

GUZMÁN-GARZA Ricardo Alan | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN | ricardo.guzmanga@uanl.edu.mx

HERNANDEZ-SALDAÑA José Anastacio
jose.hernandezsal@uanl.edu.mx

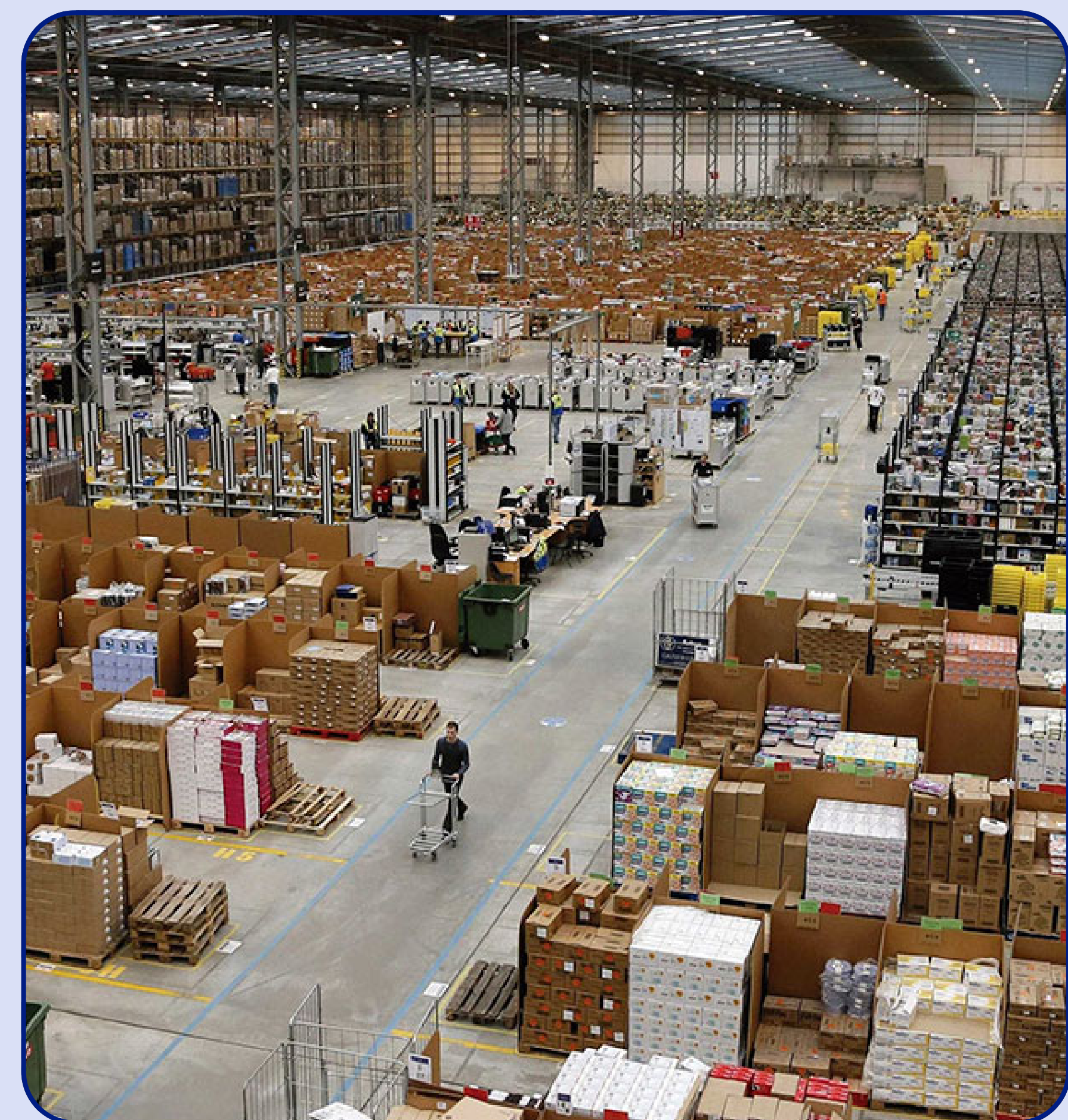
RÍOS-MERCADO Azucena Yoloxóchitl
azucena.riosmr@uanl.edu.mx

INTRODUCCIÓN

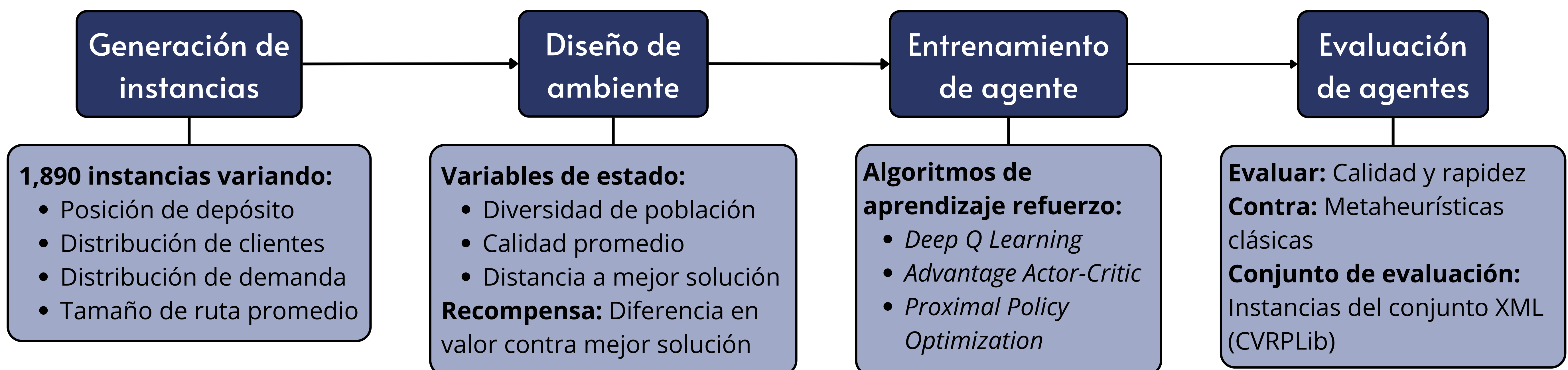
La Asociación Mexicana de Ventas Online (2025) indica que el *e-commerce* en México ha tenido un crecimiento estable en los últimos años, llegando a un valor de mercado de \$789.7 mil MDP en 2024. Este incremento representa un reto para el sector logístico pues, de acuerdo a un reporte de El Economista (Escobar, 2026), un solo almacén procesa en promedio 1.2 millones de paquetes mensuales, lo que se traduce en una gran presión operativa para las empresas de última milla.

Este problema puede repercutir en los bolsillos de los compradores, pues el 53% de los costos de envío se concentran en las operaciones de última milla (Statista, 2023). Si la industria del comercio electrónico desea mantener el nivel de crecimiento sin perjudicar la calidad en el servicio que los ha caracterizado, optimizar los procesos logísticos se vuelve indispensable.

El fin de este trabajo de investigación es desarrollar un algoritmo hiper-heurístico que utilice técnicas de *machine learning* para construir una heurística eficiente para resolver cada instancia del problema de ruteo de vehículos dependiendo de sus características.



METODOLOGÍA



RESULTADOS PRELIMINARES

- La recompensa promedio de los agentes entrenados con los algoritmos *Proximal Policy Optimization* y *Deep Q Network* son las más bajas, con una variación similar.
- Estos mismos agentes requieren menos de 200 pasos para obtener una buena solución en la mayoría de los casos.
- El agente entrenado con el algoritmo *Advantage Actor-Critic* suele tomar peores decisiones que sus contrapartes, lo que a su vez ocasiona que rara vez obtenga buenas soluciones.

CONCLUSIÓN

Los resultados preliminares muestran que los algoritmos de aprendizaje por refuerzo pueden crear hiper-heurísticas útiles al guiar el proceso evolutivo de los algoritmos genéticos.

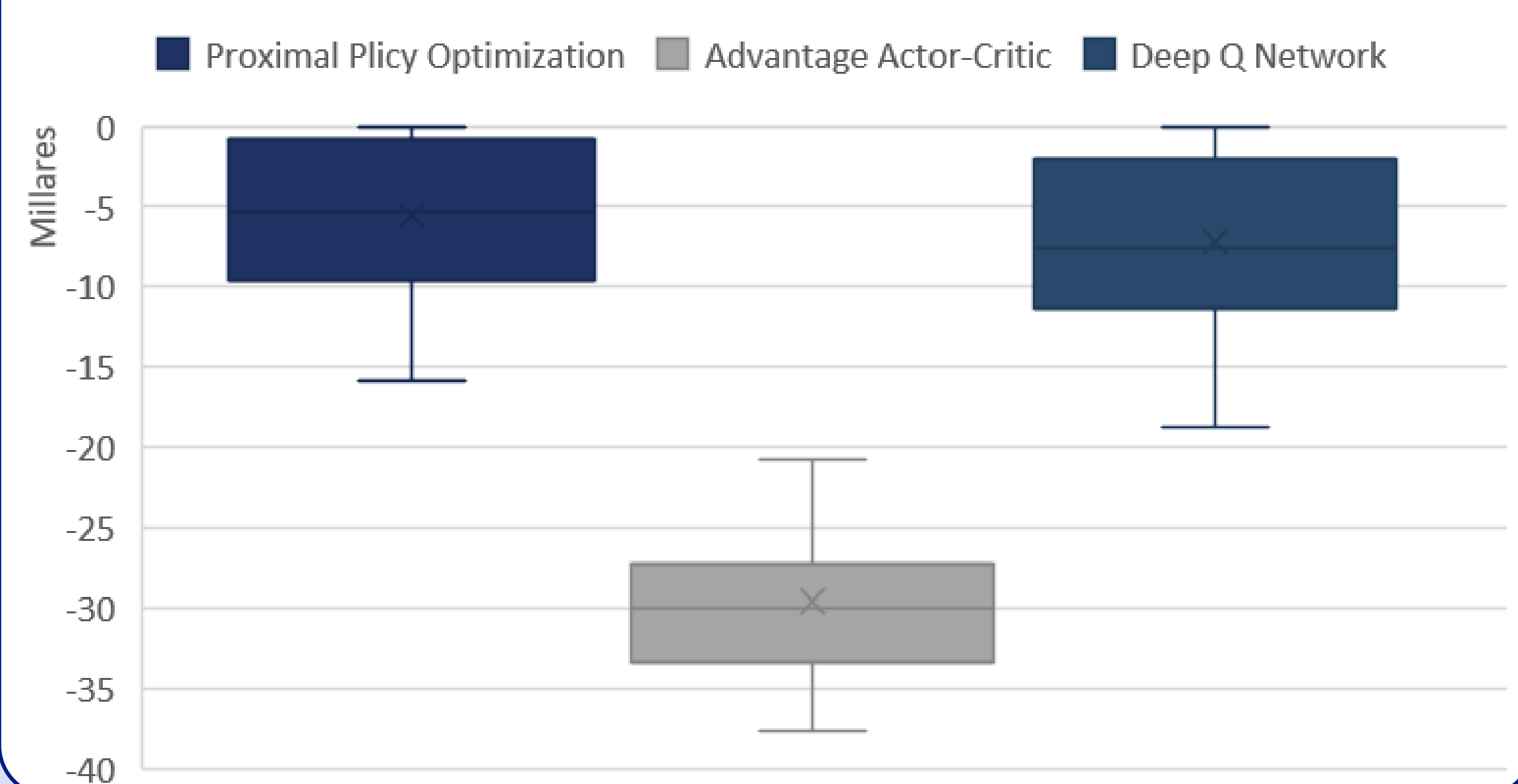
El presente es un trabajo en curso para disminuir el número de iteraciones necesarias para conseguir soluciones de calidad en los problemas de ruteo de vehículos capacitados.

Las acciones futuras incluyen modificaciones en la representación de estado así como mayor tiempo de entrenamiento.

REFERENCIAS

- Asociación Mexicana de Ventas Online (2025). *Estudio de venta online 2025*. AMVO, URL <https://blog.amvo.org.mx/publicaciones/estudio-sobre-venta-online-en-mexico-2025>
- Escobar, S. (4 de febrero de 2026). Crecimiento del comercio electrónico presiona la logística urbana y la última milla. *El Economista*, URL <https://www.eleconomista.com.mx/econohabitat/crecimiento-comercio-electronico-presiona-logistica-urbana-ultima-milla-20260204-798283.html>
- Statista Research Department. (2023). Share of last-mile delivery costs out of total shipping costs in 2018 and 2023. *Statista*. URL <https://www.statista.com/statistics/1434298/last-mile-share-of-total-shipping-costs/#>

Recompensa promedio por decisión



Número de pasos por instancia

