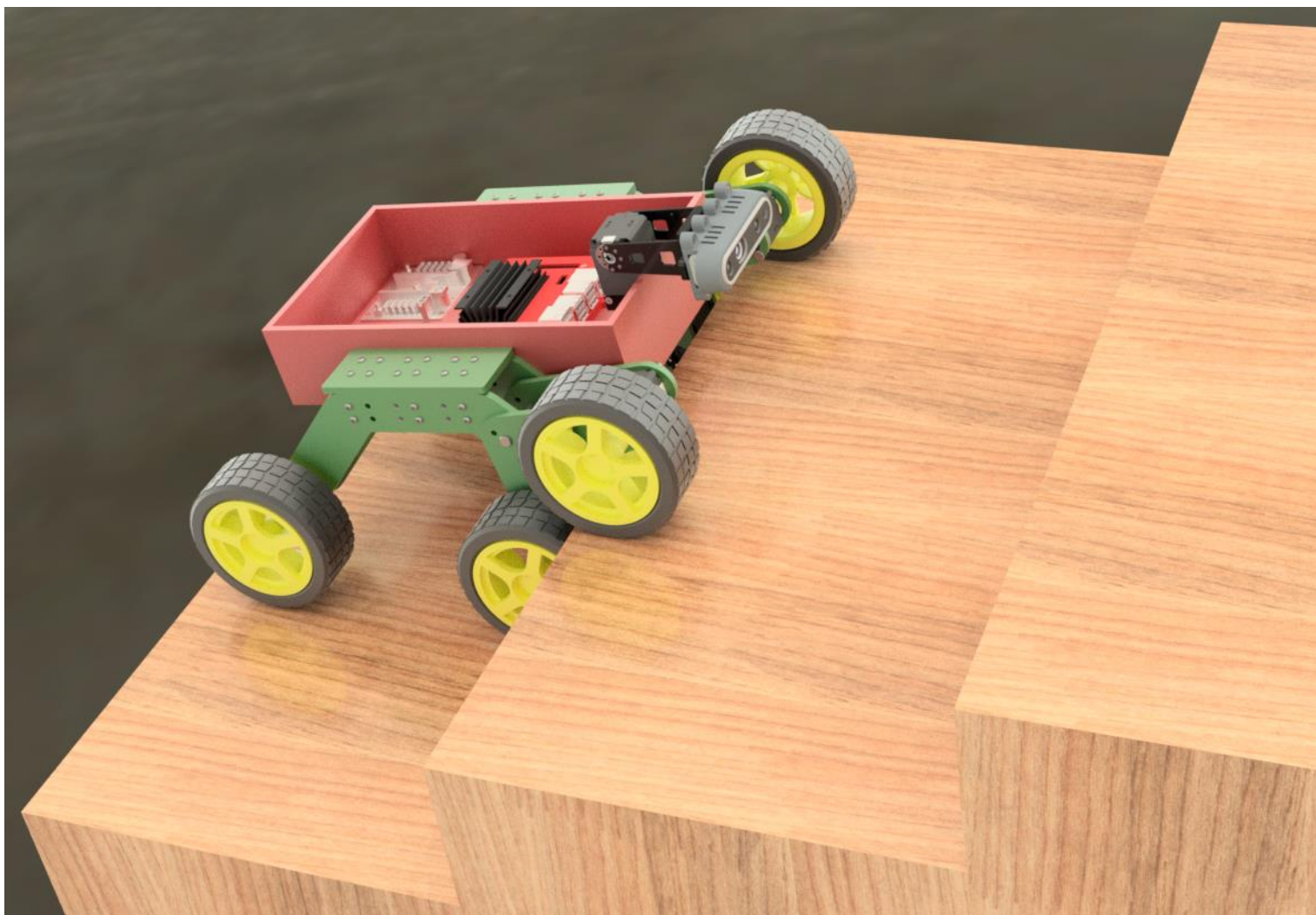


# Superación de obstáculos en navegación autónoma móvil: Control predictivo usando cámara RGB-D

## PROBLEMA

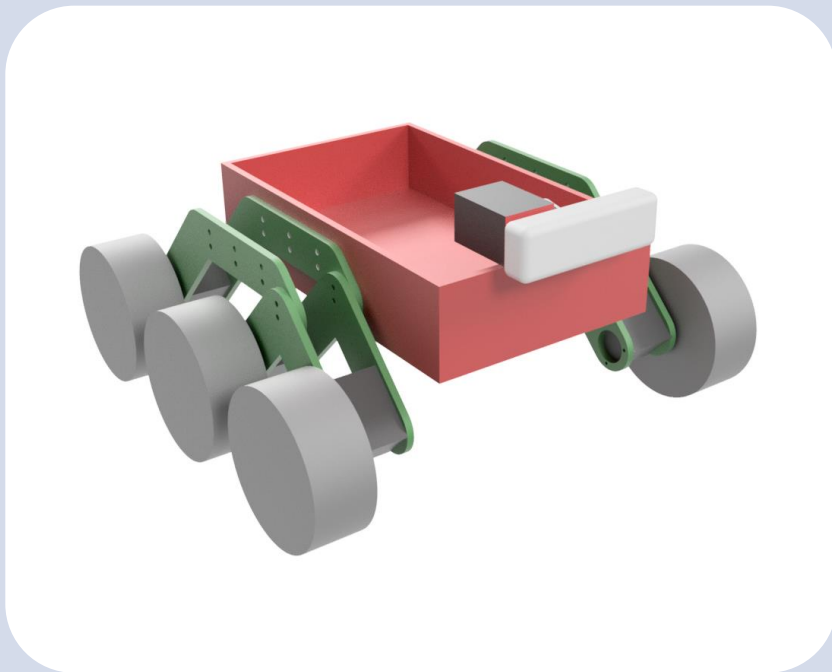
El crecimiento del mercado global de robots autónomos móviles se ha proyectado en USD 694.8 millones para 2031 a nivel mundial con una tasa de crecimiento anual del 23%. Sin embargo, enfrentan barreras significativas debido a que la mayoría de estos robots son diseñados para navegar en superficies planas, limitando su desempeño para desplazarse en entornos complejos con superficies irregulares y obstáculos como escalones y pendientes.



## OBJETIVO GENERAL

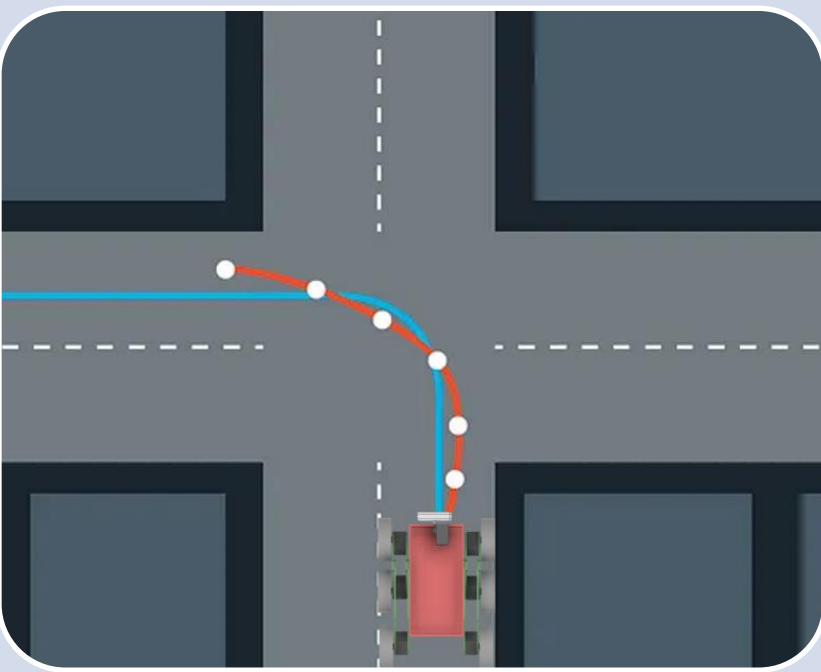
Desarrollar un robot de seis ruedas capaz de superar obstáculos como escaleras y rampas, utilizando un sistema de navegación autónoma mediante Control Predictivo de Modelos (MPC) y un sistema de percepción usando cámara de profundidad RGB-D.

## PROPUESTA



### Modelado 3D

- Diseño del robot con un mecanismo tipo Bogie, implementado en los robots de exploración de la NASA, para subir escaleras y pendientes.
- Integración del modelo en simulaciones de entorno ROS y Gazebo.



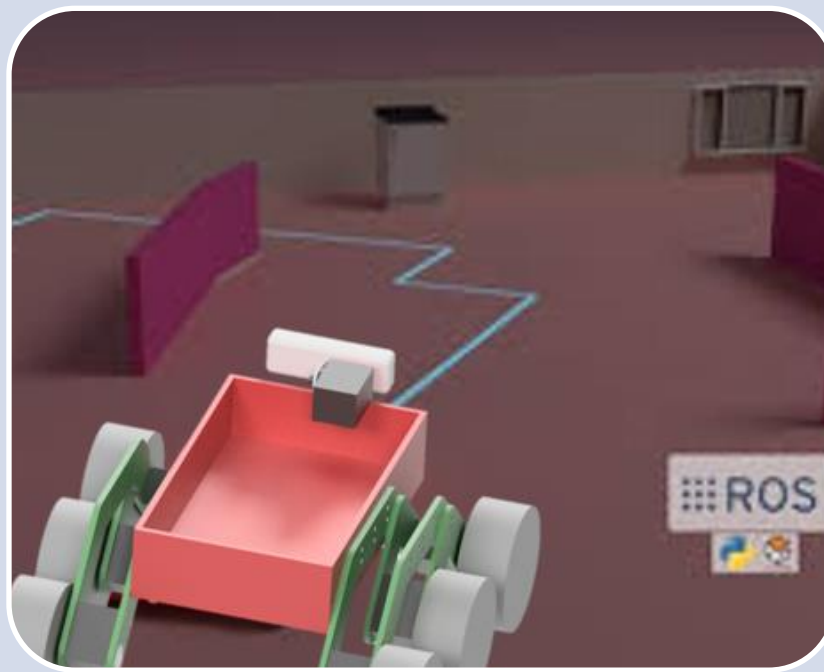
### Control Predictivo de Modelos

- Implementación del MPC para la navegación autónoma.
- Optimización de parámetros del controlador.
- Simulación y validación en escenarios de prueba.



### Detección de Obstáculos

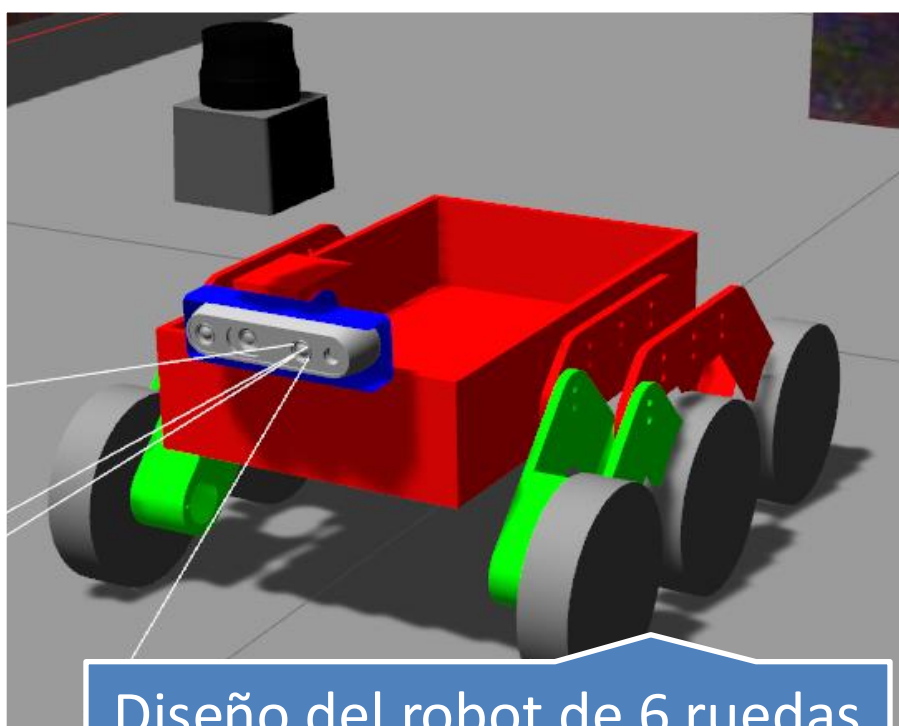
- Detección e identificación de escaleras utilizando un sensor RGB-D.
- Construcción del modelo 3D de las escaleras basado en la percepción de la cámara.
- Obtención de las dimensiones del obstáculo para superarlo.



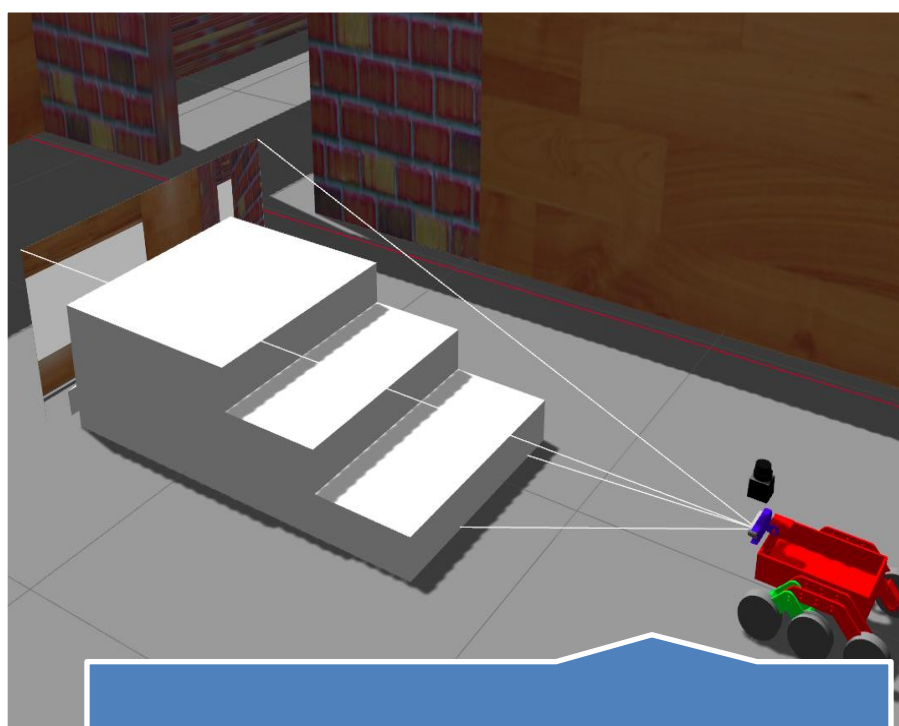
### Navegación Autónoma

- Generación de trayectorias mediante planeadores globales y locales.
- Algoritmo que ajusta las velocidades de las ruedas en función del obstáculo a superar

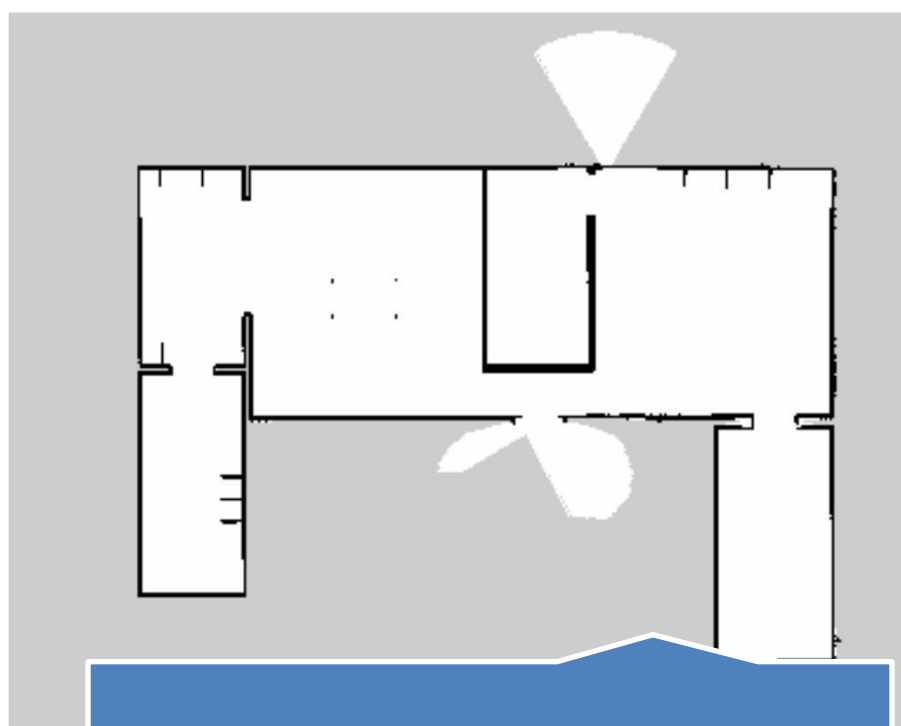
## RESULTADOS



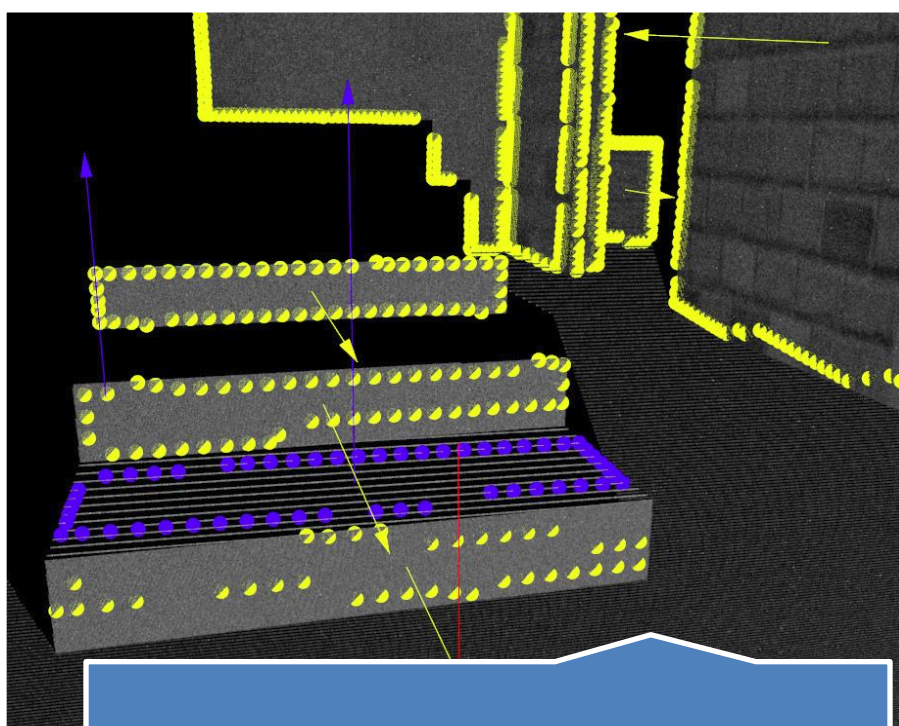
Diseño del robot de 6 ruedas en el simulador Gazebo usando ROS Melodic.



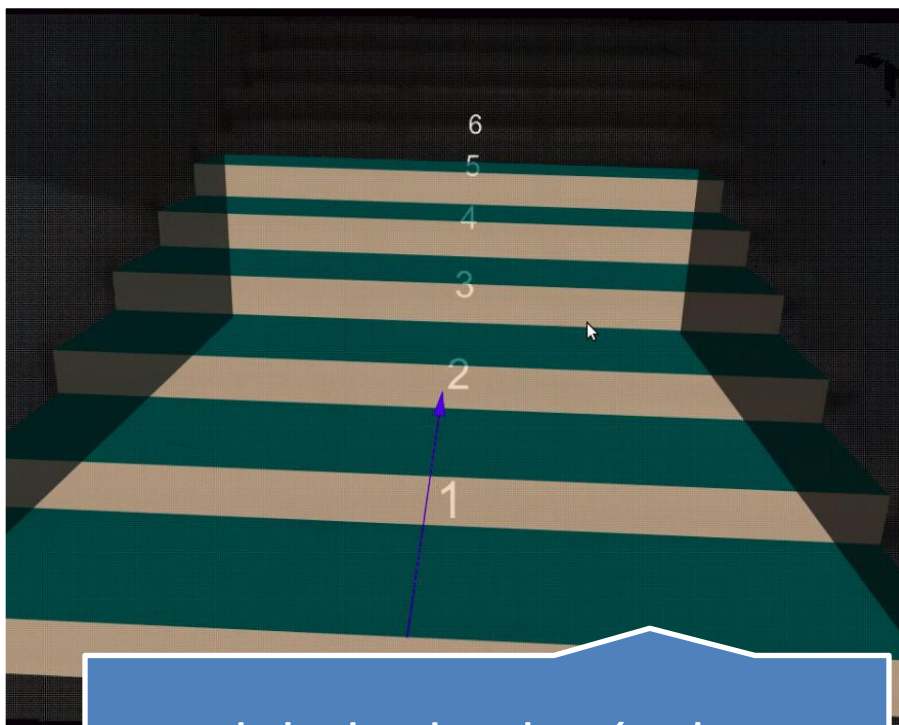
Extracción de datos del ambiente mediante RGB-D.



Mapeo del entorno usando SLAM.



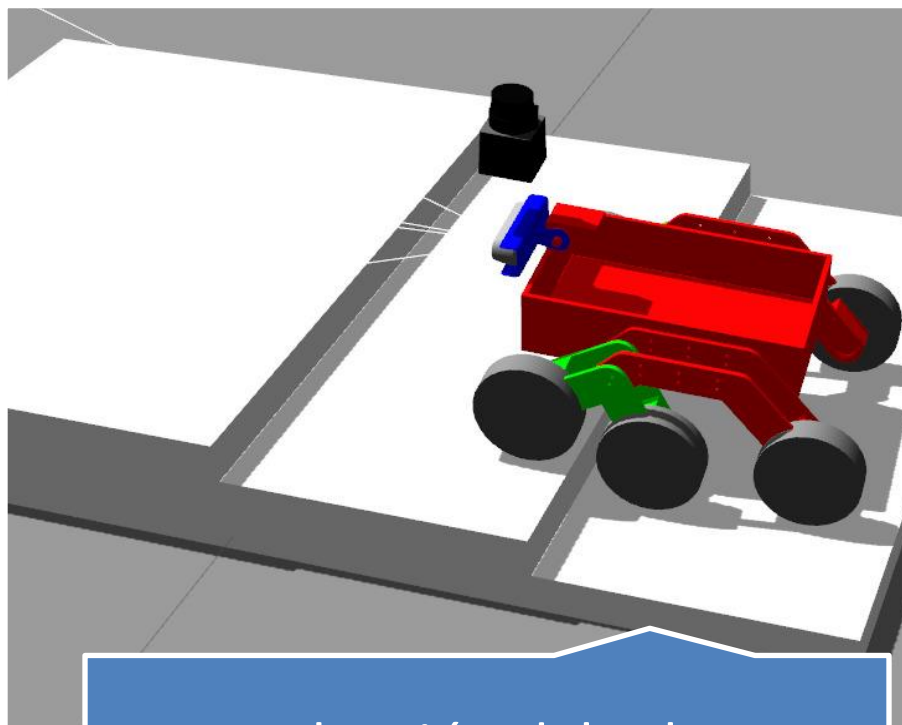
Percepción y filtrado de planos de los obstáculos.



Modelado de obstáculos en tiempo real.



Navegación autónoma utilizando el MPC como planeador local.



Evaluación del robot superando obstáculos.

## CONCLUSIONES

- Se desarrolló un sistema de percepción en tiempo real para detectar y modelar escaleras en gazebo con una precisión de subida de 97% y de bajada 94% respecto a las dimensiones reales de la escalera.
- El uso de la cámara RGB-D, permitió la extracción de las nubes de puntos para detectar y modelar escaleras y rampas, facilitando la creación de modelos 3D precisos.
- La percepción de los obstáculos permitió ajustar la velocidad del robot para superar escaleras y rampas de manera estable.
- El Control Predictivo de Modelos (MPC) optimizó las trayectorias del robot asegurando una navegación estable en el entorno mapeado.
- El robot logró superar escaleras de 11 cm de altura y pendientes con un ángulo de inclinación de hasta los 15° .
- El algoritmo de detección y modelado de escaleras, desarrollado en colaboración con la ESPOL y la Universidad Sungkyunkwan (SKKU) de Corea, fue aprobado en la conferencia ICCAS 2024 (The International Conference on Control, Automation, and Systems).