1)b

A expressão para obter a média dos casos, e por consequência, o caso médio é

$$T(n) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{i=1}^{k} i.$$

A intenção é percorrer todas as possibilidades, desde o melhor caso que é $n-1$ até o pior caso que é $(n-1)+(n-2)+(n-3)+...+1$.

Separaremos a equação em 3 partes para uma melhor compreensão:

A: $\frac{1}{n-1}$, como a equação é uma média, será necessário dividir pelo o número total de eventos.

B: $\sum_{k=1}^{n-1}$, é a quantidade de passadas que o algoritmo pode dar.

C: $\sum_{i=1}^{k} i$ será usado para auxiliar na diminuição de comparação, pois a cada passada o algoritmo ele posicionará corretamente o elemento de maior valor.

Simplificando a equação:

$$\begin{aligned}
T(n) &= \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^{n-1} \frac{k(k+1)}{2} \\
&= \frac{1}{2(n-1)} \left[\sum_{k=1}^{n-1} k^2 + \sum_{k=1}^{n-1} k \right] \\
&= \frac{1}{2(n-1)} \left[\frac{n^3-1}{2} - \frac{n(n-1)}{2} - \frac{n-1}{3} + \frac{n(n-1)}{2} \right] \\
&= \frac{1}{2(n-1)} \left[\frac{n^3-1}{3} - \frac{n-1}{3} \right] \\
&= \frac{n^2+n}{6}
\end{aligned}$$

Ou seja, o $T(n)$ é equivalente a $O(n^2)$

2)b

$$\begin{aligned}
T(n) &= \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n} \left[\sum_{i=1}^{k} \left\{ 2 + \sum_{j=i+1}^{n} 2 \right\} \right] \\
&= \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n} \left[2k + 2nk - k^2 - k \right] \\
&= \frac{1}{n} \left[\sum_{k=1}^{n} k + 2n \sum_{k=1}^{n} k - \sum_{k=1}^{n} k^2 \right] \\
&= \frac{1}{n} \left[\frac{n(n+1)}{2} + \frac{2n^2(n+1)}{2} - \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \right] \\
&= \frac{2n^2}{2} + n + \frac{1}{3}
\end{aligned}$$

3)b

$$
\begin{aligned}
T(n) &= \frac{1}{n-1}\sum_{k=1}^{n-1}\left[\sum_{i=2}^{k+1}\left(1+\sum_{j=1}^{i-1}\right)\right] \\
&= \frac{1}{n-1}\sum_{k=1}^{n-1}\left[k^2+2k\right] \\
&= \frac{1}{n-1}\left[\sum_{k=1}^{n-1}k^2+2\sum_{k=1}^{n-1}1\right] \\
&= \frac{1}{n-1}\left[\frac{(n-1)(n^2+n+1)}{3}-\frac{n(n-1)}{2}-\frac{n-1}{3}+n(n-1)\right] \\
&= \frac{1}{3}n^2+\frac{5}{6}n
\end{aligned}
$$

Assim, é equivalente ao $O(n^2)$