

Esercizio 1: Impianti idroelettrici

Il problema richiede di formulare un modello di flusso, in cui l'acqua in ogni si conserva nel passaggio da un periodo all'altro, con l'aggiunta di quella proveniente dall'alimentazione naturale e la sottrazione di quella usata per la produzione. Si hanno pertanto tanti nodi nel grafo di flusso quante le coppie (impianto, periodo), ossia $3 \times 20 = 60$ nodi. Le variabili $Volume(p,d)$ indicano la quantità di acqua presente nel bacino p al termine del periodo d . I vincoli di conservazione del flusso, tutti espressi in metri cubi, sono i seguenti.

- Vincoli sul volume iniziale [mc]

$$Alimentazione_p + Volume_{iniziale}_p \geq Usata_{p,1} + Volume_{p,1} \quad \forall p=1, \dots, P$$

- Vincoli sul volume finale [mc]

$$Volume_{p,20} \geq Volume_{finale}_p \quad \forall p=1, \dots, P$$

- Vincoli sulla conservazione del flusso [mc]

$$Alimentazione_p + Volume_{p,d-1} \geq Usata_{p,d} + Volume_{p,d} \quad \forall p=1, \dots, P, \forall d=2, \dots, D$$

- Vincoli sulla massima quantità di acqua nei bacini [mc]

$$Volume_{p,d} \leq Capacità_p \quad \forall p=1, \dots, P \quad \forall d=1, \dots, D$$

- Vincoli sulla minima quantità di acqua nei bacini [mc]

$$Volume_{p,d} \geq 0 \quad \forall p=1, \dots, P \quad \forall d=1, \dots, D$$

Dalla quantità di acqua usata per la produzione dipende la quantità di energia prodotta da ogni bacino p in ogni periodo d . Essa, sommata alla quantità eventualmente acquistata, deve bastare a soddisfare il fabbisogno. Si ha quindi:

- Vincoli sul fabbisogno [MWh/g];

$$\sum_{p=1 \dots P} \frac{Usata_{p,d}}{\gamma} + Acquistata_d = Domanda_d \quad \forall d=1, \dots, D$$

dove γ rappresenta il fattore di conversione dall'acqua misurata in metri cubi all'energia misurata in MWh (pari a 3600 mc consumati per ogni MWh prodotto).

Esistono inoltre dei limiti superiore sia alla quantità di energia che si può produrre sia alla quantità di energia che si può acquistare.

- Vincoli sulla massima produzione giornaliera [MWh/g];

$$\frac{Usata_{p,d}}{\gamma} \leq Produzione_{massima}_p \quad \forall p=1, \dots, P \quad \forall d=1, \dots, D$$

- Vincoli sull'acquisto di energia [MWh];

$$Acquistata_d \leq Massimaacquistabile_d \forall d=1, \dots, D$$

La funzione obiettivo da minimizzare è la somma pesata delle quantità acquistate, ciascuna moltiplicata per il corrispondente costo di acquisto.

$$\text{minimize } \sum_{d=1 \dots D} Costo_d Acquistata_d$$

Il modello risultante è di programmazione lineare, con variabili continue e non-negative ed è contenuto nel file Lingo IDRO.LG4. La soluzione ottima è nel file Lingo IDRO.LGR.

La collocazione temporale ottimale per i lavori di manutenzione è in uno dei giorni in cui la produzione dell'impianto nella soluzione ottima è nulla.