

Tarea Computacional 2

Gestión de Operaciones Avanzadas

Thomas Buddenberg

Fabián Loyola

Simón Morales

Felipe Tiznado

Sección 3

25 de Mayo 2022

1 Problema 1

1.1 Pregunta 1.a) Graficar la red del proyecto:

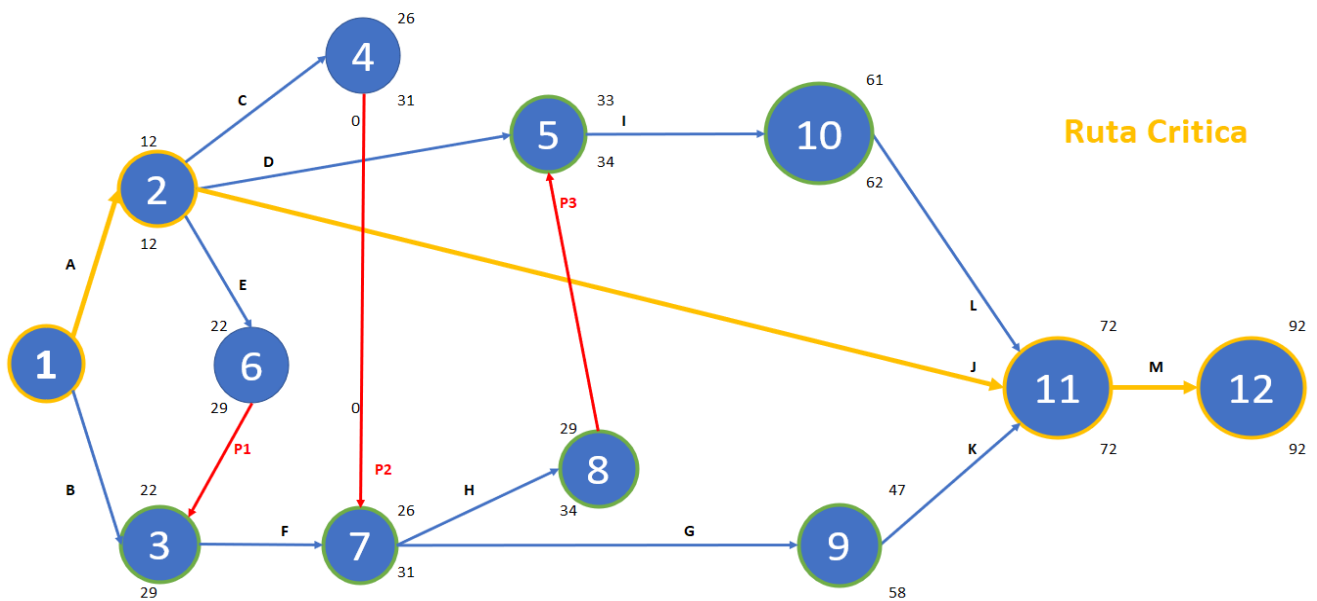


Figure 1: Grafo AOA de la red del proyecto

1.2 Pregunta 1.b)

Realizar un modelo de optimización que le permita contestar lo siguiente:

1.2.1 La duración del proyecto

1.2.2 El camino crítico para la duración normal de cada actividad

1.2.3 Si la cosecha (actividad F) debe empezar el 15 de julio del 2022, ¿en qué día debe empezarse todo el proyecto?

Dicho modelo de optimización, al igual que todos los demás, están desarrollados en el archivo *Tarea_Computacional_2_GOA*. adjunto en la entrega de la tarea.

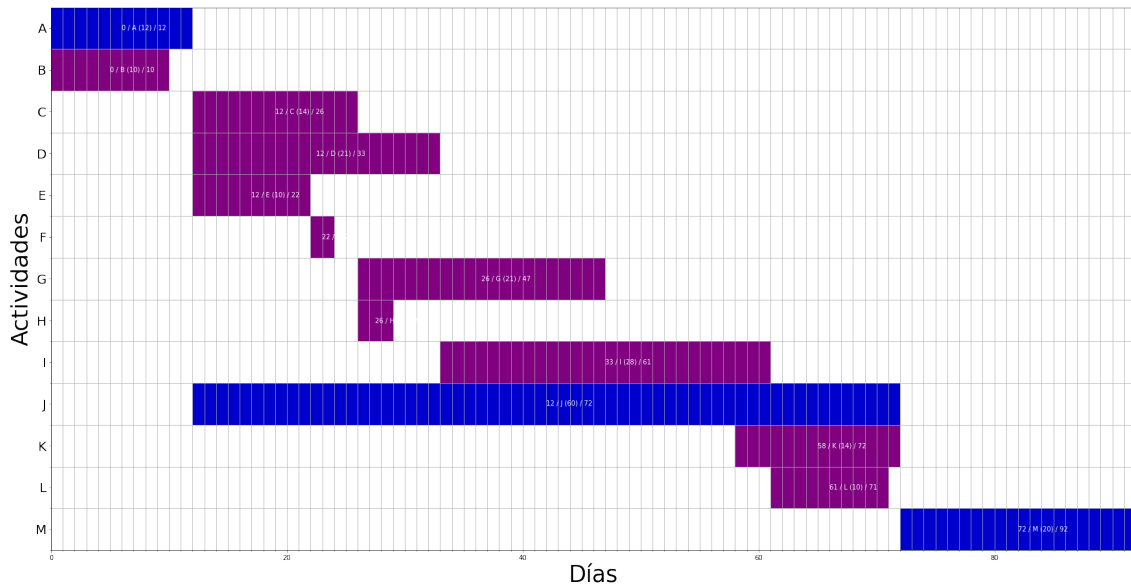


Figure 2: Carta Gantt asociada al proyecto en condiciones normales sin costos indirectos

1.b.1) Como podemos ver en la Figura 2, la duración del proyecto en condiciones normales es de **92 días**.

1.b.2) El camino crítico para la duración normal del proyecto es **A-J-M**.

1.b.3) Si la cosecha (actividad F) debe empezar el **15 de julio del 2022**, el proyecto debe comenzar el día **23 de junio del 2022**.

1.3 Pregunta 1.c) Realizar una carta Gantt y encontrar el costo total asociado al proyecto en condiciones normales:

Desde la pregunta 1.c) hasta la pregunta 1.e) se considera el siguiente enunciado:

"Los costos indirectos llegan a \$800 por día mientras se lleve a cabo la cosecha y procesamiento de los arvejas (tareas F,G,H e I), pero son de sólo \$250 en los días en que no se cosecha ni procesan los arvejas (cuándo F, G, H ni I están siendo realizadas)"

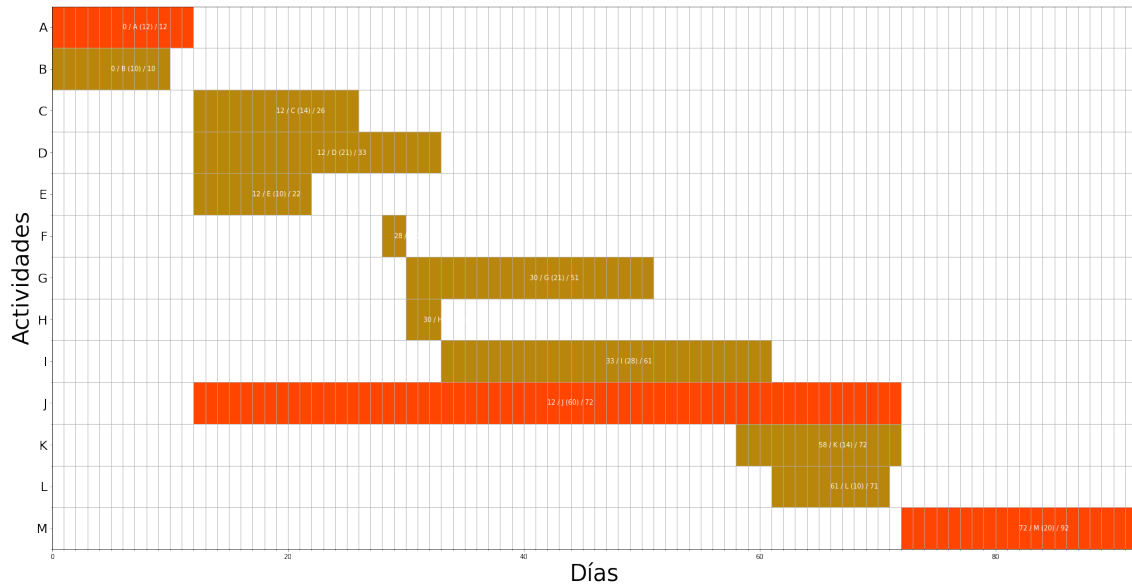


Figure 3: Carta Gantt asociada al proyecto en condiciones normales con costos indirectos

Para encontrar el costo total asociado al proyecto en condiciones normales se realizó un modelo de optimización con **MIP Solver** el cual nos dio como resultado un costo total de **\$104.989**.

1.4 Pregunta 1.d) Realizar un modelo de optimización que le permite encontrar la duración del proyecto al costo mínimo:

Si la cosecha y procesamiento de los arvejas no se termina en 30 días o menos, la parte de los arvejas que no lleguen a ser cosechados o procesados en ese tiempo se venderán como comida de animales, lo que implica pérdidas para el proyecto. ¿Se logra completar la cosecha y procesamiento en dicho tiempo?

Al igual que en la pregunta anterior, se realizó el modelo de optimización mediante **MIP Solver** en el archivo *Tarea_Computacional_2_GOA.ipynb*. Dando como resultado un costo mínimo de **\$100.239**, con una duración asociada de **72 días**.

Sobre si se logra completar la cosecha y procesamiento en 30 días o menos, podemos ver en la siguiente carta Gantt (Figura 4) que la cantidad de días en que se llevan a cabo la cosecha y procesamiento es de **26 días**. Por lo que **si se logra completar la cosecha y procesamiento en 30 días o menos**.

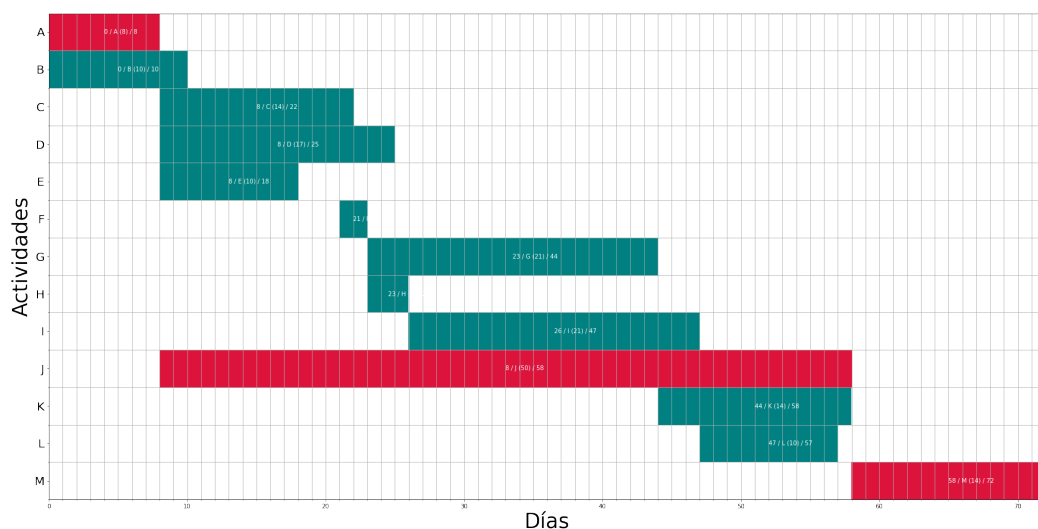


Figure 4: Carta Gantt asociada al proyecto con costos mínimos

Las actividades que fueron aceleradas y las que no, están a continuación:

- La actividad A SI fue acelerada. 12 - 8 días [N:12/A:8]
- La actividad B NO fue acelerada. 10 días [N:10/A:7]
- La actividad E NO fue acelerada. 10 días [N:10/A:6]
- La actividad I SI fue acelerada. 28 - 21 días [N:28/A:21]
- La actividad L NO fue acelerada. 10 días [N:10/A:8]
- La actividad M SI fue acelerada. 20 - 14 días [N:20/A:14]
- La actividad J SI fue acelerada. 60 - 50 días [N:60/A:50]
- La actividad K NO fue acelerada. 14 días [N:14/A:10]
- La actividad F NO fue acelerada. 2 días [N:2/A:2]
- La actividad D SI fue acelerada. 21 - 17 días [N:21/A:16]
- La actividad H NO fue acelerada. 3 días [N:3/A:3]
- La actividad C NO fue acelerada. 14 días [N:14/A:12]
- La actividad G NO fue acelerada. 21 días [N:21/A:14]

Notar que la actividad D fue acelerada solo 4 días en vez de los 5 días de aceleramiento.

1.5 Pregunta 1.e) Realizar un modelo de optimización que le permita encontrar la duración mínima del proyecto y luego calcule el costo asociado:

Tal como en la pregunta anterior, se realizó el modelo de optimización mediante **MIP Solver** en el archivo *Tarea_Computacional_2_GOA.ipynb*. Dando como resultado una duración mínima de **72 días** y un costo mínimo de **\$100.239**.

2 Problema 2)

Se tiene 13 supermercados (clientes) que deben ser surtidos desde diferentes almacenes. Se tienen seis posibles localizaciones para los almacenes

2.1 Pregunta 2.a) Construya un modelo de optimización que permita encontrar la localización de un único almacén que surta a todos los clientes, de modo de minimizar el costo total. Asuma que este almacén tiene capacidad infinita:

El modelo de optimización fue realizado mediante **MIP Solver** en el archivo *Tarea_Computacional_2_GOA.ipynb*. El modelo creado fue el siguiente:

$$\begin{aligned} \min z = & \underbrace{\sum_{i=1}^n c_i X_i}_{\text{Costo de Instalación}} + \underbrace{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m h_{ij} Y_{ij}}_{\text{Costo de Transporte}} \end{aligned}$$

st.

$$\sum_{i=1}^n Y_{ij} = d_j \quad \forall j = 1, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = 1$$

$$Y_{ij} = d_j X_i \quad \forall i = 1, \dots, n ; \quad \forall j = 1, \dots, m$$

Parámetros:

c_i = Costo de instalar el almacén en la localidad i ($i = 1, \dots, n$)

h_{ij} = Costo unitario de transporte desde el almacén i al cliente j

d_j = Demanda, en unidades, del cliente j ($j = 1, \dots, m$)

Variables de decisión:

$$X_i = \begin{cases} 1 & \text{Si se instala un almacén en la localidad } i \\ 0 & \text{Si no se instala} \end{cases} \quad (1)$$

Y_{ij} = Cantidad de producto a ser transportado desde el almacén i al cliente j

El resultado de este modelo no es posible ya que en los datos que se nos fueron enviados hay almacenes que no pueden entregar a ciertos clientes, por lo que es imposible generar una solución donde solo un almacén entregue a todos los clientes. Sin embargo, si cambiamos el h_{ij} por la distancia entre el almacén i y el cliente j tomando como costo cada unidad de distancia, podemos llegar una solución, la cual es la siguiente:

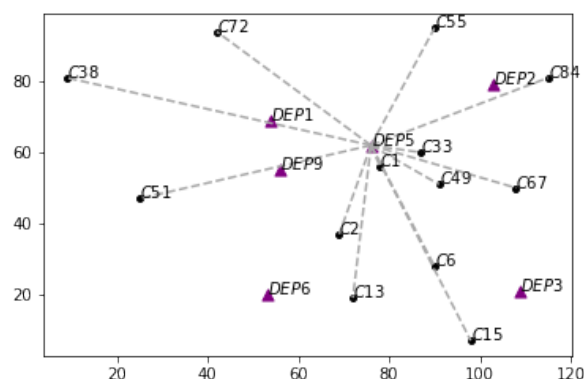


Figure 5: Distribución de un único almacén que entregue a todos los clientes

El costo total y productos a repartir son los siguientes:

Almacén DEP5: Costo abrir almacén: \$4000 Costo total acumulado: \$4000

Cliente C1 Demanda: 45 / 45 y Distancia: 6.3

Costo de envío: \$284 Costo total acumulado: \$4284

Cliente C13 Demanda: 56 / 56 y Distancia: 43.2

Costo de envío: \$2419 Costo total acumulado: \$6703

Cliente C2 Demanda: 55 / 55 y Distancia: 26.0

Costo de envío: \$1430 Costo total acumulado: \$8133

Cliente C6 Demanda: 300 / 300 y Distancia: 36.8

Costo de envío: \$11040 Costo total acumulado: \$19173

Cliente C15 Demanda: 112 / 112 y Distancia: 59.2

Costo de envío: \$6630 Costo total acumulado: \$25803

Cliente C33 Demanda: 80 / 80 y Distancia: 11.2

Costo de envío: \$896 Costo total acumulado: \$26699

Cliente C67 Demanda: 77 / 77 y Distancia: 34.2

Costo de envío: \$2633 Costo total acumulado: \$29333

Cliente C84 Demanda: 25 / 25 y Distancia: 43.4

Costo de envío: \$1085 Costo total acumulado: \$30418

Cliente C49 Demanda: 33 / 33 y Distancia: 18.6

Costo de envío: \$614 Costo total acumulado: \$31031

Cliente C38 Demanda: 43 / 43 y Distancia: 69.6

Costo de envío: \$2993 Costo total acumulado: \$34024

Cliente C55 Demanda: 39 / 39 y Distancia: 35.8

Costo de envío: \$1396 Costo total acumulado: \$35420

Cliente C51 Demanda: 45 / 45 y Distancia: 53.2

Costo de envío: \$2394 Costo total acumulado: \$37814

Cliente C72 Demanda: 61 / 61 y Distancia: 46.7

Costo de envío: \$2849 **Costo total acumulado: \$40.663**

2.2 Pregunta 2.b) Construya un modelo de optimización y resuelva el problema de localización y asignación planteado a continuación:

Adicionalmente, ahora cada posible almacén tiene una capacidad limitante.

Se busca encontrar la cantidad óptima de almacenes a abrir, así como su ubicación, de modo de minimizar el costo total de atender la demanda de los supermercados. En caso que haya más de un almacén a instalar, se debe señalar desde qué almacén se abastece qué supermercado. Cabe resaltar que toda la demanda debe ser cubierta.

El modelo de optimización se realizó con **MIP Solver** en el archivo *Tarea_Computacional_2_GOA.ipynb*. Dando como resultado el siguiente modelo de distribución:

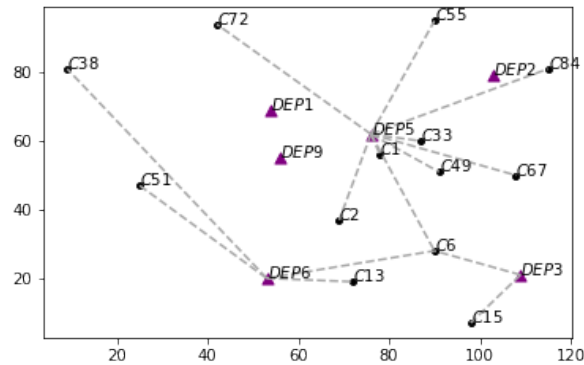


Figure 6: Modelo de distribución que minimiza los costos con capacidad limitante de los almacenes

El costo total y productos a repartir son los siguientes:

Almacén DEP5: Costo abrir almacén: \$4000 Costo total acumulado: \$4000 **Capacidad total: 451/600**

Cliente C1 Demanda: 45 / 45 y Costo por producto: \$9
 Costo de envío: \$405 Costo total acumulado: \$4405
 Cliente C2 Demanda: 55 / 55 y Costo por producto: \$45
 Costo de envío: \$2475 Costo total acumulado: \$6880
 Cliente C6 Demanda: 36 / 300 y Costo por producto: \$77
 Costo de envío: \$2772 Costo total acumulado: \$9652
 Cliente C33 Demanda: 80 / 80 y Costo por producto: \$4
 Costo de envío: \$320 Costo total acumulado: \$9972
 Cliente C67 Demanda: 77 / 77 y Costo por producto: \$34
 Costo de envío: \$2618 Costo total acumulado: \$12590
 Cliente C84 Demanda: 25 / 25 y Costo por producto: \$55
 Costo de envío: \$1375 Costo total acumulado: \$13965
 Cliente C49 Demanda: 33 / 33 y Costo por producto: \$23
 Costo de envío: \$759 Costo total acumulado: \$14724
 Cliente C55 Demanda: 39 / 39 y Costo por producto: \$56
 Costo de envío: \$2184 Costo total acumulado: \$16908
 Cliente C72 Demanda: 61 / 61 y Costo por producto: \$72
 Costo de envío: \$4392 Costo total acumulado: \$21300

Almacén DEP3: Costo abrir almacén: \$2600 Costo total acumulado: \$23900.0 **Capacidad total: 320/320**

Cliente C6 Demanda: 208 / 300 y Costo por producto: \$21
 Costo de envío: \$4368 Costo total acumulado: \$28268
 Cliente C15 Demanda: 112 / 112 y Costo por producto: \$25
 Costo de envío: \$2800 Costo total acumulado: \$31068

Almacén DEP6: Costo abrir almacén: \$2100 Costo total acumulado: \$33168.0 **Capacidad total: 200/200**

Cliente C13 Demanda: 56 / 56 y Costo por producto: \$17
 Costo de envío: \$952 Costo total acumulado: \$34120
 Cliente C6 Demanda: 56 / 300 y Costo por producto: \$51
 Costo de envío: \$2856 Costo total acumulado: \$36976
 Cliente C38 Demanda: 43 / 43 y Costo por producto: \$82
 Costo de envío: \$3526 Costo total acumulado: \$40502
 Cliente C51 Demanda: 45 / 45 y Costo por producto: \$36
 Costo de envío: \$1620 **Costo total acumulado: \$42.122**