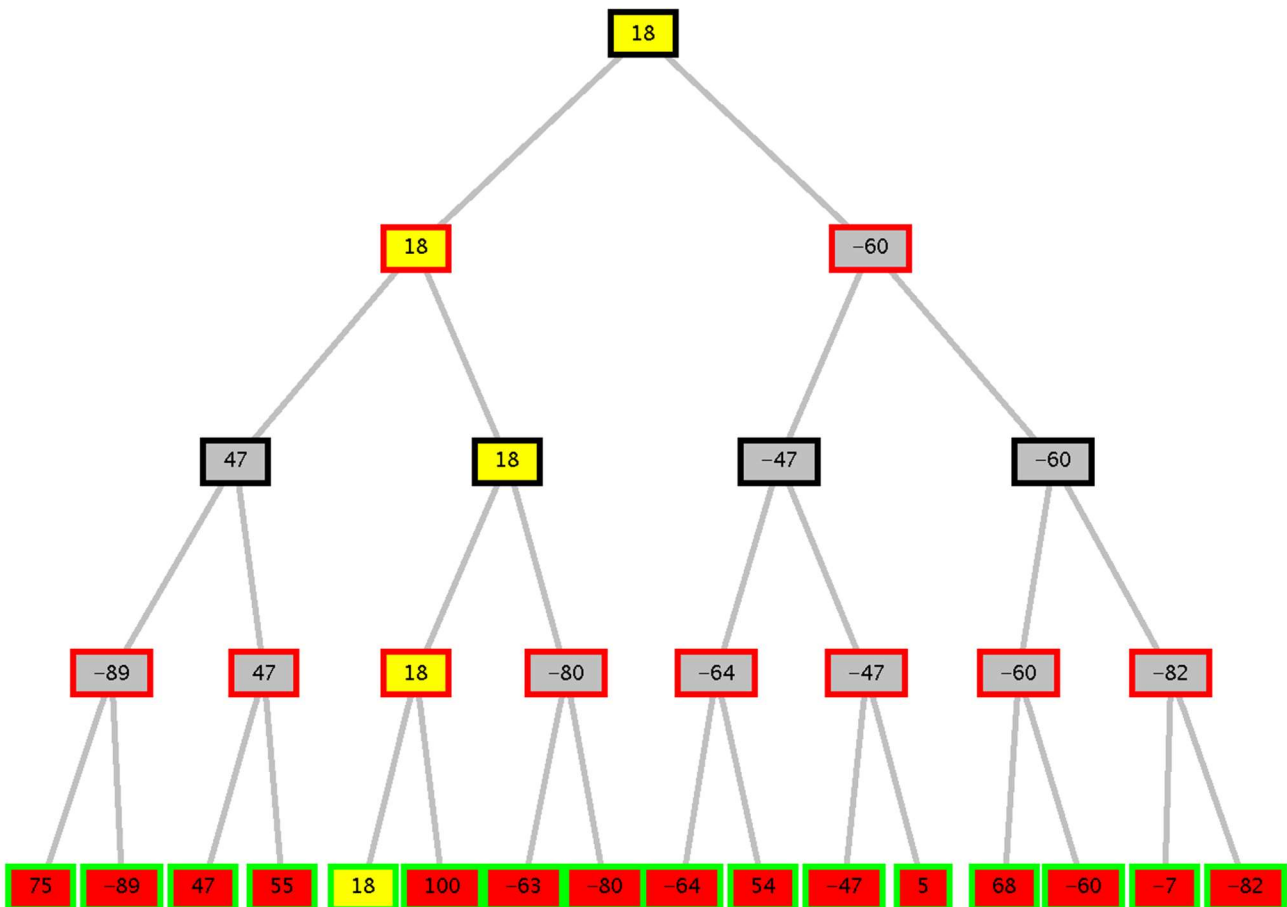
C7 = C6 + C4  $\neg \text{persona}(\text{maria}) \vee \neg \text{persona}(s1)$

C8 = C7 + C2  $\neg \text{persona}(s1)$

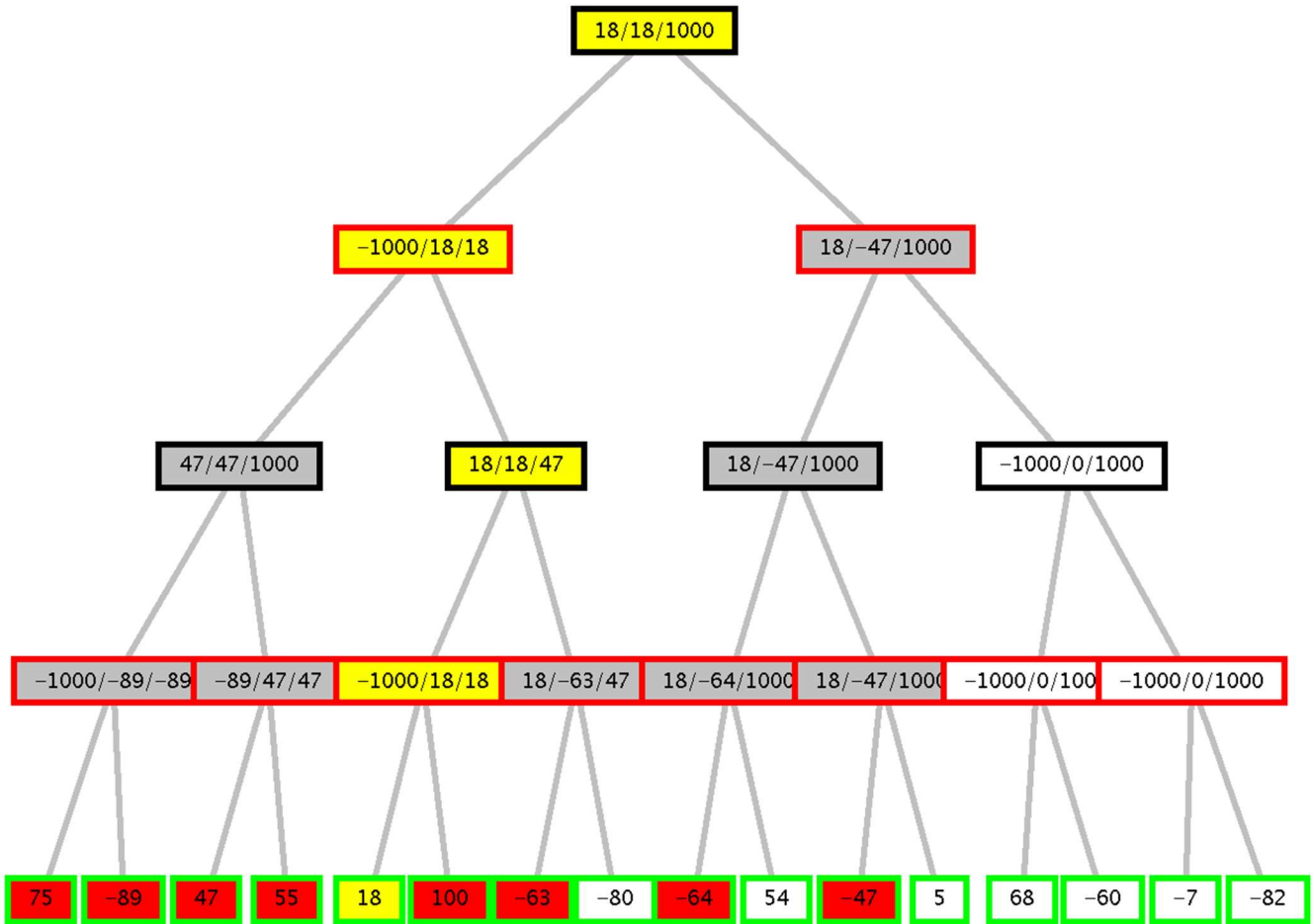
C8 + C1b = Clausola vuota contraddizione!

### Esercizio 2

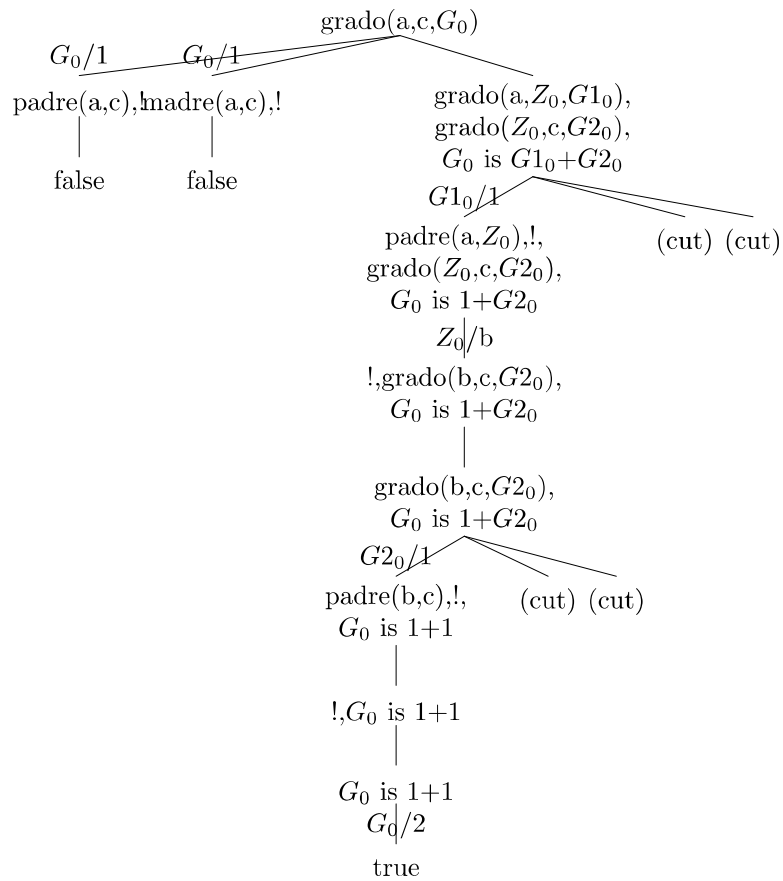
Min-Max:



Tagli alfa-beta:



**Esercizio 3**



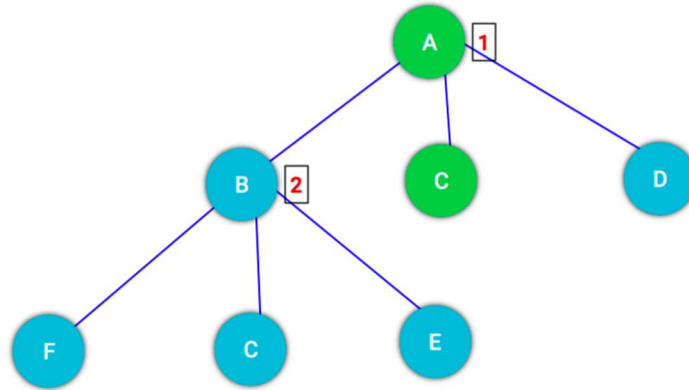
#### Esercizio 4

quadrati([], []).

quadrati([H|T], [HQ|TQ]):-HQ is H\*H, quadrati(T,TQ).

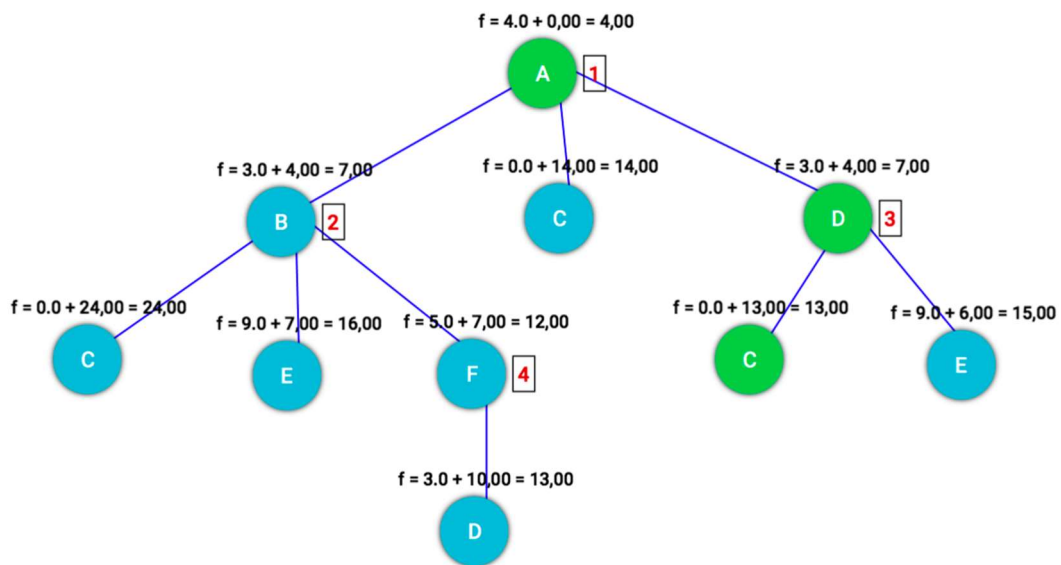
#### Esercizio 5

Breadth-first, la soluzione trovata (AC nodi in verde) ha un costo di cammino pari a 14.



A\*: L'euristica è ammissibile.

Con A\*, costo cammino trovato (ADC in verde) pari a 13 (cammino ottimo)



#### Esercizio 6

Teoria, vedi slide del corso.

$X1, X2, X3 :: [1..10]$

$X1 + 1 \leq X2$

$X1 + 5 \geq X3$

$X2 \geq X3 + 5$

PLA	X1	X2	X3
$X1 + 1 \leq X2$	1	[2..10]	
$X1 + 5 \geq X3$			[1..6]
$X2 \geq X3 + 5$		[6..10]	