



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# PLANIFICACIÓN INTELIGENTE

## Dominio 'Transporte'



## Práctica 1: Representación del dominio en PDDL y ejecución de planificadores

En este dominio tenemos:

- **Tres ciudades:** CIUDAD 1, CIUDAD 2 Y CIUDAD 3
- **localizaciones:** casas, estaciones de tren y aeropuertos,
- **medios de transporte:** furgonetas, trenes y aviones,
- **conductores y paquetes** que tienen que ser transportados de una ciudad a otra.

Inicialmente los paquetes están ubicados en una localización de una ciudad y el objetivo es transportar todos los paquetes a las localizaciones de sus ciudades destino.

Los paquetes se pueden cargar en furgonetas, trenes o aviones para ser transportados de una ciudad a otra. No existe límite en la capacidad de los medios de transporte. No se necesita una persona para cargar y descargar paquetes.

Las furgonetas se pueden mover entre cualquier par de **puntos de una misma ciudad**. Los trenes pueden moverse entre **estaciones de tren de la misma ciudad o distintas ciudades**. Los aviones sólo se mueven entre **aeropuertos de distintas ciudades**.

Una furgoneta necesita un conductor para poder moverse; además, los conductores pueden desplazarse CAMINANDO de una localización a otra de la misma ciudad (nunca entre ciudades distintas). Siempre existe conexión entre cualquier par de localizaciones de una ciudad. En la figura, las conexiones entre localizaciones aparecen señaladas con líneas discontinuas. Dichas conexiones indican los trayectos que pueden realizar los conductores, bien conduciendo las furgonetas, o bien caminando.

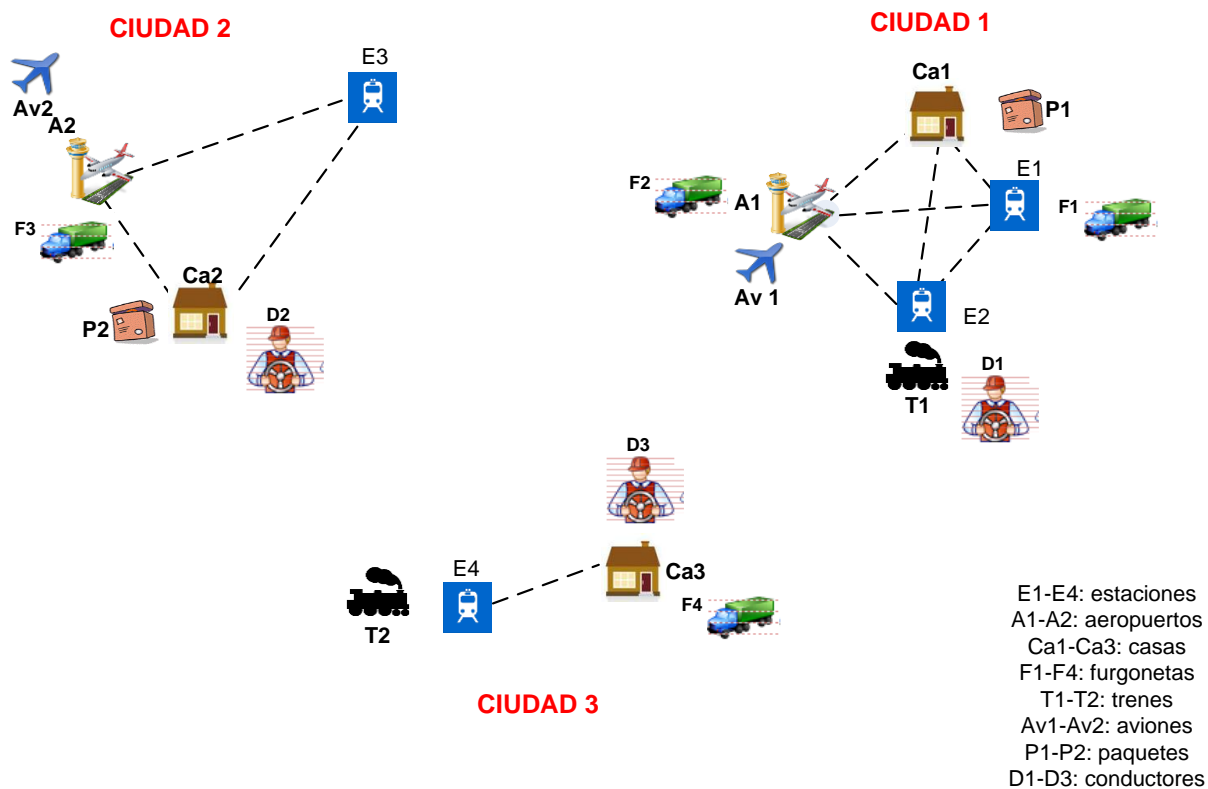
Ejemplo de **situación inicial**: la que se indica en la figura.

El objetivo final es llevar los paquetes P1 y P2 a la casa Ca3.

Se pide:

- a) Definir el dominio correspondiente con las posibles acciones u operadores a aplicar utilizando el lenguaje PDDL.
- b) Definir la instancia del problema, describiendo los predicados que definen la situación inicial y el objetivo del problema.
- c) Ejecutar los planificadores FF, LPG, LPG con la opción *-timesteps* y OPTIC, y comprobar si el plan ejecutado resuelve el problema especificado.
- d) Especificar otras instancias de problema, incluyendo nuevos paquetes, furgonetas, trenes, aviones y/o conductores. No modificar la estructura de las ciudades (mantener el

e) número y tipo de localizaciones en cada ciudad). Para crear nuevas instancias hay que cambiar el estado inicial y/o final.





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



## **Práctica 2: Aprendizaje por Refuerzo en Planificación**

Ver boletín de la práctica 2.



### Ejercicio 3. Desarrollo parcial de un árbol POP

Dado el problema de la práctica 1, escoge un solo objetivo (llevar un paquete de un punto a otro del mapa), y aplica tres iteraciones del algoritmo de un planificador POP.

Realiza el árbol POP sin utilizar variables, es decir, sin considerar la instanciación de variables como un *flaw* a escoger en un nodo del árbol. Por tanto, cuando se escoge como *flaw* un sub-objetivo o precondition a resolver, se generarán tantos nodos hijo como opciones haya de resolver dicho sub-objetivo con todas las variables involucradas en la resolución instanciadas a un valor concreto. Por ejemplo, si queremos resolver como *flaw* la precondition (at pack7 cityA), y la única forma de resolverlo es mediante la introducción de un paso correspondiente al operador (unload pack7 ?truck cityA), se generará tantos nodos como valores pueda tomar la variable ?truck:

1. un nodo incluirá el paso (unload pack7 truck1 cityA)
2. un nodo incluirá el paso (unload pack7 truck2 cityA)
3. ...

y así sucesivamente por cada valor que pueda tomar la variable ?truck.

Es suficiente con indicar las posibles ramificaciones y solo desarrollar la rama que se escoja en la resolución.

Cosas a tener en cuenta:

1) En la primera iteración se escoge el nodo raíz del árbol. En la segunda iteración, escoge un nodo del nivel 1 del árbol. Puedes aplicar una de las heurísticas POP o bien escoger un nodo aleatoriamente. En la tercera iteración, escoge un nodo del nivel 2 del árbol. Igualmente, puedes aplicar una heurística POP o bien escoger aleatoriamente un nodo del árbol. Idem para el nivel 3 del árbol POP.

2) En cada nodo sucesor, indica el *flaw* que se escoge para su resolución. Como se está trabajando con un dominio totalmente instanciado (*grounded*), el *flaw* a escoger será entre una precondition pendiente de resolver o una amenaza, si existiese.

3) Indica los enlaces causales y relaciones de orden de cada nodo.

Comenta dónde crees que se encontrarían las dificultades en el desarrollo y resolución de dicho problema.



#### Ejercicio 4: Planificación en grafos

Partiendo del problema de la práctica 1, y dados los dos objetivos definidos en dicha instancia:

- a) Tener paquete 1 (P1) en la casa 3 (Ca3)
- b) Tener paquete 2 (P2) en la casa 3 (Ca3)

Construir el **grafo de planificación relajado** (es decir, sin tener en cuenta los efectos negativos de las acciones y sin calcular las relaciones de exclusión mutua), y contestar a las siguientes preguntas:

- 1) Calcula el valor de las heurísticas  $h\_sum$  y  $h\_max$  para los dos objetivos definidos.
- 2) Extrae un plan relajado para los dos objetivos sobre el grafo de planificación relajado para los dos objetivos dados. Mostrar la extracción del plan relajado y demostrar cómo este plan se puede extraer en tiempo polinómico y sin necesidad de operaciones de backtracking.
- 3) ¿Cuál de las tres heurísticas calculadas ( $h\_sum$ ,  $h\_max$ ,  $plan\_relajado$ ) es la más informada para este problema? ¿Por qué?

El grafo de planificación relajado se puede hacer en una hoja de cálculo que luego se subirá a la tarea.