

---

## Control aéreo

En la actualidad, la gestión eficiente del tráfico aéreo es más crucial que nunca. Los aeropuertos internacionales operan con una densidad de vuelos sin precedentes, lo que exige una coordinación precisa para garantizar la seguridad y eficiencia en los aterrizajes. Por ello, usted ha sido contratado como controlador aéreo en el aeropuerto principal de la ciudad, con la responsabilidad de gestionar los aterrizajes de las aeronaves, asegurando una secuencia eficiente que minimice costos.

Para lograr este objetivo, deberá coordinar la aproximación de aviones de distintas aerolíneas, considerando factores como capacidad de las pistas, separación entre vuelos por seguridad, entre otros elementos. Para ello, se tienen los siguientes elementos:

- Se cuenta con un conjunto  $D$  de aviones. Cada avión tendrá un tiempo más temprano de aterrizaje  $E_k$ , un tiempo más tardío de aterrizaje  $L_k$  y un tiempo preferente  $P_k$  ( $E_k \leq P_k \leq L_k$ ) para cada  $k = 1, \dots, D$ . Además, deberá respetarse un tiempo de separación mínimo  $\tau_{ij}$  entre el aterrizaje del avión  $i$  y el avión  $j$ , con  $i \neq j$ , debido a diferencias en sus tamaños y las condiciones operativas de la pista. Esto significa, por ejemplo, que si el avión  $i$  aterriza en el tiempo  $T_i$  y el avión  $j$  deberá aterrizar en  $T_j$ , con  $T_i < T_j$ , entonces se debe cumplir que  $T_j \geq T_i + \tau_{ij}$ .
- Por cada unidad bajo el tiempo preferente  $P_k$  se penalizará con un costo lineal  $C_i$ . Lo mismo ocurrirá por cada unidad sobre el tiempo preferente, con costo  $C'_k$ .
- Considere que cada archivo entregado es un caso de prueba distinto.
- Debe considerar que existirán 1 o 2 pistas de aterrizaje.

Se adjuntan 4 archivos (`case1.txt`, `case2.txt`, `case3.txt` y `case4.txt`), los cuales siguen el siguiente formato:

Numero de aviones (D)

Para cada avion  $i$  ( $i = 1, \dots, D$ ):

T. mas temprano de aterrizaje , T. preferente ,

T. mas tarde de aterrizaje ,

Penalizacion bajo preferente , Penalizacion sobre preferente

Para cada avion  $j$  ( $j=1,\dots,D$ ):  
    Tiempo de separacion requerido despues que  $i$   
    atterrice para que  $j$  aterrice

En base a lo anterior, se pide:

1. **(15 puntos)** Diseñar e implementar un greedy determinista y uno estocástico. En el caso del greedy estocástico, muestre 10 ejecuciones (controladas por una variable seed) de su algoritmo para cada caso de prueba. Explique sus resultados.
2. **(25 puntos)** Diseñar e implementar un GRASP, usando como algoritmo de búsqueda un Hill-Climbing alguna-mejora o mejor-mejora. Utilice como punto de partida las soluciones generadas por ambos greedy de la pregunta anterior. En el caso del GRASP con greedy estocástico debe existir la componente de restart. Reporte y explique los resultados.
3. **(20 puntos)** Diseñar e implementar un Tabu Search o Simulated Annealing. Utilice como punto de partida las soluciones generadas por ambos greedy, mostrando al menos 5 configuraciones distintas de parámetros para su algoritmo. Reporte y explique los resultados.

## Entrega

- La tarea se puede desarrollar de manera individual o en grupos de a dos estudiantes.
- La tarea se entregará vía Canvas de la sección. La fecha y hora límite para la entrega es el día 8 de Mayo a las 23:59. Por cada día de atraso se descontarán 7 décimas.
- Además del código, debe incluir un informe en formato pdf, en donde deberá pseudocódigos/diseños de las propuestas, resultados de sus experimentos y análisis.