**Dati**

* G = (V,E) topologia *iniziale* della rete. V è l'insieme degli utenti, E contiene le coppie (i,j) di utenti che possono comunicare direttamente.
* G' = (V',E') = (V  P, EEp) topologia *potenziale* della rete, con VP = e EpE =. P è l'insieme delle posizioni potenziali dei droni, Ep è l'insieme dei potenziali link che si possono instaurare: per ogni arco (i,j) Ep si avrà che o i Ep, o j  Ep, o vi appartengono entrambi. Se i Ep e j Ep, allora significa che un drone posizionato in i può comunicare con un utente posizionato in j. Se i Ep e j Ep, allora significa che un utente posizionato in i può comunicare con un drone posizionato in j. Se entrambi i,jEp, allora significa che un drone posizionato in i può comunicare con un drone posizionato in j.
* n : numero di utenti.
* V : insieme degli utenti, V = {0,1,...,n-1}.
* nd : numero di droni disponibili.
* P : insieme delle posizioni potenziali dei droni, P={n, n+1, ..., n+P-1}.
* uij : capacità dell'arco (i,j), con i,j V'.
* tsd , con s,d V : matrice di traffico nxn contenente le unità di traffico che l'utente s (source) deve inviare all'utente d (destination).
* K : insieme delle k commodities. Vi è una commodity per ogni coppia distinta sorgente-destinazione di utenti.
* bvk, con v V', k  K : differenza tra la quantità di flusso che il nodo v deve ricevere e la quantità che deve spedire, relativo alla commodity k. I valori bvk relativi ai nodi-droni saranno uguali a 0 per ogni commodity k, in quanto essi hanno solo il compito di instradare i flussi ad altri nodi.
* TH : soglia relativa ai costi cijk. Un costo superiore a TH viene interpretato come costo "infinito" (cioè i nodi i e j non possono comunicare).
* dv , con v P : costo fisso per il deployment di un drone nella posizione potenziale v.
* h : numero massimo di connessioni simultanee tra due droni

**Variabili**

* yi(boolean)= 1 se c'è un drone nella posizione potenziale i; 0 altrimenti.
* xij (boolean)= 1 se il nodo (utente o drone) i può connettersi al nodo (utente o drone) j; 0 altrimenti.
* fijk = unità di flusso da trasmettere lungo l'arco (i,j) relativa alla commodity k.
* wij = capacità effettiva del link che collega il nodo i al nodo j.

**Modello**

s.t.



**Commenti ai vincoli**

1. capacità del link.
2. conservazione del flusso per ogni nodo v V'.
3. L'effettiva capacità del link (i,j) Ep è subordinata dalla presenza di un drone nella posizione potenziale j. In assenza del drone, la capacità è nulla. Il primo vincolo riguarda solo gli archi diretti (i,j), mentre il secondo interessa gli archi inversi (j,i).
4. Legame tra le variabili xij e le variabili yj, con i  V' e j P:
   * se xij=1, allora yj=1
   * se xij=0, allora yj=don't care (xij=0 se yj=0, cijk > TH, o uij=0)
   * se yj=0, allora xij =0
   * se yj =1, allora xij = don't care (xij=0 se cijk>TH o uij=0 nulla, oppure xij=1 se cijk<TH e uij>0)
5. un drone non può mantenere più di h connessioni simultanee con altri nodi.
6. non posizionare più di nd droni.
7. legame tra le costanti cijk e le variabili fijk. Si considera un valore di soglia TH tale che se cijk> TH allora il costo viene considerato infinito (i nodi i e j non possono comunicare). Più formalmente, se cijk> TH (per ogni k), allora xij =0.

**Vincoli ridondanti**

1. * *con Rmin: numero minimo di connessioni che un drone deve mantenere*