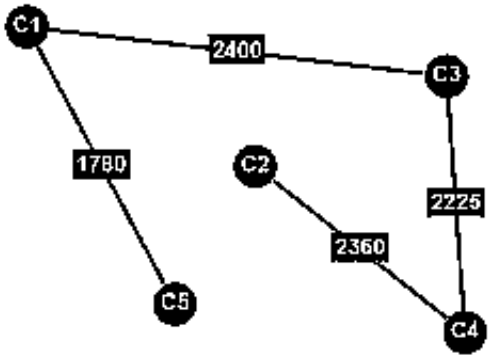
Resolução do teste MACS Novembro 2026 11º 40

1) De acordo com a descrição, o que pretendemos é um circuito euleriano. Estamos perante um grafo conexo onde existem apenas dois vértices com grau ímpar. Basta ligar estes dois para que todos os vértices fiquem com grau par. Como a sugestão de ligação é entre L3 e L7, só podem ser estes a ter grau ímpar inicialmente. Isso corresponde à tabela C.

2) Sabemos que temos de iniciar em C2. O mais próximo é C4 com 2360 metros. A partir de C4, o mais próximo é C3 com 2225 metros. O mais próximo de C3 é C1 com 2400 metros. Por fim, só falta o C5 que fica a 1780 metros de C1.

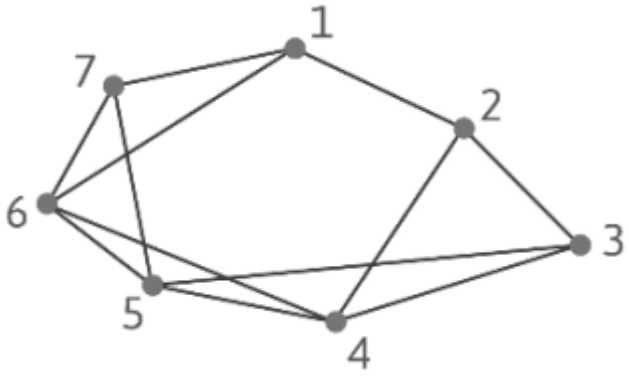


A ordem de passagem é: C2→ C4→ C3→ C1→ C5 e a distância é 2360+2225+2400+1780=8765 metros.

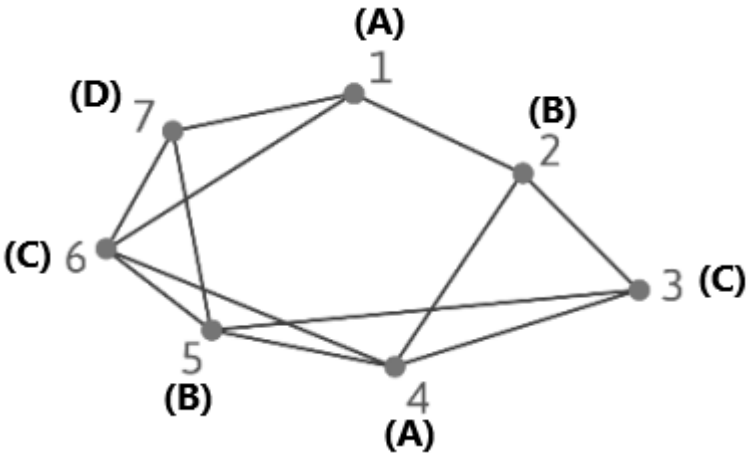
3.1) No grafo completo de ordem 5, todos os 5 vértices têm grau 4, pelo que a soma dos graus dos seus vértices é 5×4=20. Por outro lado, o número de arestas é $\frac{5\times4}{2} = 10$, isto é, metade de 20.

3.2) Como a soma dos graus é 702, o número de arestas será metade, isto é, 351 $\frac{n\times(n-1)}{2} = 351$ por tentativas temos $\frac{27\times26}{2} = 351$ resposta: são 27 vértices.

4) Um grafo representativo desta situação pode ser, por exemplo:



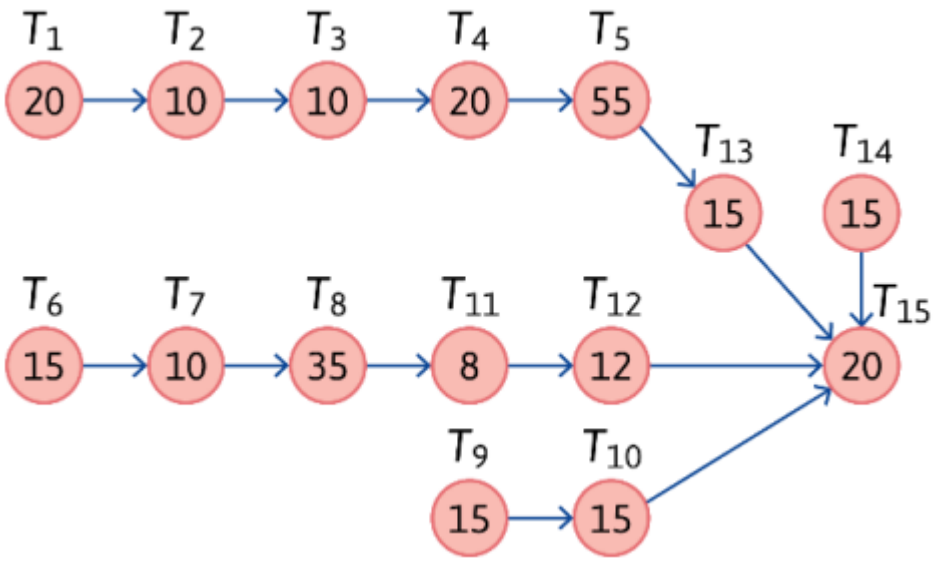
Começamos, por exemplo, pelo vértice 4, que que vamos colocar no compartimento A, bem como o vértice 1, que não lhe é adjacente. Passamos ao vértice 5, que vamos colocar no compartimento B, bem como vértice 2, que não lhe é adjacente. Repetimos o processo agora com o vértice 6, para o compartimento C, bem como vértice 3, que não lhe é adjacente. Por fim, colorimos o vértice 7 no compartimento D.



Assim precisaríamos, no mínimo, de 4 compartimentos para o transporte dos sete produtos.

Uma combinação possível para acondicionar os produtos será, por exemplo, 1 e 4, 2 e 5, 3 e 6, e 7.

5) Considerando os tempos necessários à concretização de cada uma das tarefas e às suas precedências, podemos traduzir os dados da tabela no grafo seguinte:



As possíveis sequências de tarefas são:

$T_1 \rightarrow T_2 \rightarrow T_3 \rightarrow T_4 \rightarrow T_5 \rightarrow T_{13} \rightarrow T_{15}$	150 minutos
$T_6 \rightarrow T_7 \rightarrow T_8 \rightarrow T_{11} \rightarrow T_{12} \rightarrow T_{15}$	100 minutos
$T_9 \rightarrow T_{10} \rightarrow T_{15}$	50 minutos
$T_{14} \rightarrow T_{15}$	35 minutos

Uma vez que o caminho crítico é formado pelas tarefas cuja realização demora 150 minutos, o que corresponde a 2 horas e meia, para o almoço ser servido às 14h00, a Maria João deve começar os preparativos às 11h30.

6.1.1) o algoritmo dos mínimos sucessivos. (Indique todas as possibilidades)

$$A \xrightarrow[18]{} E \xrightarrow[28]{} C \xrightarrow[32]{} F \xrightarrow[29]{} B \xrightarrow[4]{} D \xrightarrow[33]{} A \quad (\text{total} = 144\ \text{km})$$

$$B \xrightarrow[4]{} D \xrightarrow[33]{} A \xrightarrow[18]{} E \xrightarrow[28]{} C \xrightarrow[32]{} F \xrightarrow[29]{} B \quad (\text{total} = 144\ \text{km})$$

$$C \xrightarrow[28]{} E \xrightarrow[18]{} A \xrightarrow[21]{} B \xrightarrow[4]{} D \xrightarrow[44]{} F \xrightarrow[32]{} C \quad (\text{total} = 147\ \text{km})$$

$$D \xrightarrow[4]{} B \xrightarrow[21]{} A \xrightarrow[18]{} E \xrightarrow[28]{} C \xrightarrow[32]{} F \xrightarrow[44]{} D \quad (\text{total} = 147\ \text{km})$$

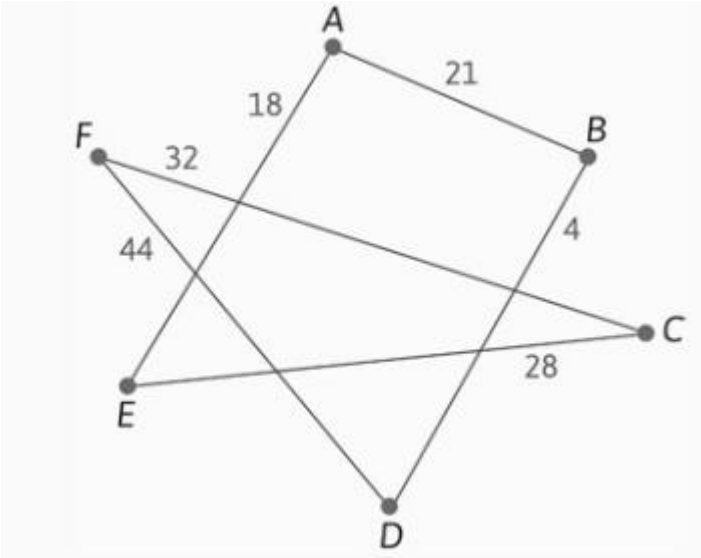
$$E \xrightarrow[18]{} A \xrightarrow[21]{} B \xrightarrow[4]{} D \xrightarrow[44]{} F \xrightarrow[32]{} C \xrightarrow[28]{} E \quad (\text{total} = 147\ \text{km})$$

$$F \xrightarrow[29]{} B \xrightarrow[4]{} D \xrightarrow[33]{} A \xrightarrow[18]{} E \xrightarrow[28]{} C \xrightarrow[32]{} F \quad (\text{total} = 144\ \text{km})$$

Os melhores percursos são os iniciados e, A, B e F, cuja distância é de 144 quilómetros.

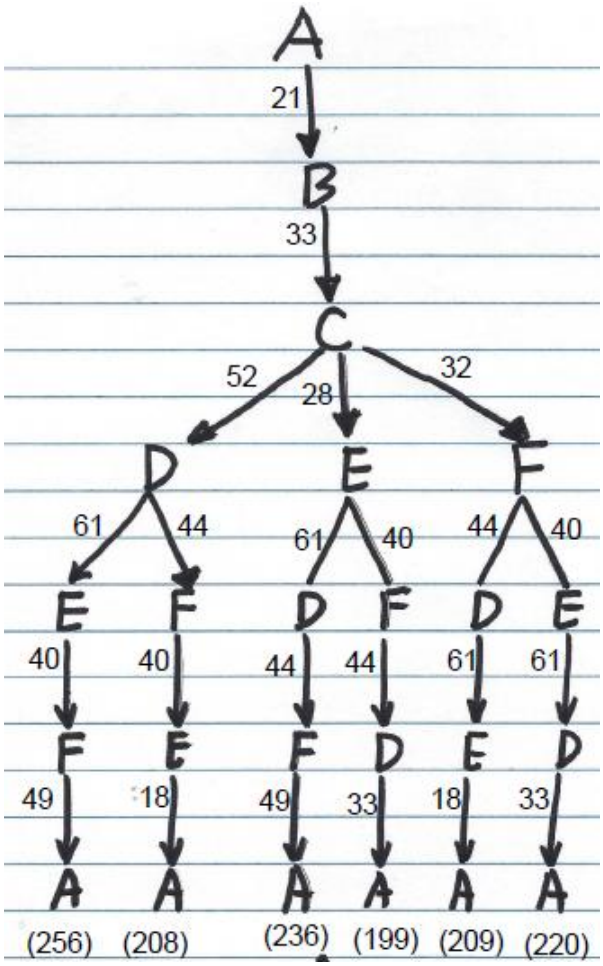
6.1.2) Ordenação dos pesos das arestas:

$$B \xrightarrow[4]{} D\ ;\ A \xrightarrow[18]{} E\ ;\ A \xrightarrow[21]{} B\ ;\ C \xrightarrow[28]{} E\ ;\ F \xrightarrow[29]{} B\ ;\ C \xrightarrow[32]{} F\ ;\ B \xrightarrow[33]{} C\ ;$$
$$A \xrightarrow[37]{} C\ ;\ F \xrightarrow[40]{} E\ ;\ D \xrightarrow[44]{} F\ ;\ A \xrightarrow[49]{} F\ ;\ B \xrightarrow[50]{} E\ ;\ C \xrightarrow[52]{} D\ ;\ E \xrightarrow[61]{} D$$



Distância Total: $18 + 28 + 32 + 44 + 4 + 21 = \mathbf{147}$ km

6.2)



Todas as possibilidades:

$A - B - C - D - E - F - A$: $21 + 33 + 52 + 61 + 40 + 49 = \mathbf{256}$ km

$A - B - C - D - F - E - A$: $21 + 33 + 52 + 44 + 40 + 18 = \mathbf{208}$ km

$A - B - C - E - D - F - A$: $21 + 33 + 28 + 61 + 44 + 49 = \mathbf{236}$ km

$A - B - C - E - F - D - A$: $21 + 33 + 28 + 40 + 44 + 33 = \mathbf{199}$ km

$A - B - C - F - D - E - A$: $21 + 33 + 32 + 44 + 61 + 18 = \mathbf{209}$ km

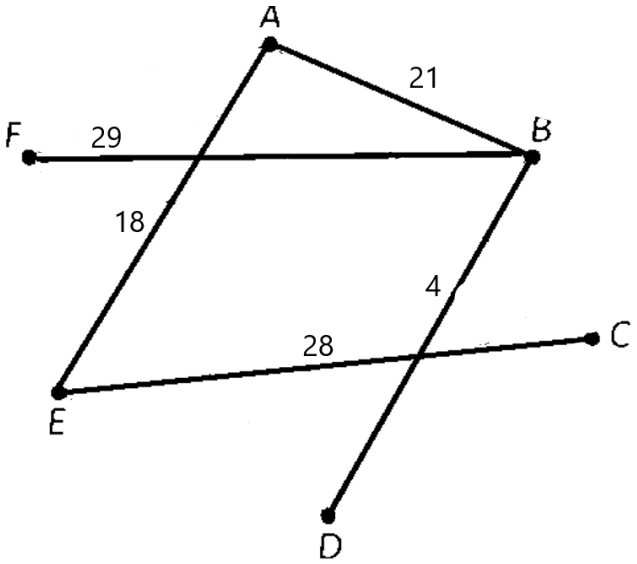
$A - B - C - F - E - D - A$: $21 + 33 + 32 + 40 + 61 + 33 = \mathbf{220}$ km

Solução mais curta: O percurso $A - B - C - E - F - D - A$, com a distância total de 199 km

6.3

Utilizemos a ordenação apresentada na alínea 6.1.2):

$$B \underset{4}{\rightarrow} D\,;\ A \underset{18}{\rightarrow} E\,;\ A \underset{21}{\rightarrow} B\,;\ C \underset{28}{\rightarrow} E\,;\ F \underset{29}{\rightarrow} B\,;\ C \underset{32}{\rightarrow} F\,;\ B \underset{33}{\rightarrow} C\,;$$
$$A \underset{37}{\rightarrow} C\,;\ F \underset{40}{\rightarrow} E\,;\ D \underset{44}{\rightarrow} F\,;\ A \underset{49}{\rightarrow} F\,;\ B \underset{50}{\rightarrow} E\,;\ C \underset{52}{\rightarrow} D\,;\ E \underset{61}{\rightarrow} D$$



Comprimento total: 4+18+21+28+29=100