

3.34.

Usted trabaja en una empresa que construye edificios de departamentos. En este momento cuentan con 4 terrenos, con planos aprobados, todo listo para comenzar. Los 4 edificios son distintos en tamaño y características técnicas.

La construcción la realizan tres equipos, primero trabaja el Alfa que hace el pozo y construye el hormigón, luego viene el equipo Beta que construye las paredes y coloca las cañerías; por último el equipo Gama, azuleja, pinta, instala artefactos, etc. hasta dejar el edificio listo. Cuenta con un equipo de cada tipo.

La venta de cada uno de los edificios se inicia cuando comienza su trabajo el equipo Gama y se completa en un mes, es decir que en un mes ya tienen todas las unidades del edificio vendidas (burbuja inmobiliaria, que le dicen).

Para poder financiar la obra cuenta con \$X al comenzar. Sin embargo, la idea es financiarse con la venta de los edificios que se van terminando, dado que con los

\$X probablemente no alcance para todos los gastos que hay que pagar de los cuatro edificios. Los costos de cada tarea (Alfa, Beta, Gama) en cada edificio, hay que pagarlos al comenzar a trabajar el equipo en esa tarea para ese edificio.

A continuación se indica, para cada edificio, cuántos meses de trabajo implica cada tarea y cuál es el costo de esa tarea. También se indica cuánto dinero se obtendrá por la venta del edificio completo.

Edificio	Trabajo equipo Alfa (en meses) y Costo		Trabajo equipo Beta (en meses) y Costo		Trabajo equipo Gama (en meses) y Costo		Dinero a recibir por la venta
1	5	\$A1	2	\$B1	MG1	\$G1	\$ED1
2	4	\$A2	3	\$B2	MG2	\$G2	\$ED2
3	3	\$A3	4	\$B3	MG3	\$G3	\$ED3
4	2	\$A4	5	\$B4	MG4	\$G4	\$ED4

Problemática:

Una empresa trabaja en la fabricación de 4 edificios. Para la construcción deben pasar 3 equipos por cada edificio, solo se cuenta con 1 equipo de cada tipo, y deben pasar por los edificios en un orden específico: Alfa, Beta y Gama. La idea es ir financiando las construcciones con las ventas de los edificios que se van terminando.

Hipótesis:

- Al mes que inicio el equipo gama en un edificio se vende el edificio y se cobra el dinero correspondiente.
- No hay un orden específico para el inicio de construcción de los edificios.
- Existen tiempos muertos.
- Cuando un equipo termina en un edificio, queda disponible para trabajar en otro.
- No puede haber más de un equipo en un mismo edificio.
- No hay fallas, no se tarda más de lo previsto.
- No hay inflación.
- Se van a construir TODOS los edificios. La ganancia será constante sin importar el tiempo que se tarde.
- Las tareas de cada equipo se pagan al momento en que arrancan a trabajar.

Objetivo:

Determinar el orden de construcción de los edificios y el orden de los equipos en cada edificio, para poder minimizar el tiempo. Se deben construir los 4 edificios.

Variables:

MI_Xi: mes de inicio del equipo X en el edificio i.

MF_Xi: mes de finalización del equipo X en el edificio i.

Xij: vale 1 si el equipo X paso a ser asignado del edificio i al j, 0 si no.

Di: dinero en el mes i.

Xki: vale 1 si el equipo X arrancó en el mes k para el edificio i, 0 si no.

Restricciones:

Equipo ALFA)

$$MF_A1 = 5 + MI_A1$$

$$MF_A2 = 4 + MI_A2$$

$$MF_A3 = 3 + MI_A3$$

$$MF_A4 = 2 + MI_A4$$

Equipo BETA)

$$MF_B1 = 2 + MI_B1$$

$$MF_B2 = 3 + MI_B2$$

$$MF_B3 = 4 + MI_B3$$

$$MF_B4 = 5 + MI_B4$$

Equipo GAMA)

$$MF_G1 = MG1 + MI_G1$$

$$MF_G2 = MG2 + MI_G2$$

$$MF_G3 = MG3 + MI_G3$$

$$MF_G4 = MG4 + MI_G4$$

Los equipos solo pueden trabajar en un edificio a la vez)

$$MF_Xi \leq MI_Xj + M * Xij$$

$$MF_Xj \leq MI_Xi + M * Xji$$

$$Xij + Xji = 1$$

Para $i=1, 2, 3, 4$ (edificios). Para $X=$ Alfa, Beta y Gama.

Orden de los equipos)

No puede arrancar beta antes que alfa, ni gama antes que beta.

$$MF_Ai \leq MI_Bi$$

$$MF_Bi \leq MI_Gi$$

Para $i = 1, 2, 3, 4$ (edificios).

Caja)

Debo chequear al comienzo de cada equipo si alcanza el dinero para pagarles.

$$MI_Xi = \text{Sum}_k (1, \dots, n) Xki * k$$

$$\text{Sum}_k (1, \dots, n) Xki = 1$$

(MI_Xi tomara el valor del mes en que el equipo X arrancó en el edificio i , ya que Xki se “prende” si el equipo X arranco en el edificio i en el mes k)

n es una constante.

$$Dk = D(k-1) + \text{Sum}_k(1, \dots, n) EDi * G(k-1)i - Xi * Xki$$

- $D0 = \$X$ (por enunciado)
- $k=1, 2, \dots, n$.
- EDi y Xi ($X=$ Alfa, Beta y Gama) son constantes dadas en el enunciado.
- En la sumatoria se toma el mes $k-1$ para Gama, ya que un mes después de que arrancan a trabajar en un edificio se cobra la venta del mismo.

En palabras, en el mes K se tendrá el dinero que sobró del mes anterior más un posible dinero de venta de un edificio. En el mismo mes si arrancó a trabajar un equipo en un edificio se les deberá pagar ($Xi * Xki$).

Funcional)

FIN_ULTIMO_EDIFICIO >= MF_G1

FIN_ULTIMO_EDIFICIO >= MF_G2

FIN_ULTIMO_EDIFICIO >= MF_G3

FIN_ULTIMO_EDIFICIO >= MF_G4

Z (MIN) = FIN_ULTIMO_EDIFICIO