



# Tecnológico de Monterrey

*Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales (Gpo 302)*

## **Reto: Reporte de Avance 1**

*Kevin Garcia Sotelo A01198951*

*Ricardo Chapa Perez A01722755*

*Adrián Alejandro Galván Salgado A01285442*

*Rogelio M Garza Carrillo A01722763*

*Rodrigo González Treviño A00837024*

*Profesor: Jorge Mario Cruz Duarte*

*CEDES 1008*

*11 de Noviembre del 2024*

## Resumen

Este proyecto simula un sistema intralogístico en un almacén usando robots LGV para optimizar el transporte de pallets. La solución en Unity y MESA coordina eficientemente a los robots, logrando métricas de eficiencia como la utilización de la flota y tiempos de espera de pallets.

## Index Terms

Multiagentes, Modelado Gráfico, Simulación, Unity, Sistemas Multiagentes.

## Descripción del Reto

La empresa busca aprovechar un espacio de almacén en sus instalaciones para la gestión de paquetes mediante un sistema automatizado de intralogística. Este espacio incluye racks selectivos y sistemas de flujo por gravedad para el almacenamiento y despacho de pallets. Para mover los pallets, se utilizarán vehículos guiados por láser (LGVs) que pueden realizar maniobras en cualquier dirección gracias a sus ruedas omnidireccionales. El sistema debe optimizar el flujo de materiales desde un punto de entrada hacia los racks y de los racks a los puntos de salida (sistemas de flujo por gravedad). El desafío principal es gestionar las operaciones de los LGVs, evitando colisiones o bloqueos en el flujo de trabajo. Todo esto debe modelarse en Unity y usando mesa para emular a los agentes.

El problema de la gestión de LGVs en un almacén automatizado se alinea con investigaciones en áreas como:

**Vehicle Routing Problem (VRP):** Se refiere a la optimización de rutas que los vehículos deben seguir para entregar y recoger pallets de manera eficiente.

**Job-shop Scheduling Problem:** Asignación de recursos (LGVs) a tareas de forma óptima para maximizar la productividad.

**Algoritmos de Navegación Autónoma:** Como A\* y Dijkstra para la planificación de rutas.

El objetivo es diseñar un sistema que simule el manejo de paquetes con múltiples LGVs, logrando eficiencia en la operación y evitando interrupciones debido a colisiones o falta de energía.

## Objetivos Generales

A continuación se listan los objetivos del proyecto:

- Diseñar un sistema multiagente que permita el transporte eficiente de pallets entre áreas de almacenamiento y racks de salida.
- Implementar una simulación 3D en Unity que permita visualizar y analizar el comportamiento de los agentes en tiempo real.

## Identificación de Agentes

En la simulación de un sistema automatizado de intralogística con LGVs, es fundamental definir los agentes que interactúan en el entorno, así como sus características y relaciones. A continuación, se describe el listado detallado de los agentes.

**LGVs:** Inician en posiciones aleatorias uniformemente distribuidas en la planta, con baterías completamente cargadas. En cuestión de movilidad cuentan con ruedas omnidireccionales permiten movimientos en todas las direcciones con una velocidad máxima de 1400 mm/s en

línea recta. Su capacidad de carga es un pallet por viaje. Cuenta con sensores ultrasónicos y láser para evitar colisiones y detectar obstáculos. Cuando el estado de la batería baja al 70%, los LGVs deben dirigirse a una estación de carga si está disponible; abajo de un 50% en el estado de la batería, no pueden recoger pallets y deben priorizar la carga. Se carga a una tasa del 20% cada 5 minutos y se detiene al alcanzar el 90% de carga.

**Racks:** Almacenan pallets, con capacidad de tres paquetes por nivel. Pueden comenzar con una ocupación parcial definida por un valor  $k$  (incluso  $k=0$ ). Cada operación de recogida o entrega tarda 60 segundos. Los LGVs realizan operaciones de entrega y recogida de pallets y colaboran para evitar congestiones.

**Sistema de Carga de Batería:** Dos estaciones de carga disponibles inicialmente (con posibilidad de expansión). Carga al 20% cada 5 minutos. Los LGVs se dirigen a estas estaciones cuando el SoC es inferior al 70% y priorizan su uso si el SoC baja del 50%.

### Restricciones

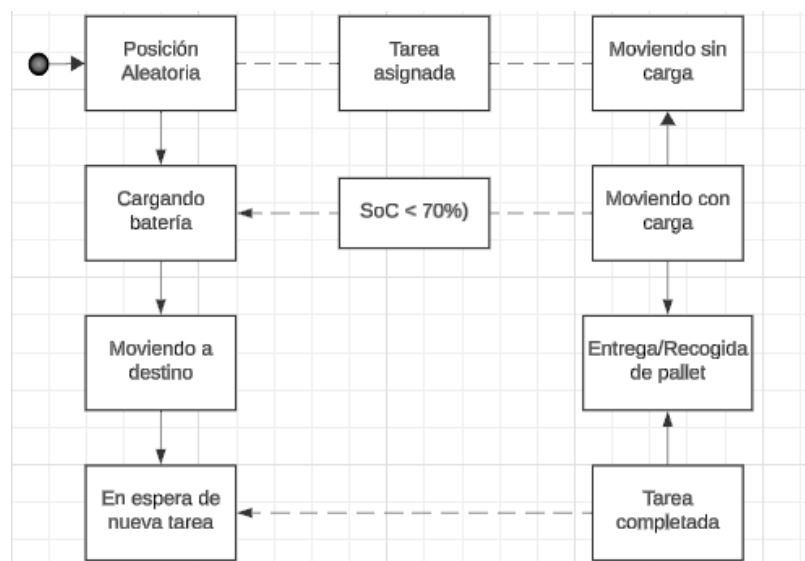
El sistema debe operar bajo las siguientes restricciones:

- Capacidad limitada de los racks: tres pallets por nivel.
- Un único punto de entrada de pallets y tres racks de salida de gravedad.
- Solo se permite un movimiento de pallet a la vez por robot.
- Los robots no pueden realizar misiones de carga con un nivel de batería inferior al 50%.

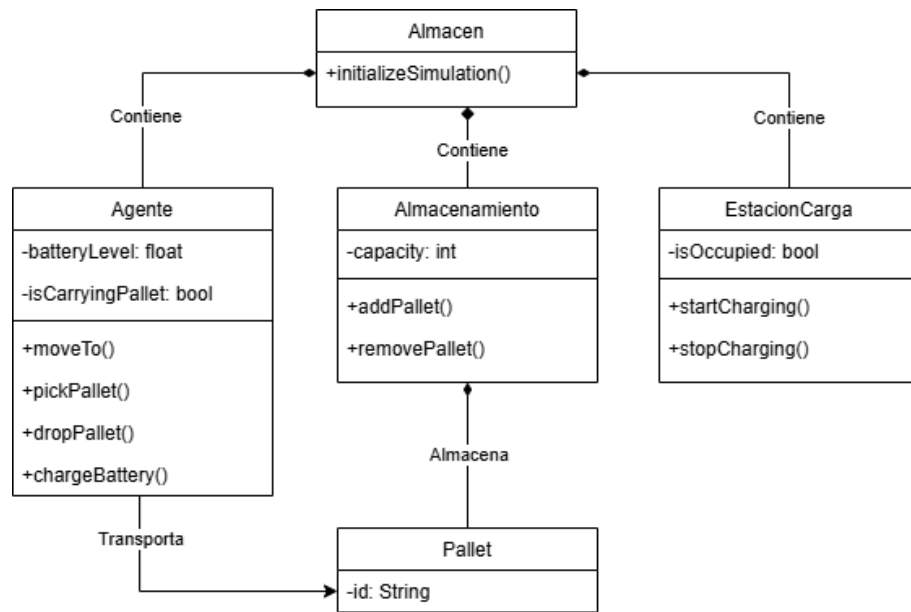
### Fundamentos

- El RL es un enfoque de aprendizaje automático donde los agentes toman decisiones basadas en recompensas obtenidas de sus acciones en un entorno. Se aplica en este proyecto para que los LGVs mejoren sus decisiones con el tiempo, optimizando tareas como la selección de rutas.
- Los algoritmos de búsqueda como Dijkstra son empleados para planificar trayectorias óptimas en tiempo real y garantizar que los LGVs eviten obstáculos.
- Ecuación de Bellman

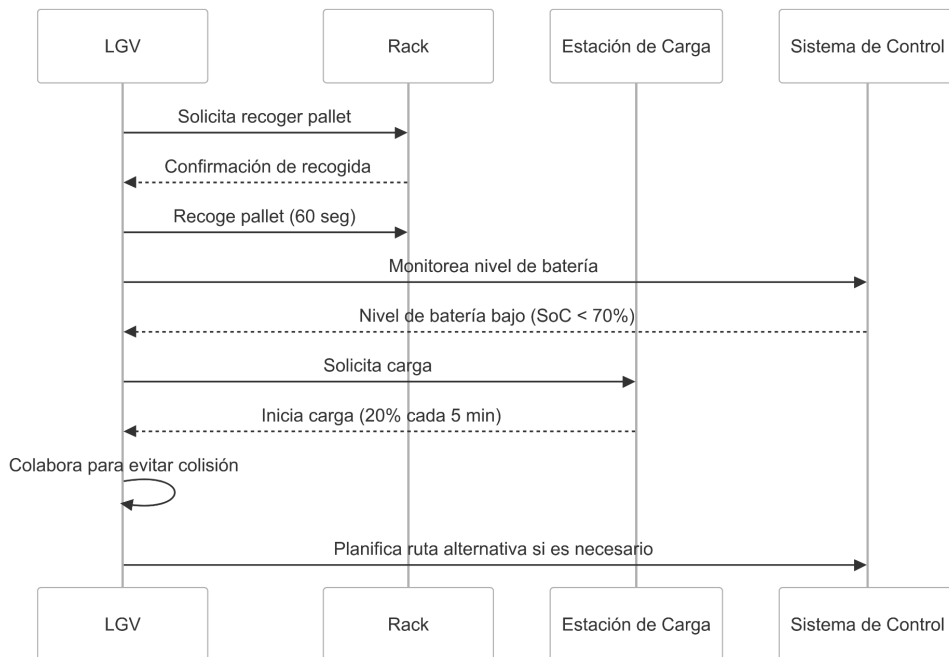
### Diagrama de Estado



## Diagrama de Clases



## Diagrama de Protocolos de Interacción

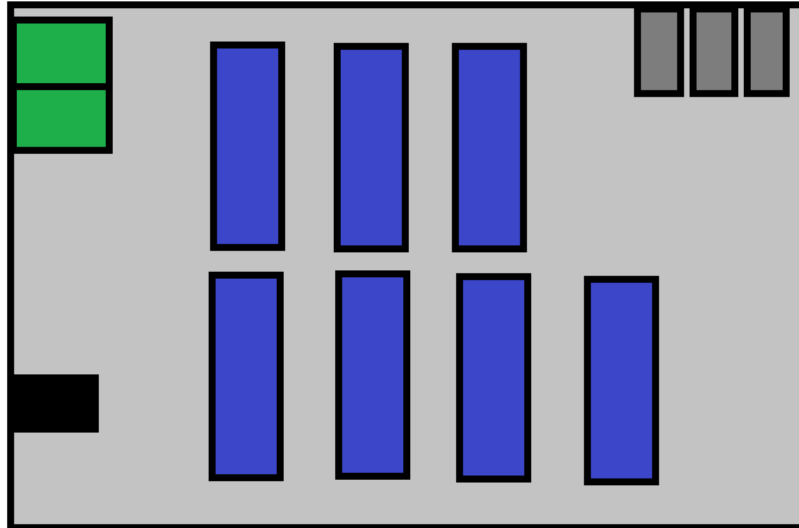


## Modelo del Entorno

El entorno de simulación es parcialmente observable, ya que cada robot solo tiene acceso a la información local obtenida por sus sensores, y estocástico, dado que existen elementos aleatorios como tiempos de espera, consumo de batería y posibilidad de congestión. Además, es un entorno secuencial y dinámico, pues las acciones actuales afectan decisiones futuras, y el almacén cambia continuamente a medida que los robots se mueven, los pallets cambian de lugar y los niveles de batería varían. La simulación también es multiagente, ya que múltiples robots deben coordinarse para evitar colisiones y optimizar el flujo de trabajo.

El tiempo se maneja de forma discreta, con pasos definidos para actualizar los estados de los robots y gestionar eventos como la descarga de batería o los tiempos de carga. El espacio es continuo, permitiendo a los robots desplazarse con precisión en el almacén. Las áreas clave, como racks y estaciones de carga, están delimitadas en el mapa para que los robots puedan identificar destinos y rutas de manera eficiente, colaborando para cumplir con sus misiones de transporte.

### Escena a Modelar



### Plan de Trabajo

#### Actividades para reporte 1

- Describir el reto.
- Identificar los agentes.
- Diagrama de clases.
- Diagrama de Protocolos.

#### Actividades para futuro

- Modelar la escena en Unity 3d.
- Crear el algoritmo de ruta.