

REGLAS GENERALES

VERSIÓN: 1ero. de diciembre 2025 – EMBARGO!



FUTUROS INGENIEROS

RETOS DE CARROS
AUTÓNOMOS

GRUPO DE EDAD:

14-22

WRO® 2026 CARROS AUTÓNOMOS

WRO international patrocinadores premium



WRO international gold partners



Tabla de contenidos

1. Información General	3
2. Definición de equipos y grupos de edad	4
3. Responsabilidades y trabajo propio del equipo	4
4. Documentos del juego y jerarquía de reglas	5
5. Descripción del juego y campo de juego	6
6. Regla Sorpresa	8
7. Documentación de ingeniería en GitHub	8
8. Rondas del desafío	11
9. Reglas específicas del juego	17
10. Puntuación	21
11. Materiales y regulaciones del vehículo	23
12. Formato y reglas de la competencia	24
13. Mesa de juego y equipamiento	26
14. Glosario	29
Apéndice A: Esquemas explicativos	30
Apéndice B: Campo de juego para finales nacionales/regionales	43
Apéndice C: Evaluación de Journal de Ingeniería	44
Apéndice D: Conjunto mínimo de componentes electromecánicos	55

Actualizaciones de las reglas generales de 2025 a 2026

Los cambios y modificaciones importantes en las reglas están marcados en **amarillo**. Esta lista contiene los cambios más importantes:

6.	Se hará uso de reglas sorpresa en 2026.
7.	Aclaraciones sobre fechas límite y evaluación de la documentación.
8. & 10.	Los puntos por iniciar en el estacionamiento sólo se otorgarán si se completa una ronda completa .
12.11.	Los robots deberán permanecer en la sede durante competencias de varios días.
A.3.	Aclaración sobre abandonar la sección de inicio después de tres rondas.
C.	Nueva rúbrica de puntuación y más información relacionada a la documentación.

Tenga en cuenta que, durante la temporada, puede haber **aclaraciones o adiciones** a las reglas a través de las **Preguntas y Respuestas (Q&A) oficiales de WRO**. Las respuestas se consideran **adiciones a las reglas**. Puede encontrar el **Q&A de WRO 2026** en esta página: <https://wro-association.org/competition/questions-answers/>

IMPORTANTE: Uso de este documento en torneos nacionales

Las reglas que aparecen en este documento se utilizan para la evaluación en eventos internacionales. Este documento de reglas está destinado a todos los eventos de la WRO en todo el mundo, pero para las competiciones nacionales, el organizador nacional de la WRO tiene derecho a adaptar estas reglas internacionales a las circunstancias locales. Todos los equipos que participen en una competición nacional de la WRO deben utilizar las reglas generales proporcionadas por su organizador nacional.

1. Información General

Introducción

En la categoría **WRO Future Engineers**, los equipos deben centrarse en **todas las partes del proceso de ingeniería**. Los equipos obtienen puntos por **documentar su proceso** y por **publicar un repositorio público en GitHub**.

Cada año se realizará un **cambio del 20 % al 30 %** en los desafíos. El desafío completo cambiará **cada 4–5 años**. En el desafío de **Vehículos Autónomos (Self-Driving Cars)**, un vehículo robótico debe **conducir de forma autónoma** en un **circuito (parkours)** que **cambia aleatoriamente en cada ronda de la competencia**.

Áreas de enfoque

Cada categoría WRO tiene un enfoque especial en el **aprendizaje con robots**. En la categoría **WRO Future Engineers**, los estudiantes se enfocarán en desarrollar las siguientes áreas:

- Uso de **visión por computadora y fusión de sensores** para estimar el estado del circuito y del propio vehículo.
- Un **vehículo funcional con hardware de código abierto**, como componentes electromecánicos y controladores.
- **Planificación de acciones y control** de robots con partes móviles y **cinemáticas diferentes** a la tracción diferencial (por ejemplo, dirección).
- **Estrategias óptimas** para resolver la misión, incluida la **estabilidad en la resolución** de la misma.
- **Trabajo en equipo**, comunicación, resolución de problemas, **gestión de proyectos** y creatividad.
- Un **cuaderno de ingeniería** para mostrar el progreso y las **estrategias de diseño**.

Para los equipos interesados en participar en esta categoría, se creó una **guía Getting Started**. Esta guía explica con mayor detalle los **requisitos del vehículo**, posibles **soluciones técnicas** y **errores comunes**. Aquí los estudiantes pueden comenzar a tener una idea de **cómo configurar un vehículo** para esta competencia. [Look at the Getting Started guide here!](#)

El aprendizaje es lo más importante

WRO busca inspirar a estudiantes de todo el mundo en temas relacionados con STEM, y que desarrollen sus habilidades mediante un aprendizaje lúdico en las competencias. Por lo tanto, los siguientes aspectos son clave para todos nuestros programas de competencia:

- Maestros, padres u otros adultos pueden ayudar, guiar e inspirar al equipo, pero no está permitido que construyan ni programen el robot.
- Equipos, entrenadores y jueces aceptan los Principios de Guía de WRO y el Código de Ética de WRO, que buscan garantizar una competencia justa y centrada en el aprendizaje.
- En el día de la competencia, equipos y entrenadores deben respetar las decisiones finales de los jueces y colaborar con otros equipos y jueces para una competencia justa.

Más información sobre el Código de Ética de WRO se puede encontrar aquí:

link.wro-association.org/Ethics-Code

2. Definición de equipos y grupos de edad

- 2.1. Un equipo está conformado por **2 o 3 estudiantes**.
- 2.2. Cada equipo debe contar con **un coach (entrenador)**.
- 2.3. **Un solo estudiante y un coach no constituyen un equipo** y no pueden participar.
- 2.4. Un equipo **solo puede participar en una categoría de WRO por temporada**.
- 2.5. Cada estudiante **solo puede formar parte de un equipo**.
- 2.6. La **edad mínima del coach** en un evento internacional es de **18 años**.
- 2.7. Un coach **puede apoyar a más de un equipo**.
- 2.8. El **grupo de edad para esta categoría** corresponde a estudiantes de **14 a 22 años**. (*Temporada 2026: estudiantes nacidos entre 2004 y 2012*)
- 2.9. La **edad máxima** se determina por la edad que el participante **cumple dentro del año calendario de la competencia**, no por la edad que tenga el día del evento.

3. Responsibilities and team's own work

- 3.1. El equipo debe competir de manera **justa** y mostrar **respeto** hacia otros equipos, coaches, jueces y organizadores.
Al participar en WRO, equipos y coaches aceptan los **Principios Rectores de WRO**, disponibles en: link.wro-association.org/Ethics-Code.
- 3.2. Todos los equipos y coaches deben **firmar el Código de Ética de WRO**.
El organizador de la competencia definirá el mecanismo para su recopilación y firma.
- 3.3. La **programación del vehículo y su construcción** (cuando aplique) **deben ser realizadas únicamente por el equipo**.
El rol del coach es acompañar y apoyar al equipo a nivel organizativo y resolver dudas, **pero no programar ni construir el vehículo por cuenta propia**.
Esto aplica tanto durante la preparación como el día de la competencia.
- 3.4. Durante la competencia, **no está permitido que el equipo se comunique con personas fuera del área de competencia**.
En caso necesario, un juez podrá autorizar la comunicación **bajo su supervisión**.
- 3.5. Los integrantes del equipo **no pueden ingresar ni utilizar teléfonos celulares ni dispositivos de comunicación** dentro del área de competencia.
- 3.6. Está **prohibido dañar, manipular o interferir** con las mesas de competencia, materiales o vehículos de otros equipos.
- 3.7. **No está permitido utilizar programas de control del vehículo** que:
 - a) Sean iguales o demasiado similares a soluciones vendidas en línea, o
 - b) Sean iguales o demasiado similares a los de otro equipo en la competencia y claramente **no sean trabajo propio**.
Esto incluye soluciones de equipos de la misma institución y/o país.
Los vehículos construidos con kits y componentes modulares **serán revisados por posible plagio**. Los vehículos o sets manufacturados que estén permitidos en la competencia **no serán evaluados por plagio**.
- 3.8. Si existe una **sospecha de incumplimiento** relacionada con las reglas **3.3 y 3.7**, el equipo será **sujeto a investigación**, y podrán aplicarse las sanciones indicadas en la regla **3.9**. En particular, podrá aplicarse la regla **3.9.4**, que permite **impedir que el equipo avance a la siguiente etapa**, incluso si hubiera ganado la competencia con una solución que probablemente no sea de su autoría.

- 3.9. Si **alguna de las reglas mencionadas en este documento es incumplida o violada**, los jueces podrán decidir aplicar **una o varias de las siguientes sanciones**.
Previamente, el equipo o algunos de sus integrantes **podrán ser entrevistados** para obtener mayor información sobre la posible infracción. Estas entrevistas pueden incluir **preguntas sobre el vehículo o el programa**.
- 3.9.1. El equipo **podrá no ser autorizado a participar** en una o más rondas del reto.
- 3.9.2. El equipo **podrá recibir una reducción de hasta el 50 % de la puntuación** en una o más rondas del reto.
- 3.9.3. El equipo **podría no calificar** para la siguiente ronda del torneo.
- 3.9.4. El equipo **podría no calificar** para la final nacional y/o internacional.
- 3.9.5. El equipo **podrá ser descalificado completamente** de la competencia.

Nota: Deseamos destacar algunas **violaciones recurrentes al reglamento** que en competencias anteriores han derivado en sanciones.

Les pedimos tener en cuenta los siguientes puntos para **evitar retrasos innecesarios por ajustes durante la competencia y prevenir penalizaciones**:

Sistemas de tracción:

Las ruedas motrices deben estar **conectadas físicamente entre sí**, por ejemplo, mediante una caja de engranes. **No está permitido utilizar un motor por cada lado del robot.** (Ver reglas 11.3 y 11.5).

Procedimiento de arranque: El robot debe seguir el **procedimiento de inicio establecido en el reglamento**: un botón para encender el robot y **otro botón independiente para iniciar el programa**. **No se permiten interacciones adicionales.** (Ver reglas 9.10 y 9.11).

Repositorios de GitHub:

Los repositorios de GitHub deben permanecer en línea y ser de acceso público durante al menos un año después del evento. En caso de no cumplirse este requisito, el repositorio **será republicado por la Asociación WRO**. (Ver capítulo 7).

Desarrollo independiente del robot: Cada robot debe ser desarrollado de manera **independiente por cada equipo**. **No está permitido el desarrollo conjunto de robots** con ajustes menores que solo busquen aparecer diferentes a simple vista. Estos robots **seguirán siendo considerados idénticos**. Esta conducta se considera un **engaño deliberado** y constituye una **violación al Código de Ética**. (Ver capítulo 3).

4. Documentos del juego jerarquía de reglas

- 4.1. Cada año, WRO publica una **nueva versión de las reglas generales** para esta categoría, que incluye la **descripción específica del juego de vehículos autónomos**. Estas reglas constituyen la **base para todos los eventos internacionales de WRO**.
- 4.2. Durante la temporada, WRO puede publicar **Preguntas y Respuestas (Q&A)** adicionales que pueden **aclarar, ampliar o redefinir** las reglas establecidas en los documentos del juego y en las reglas generales. Los equipos deben **revisar estos Q&A antes de la competencia**.
- 4.3. El documento de reglas generales y los Q&A **pueden variar según el país**, debido a adaptaciones locales realizadas por el **Organizador Nacional**. Los equipos son responsables de **informarse sobre las reglas vigentes en su país**. Para cualquier evento internacional de WRO, **solo será válida la información publicada directamente por WRO**. Los equipos que califiquen a un evento internacional deben **verificar posibles diferencias entre las reglas locales y las internacionales**.

- 4.4. El día de la competencia se aplicará la siguiente **jerarquía de reglas**:
- 4.4.1. El **documento de reglas generales** constituye la base de las reglas de esta categoría.
 - 4.4.2. Las **Preguntas y Respuestas (Q&A)** pueden **modificar o sustituir** lo establecido en los documentos del juego y en las reglas generales.
 - 4.4.3. El **juez principal** de la competencia tiene la **decisión final** ante cualquier situación o controversia.

5. Descripción del juego y del campo de competencia

Los retos de **vehículos autónomos** de esta temporada son **carreras contrarreloj (Time Attack)**: no habrá varios vehículos al mismo tiempo en la pista. En su lugar, **un solo vehículo por intento**, buscará lograr el **mejor tiempo posible**, recorriendo **varias vueltas de manera completamente autónoma**.

Los dos retos son los siguientes:

Reto Abierto (Open Challenge): El vehículo debe completar **tres (3) vueltas** en la pista, con **colocación aleatoria de los muros interiores** del circuito.

Reto con Obstáculos (Obstacle Challenge): El vehículo debe completar **tres (3) vueltas** en la pista con **señales de tráfico verdes y rojas colocadas de manera aleatoria**.

Las señales indican **el lado del carril por el que debe circular el vehículo**: La señal para **mantenerse del lado derecho del carril** es un **pilar rojo**. La señal para **mantenerse del lado izquierdo del carril** es un **pilar verde**.

El vehículo **no debe mover ninguna de las señales de tráfico**. Una vez que el robot haya completado las **tres vueltas**, deberá **localizar el área de estacionamiento y realizar una maniobra de estacionamiento en paralelo**.

La **dirección de inicio** en la que el vehículo debe circular en la pista (**sentido horario o antihorario**) variará entre las distintas rondas del reto. La **sección inicial del vehículo**, así como el **número y la ubicación de las señales de tráfico**, se definen **de manera aleatoria antes de cada ronda** (después del tiempo de revisión técnica).

La siguiente imagen muestra el **campo de juego con los elementos del reto**.



Imagen 1: Detalle del campo de juego

El **campo de juego** representa una **pista de carreras** en la que se colocan **señales de tránsito**, representadas por **obstáculos de colores** (pilares).

La pista está compuesta por **ocho secciones: cuatro secciones de curva y cuatro secciones rectas**. Las **secciones de curva** están marcadas con **líneas punteadas rojas** en la siguiente figura. Las **secciones rectas** están marcadas con **líneas punteadas azules**.

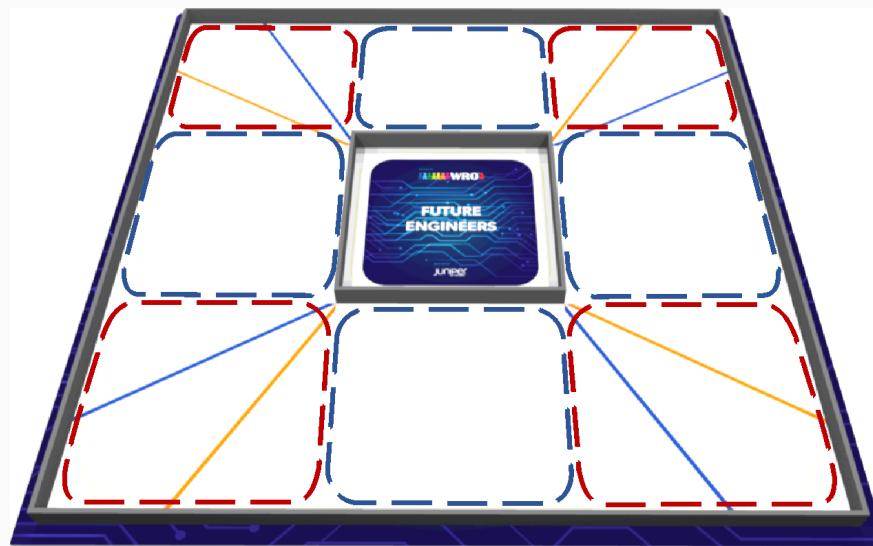


Imagen 2: Diferentes tipos de secciones en el campo de juego

Cada **sección recta** se divide en **6 zonas**. Las **seis zonas internas** dentro de la sección pueden utilizarse como **posiciones iniciales del vehículo**. Para la colocación de las **señales de tránsito**, se utilizan: **4 intersecciones en forma de “T”, y 2 intersecciones en forma de “X”**. Los puntos específicos donde pueden colocarse las señales de tránsito se denominan **“asientos de señales de tránsito”** (*traffic signs' seats*).

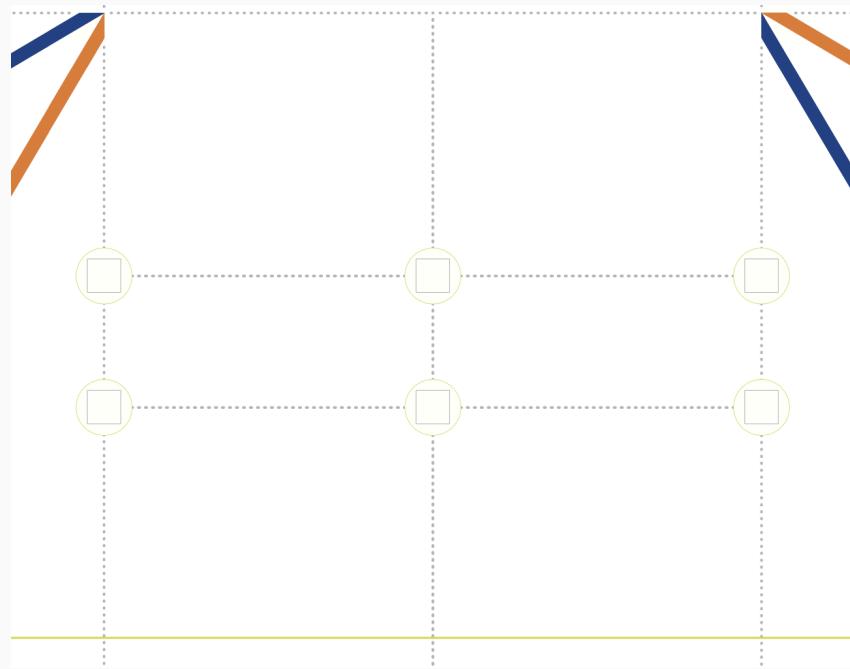


Imagen 3: Zonas y asientos de señales de tránsito en la sección recta

En el **Reto con Obstáculos**, se coloca un **cajón de estacionamiento** dentro de la **sección recta** que se utiliza para el **arranque del robot**. El **ancho del cajón de estacionamiento** es **siempre de 20 cm**. La **longitud es variable** y se calcula como:

1.5 × la longitud del robot. El cajón de estacionamiento está delimitado por **dos elementos de madera de 20 cm × 2 cm × 10 cm**, de color **magenta**. El **elemento derecho** se coloca **justo junto a la línea punteada**.

La **posición del elemento izquierdo** se define conforme a lo descrito anteriormente, de acuerdo con la longitud calculada del cajón.

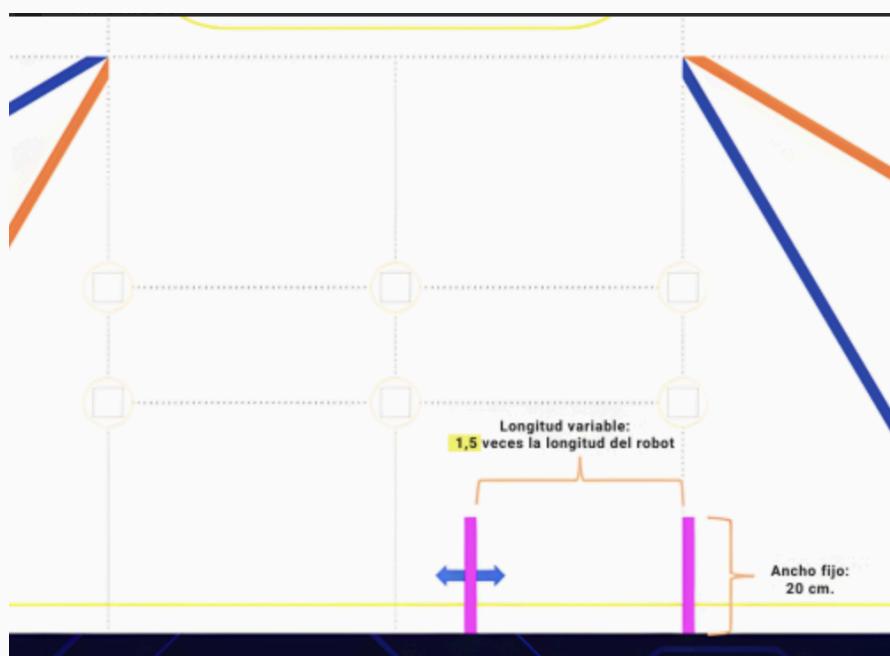


Imagen 4: Definición del tamaño del estacionamiento

6. Regla Sorpresa

Para la **competencia internacional**, se puede anunciar una **regla sorpresa** antes de la Final Internacional. Esta regla puede **agregar, modificar o cambiar** reglas existentes, y los equipos clasificados **contarán con tiempo para prepararse** antes del evento.

Nota: En el pasado, la regla sorpresa **no se utilizó con frecuencia**. Se espera que la **regla sorpresa sea aplicada** en las competencias internacionales de la **temporada 2026**.

7. Documentación de ingeniería en GitHub

La **ingeniería real** consiste en **crear una solución y comunicar o compartir la idea con otros** para llevar el concepto un paso más adelante. Además de diseñar y programar el vehículo, los equipos deben **proporcionar documentación** que presente su **progreso de ingeniería**, el **diseño final del vehículo** y el **código fuente final** del vehículo. Esta documentación debe **subirse a un repositorio público de GitHub**, y además se debe **entregar una copia impresa** durante la **final internacional**. Los detalles sobre la **evaluación y puntuación de la documentación** pueden consultarse en el **Apéndice C** de este documento. Para la **competencia internacional**, **toda la información y documentación en GitHub debe estar en idioma inglés**.

Cada equipo debe proveer lo siguiente:

- **Descripción, información y justificación** sobre la **movilidad del vehículo**, su **sistema de potencia, sensado y gestión de obstáculos**.
- **Fotografías del vehículo** desde **todos los lados**, así como **vista superior e inferior**, además de una **fotografía del equipo**.
- **Enlace a YouTube** (debe ser público o accesible mediante enlace) que muestre al **vehículo operando de manera autónoma**. La parte del video donde se demuestre la conducción autónoma debe tener una **duración mínima de 30 segundos**. Se debe proporcionar **un video por cada reto**.
- **Enlace a un repositorio público de GitHub** que contenga el **código de todos los componentes** que hayan sido programados para participar en la competencia. El repositorio también puede incluir archivos de **modelos utilizados por impresoras 3D, cortadoras láser y máquinas CNC** para la fabricación de los elementos del vehículo. El **historial de commits** debe contener **al menos 3 commits**, con las siguientes condiciones:
 - El **primer commit** debe realizarse a más tardar dos meses antes de la **competencia** y debe contener **al menos una quinta parte (1/5) del código final**.
 - El **segundo commit** debe realizarse a más tardar un mes antes de la **competencia**.

- El **tercer commit** debe realizarse a más tardar dos semanas antes de la competencia.
Nota: Este commit será el **principal utilizado para la evaluación y puntuación de la documentación**. Cambios realizados posteriormente podrían no ser **considerados** en la evaluación. Asegúrense de que **toda la información importante** se encuentre en el repositorio en este momento.
- Se permiten **más commits adicionales**.

El repositorio debe contener un archivo **README.md** con una **descripción breve en inglés** (no menor a **5,000 caracteres**) de la solución desarrollada.

El objetivo de esta descripción es aclarar: De qué **módulos consta el código**, cómo se **relacionan con los componentes electromecánicos** del vehículo, y cuál es el **proceso para compilar, cargar y ejecutar** el código en los controladores del vehículo. Existe una **plantilla oficial para el repositorio de GitHub**, disponible en: <https://github.com/World-Robot-Olympiad-Association/wro2022-fe-template>

El enlace al repositorio de GitHub debe proporcionarse a más tardar tres semanas antes de la competencia. Los organizadores anunciarán la fecha y hora exactas. El repositorio debe ser **público desde el momento de su envío** para una competencia internacional y permanecer público por al menos **12 meses después de la competencia**. La filosofía de **Future Engineers** es impulsar a **nuevos equipos**, apoyándolos para encontrar soluciones existentes e inspirarse en ellas.

Si el repositorio **no es público antes del evento**, el equipo **recibirá una penalización**. Los **repositorios de GitHub** deben configurarse para **visualización pública** y su **contenido debe ser accesible**. El **código proporcionado en GitHub y en la copia impresa** debe estar **correctamente documentado**, incluyendo **comentarios claros dentro del código**. Los jueces podrían **no tener acceso a los programas específicos** que los equipos utilicen para desarrollar su código, como **EV3, SPIKE o Scratch**.

Nota: La copia impresa tiene dos propósitos:

1. Puede utilizarse en caso de que el **repositorio de GitHub no sea accesible**, lo cual **podría resultar en una reducción de puntos**.
2. Es utilizada por los jueces para **dar seguimiento a los equipos y a sus robots durante la competencia**.

La fuente principal para la evaluación y asignación de puntos es el **repositorio de GitHub**.

8. Rondas de reto

Para la **Final Internacional** se llevarán a cabo al menos cuatro rondas:

dos del Reto Abierto (Open Challenge) y dos del Reto con Obstáculos (Obstacle Challenge). La dirección de cada ronda, la posición de arranque y la configuración de la pista se seleccionarán de manera aleatoria. La dirección en la que el vehículo debe desplazarse durante cada reto se denomina **dirección de conducción del reto**.

Rondas del reto abierto

Durante las rondas del **Reto Abierto**, la pista no contará con señales de tránsito.

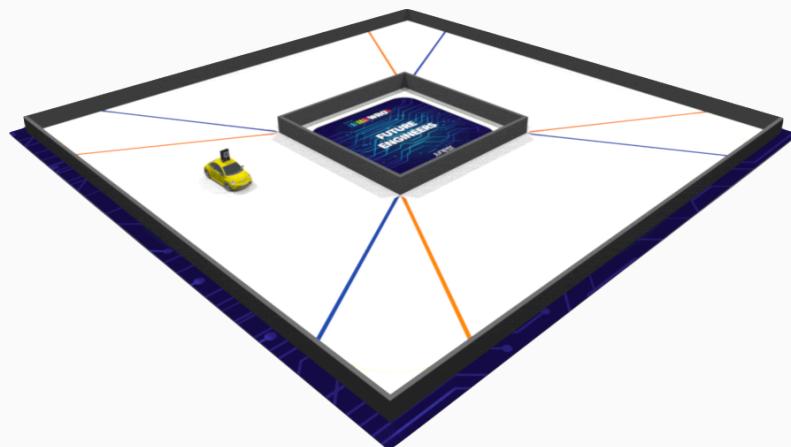
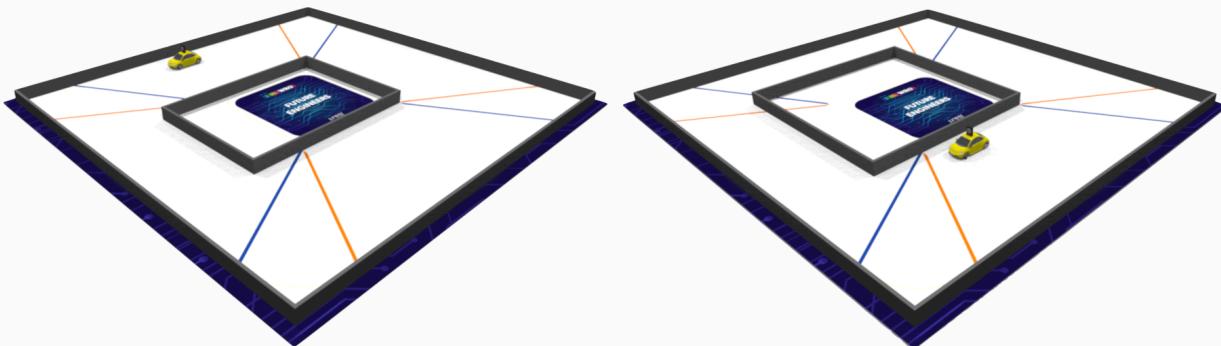


Imagen 5: Campo de juego para las rondas del reto abierto

La distancia entre los bordes de la pista puede ser de **1000 mm o 600 mm**, con una tolerancia de ± 100 mm para la Final Internacional.



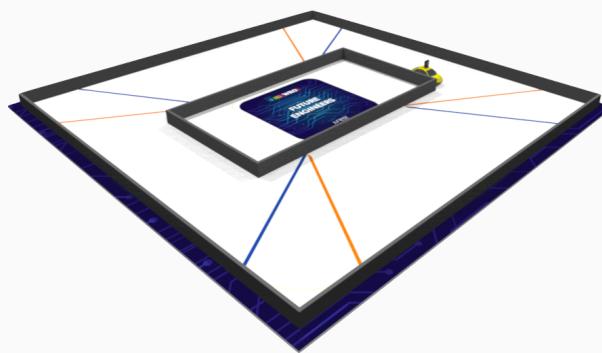


Imagen 6: Ejemplo de variaciones del campo de juego para las rondas de Reto Abierto

Después de seleccionar la **dirección de circulación** en la pista, se puede utilizar el siguiente **procedimiento** para determinar la **sección de arranque del vehículo** y la **distancia entre los bordes de la pista**:

1. **Lanzar una moneda dos veces** para determinar la **sección de inicio**. La figura siguiente muestra **qué sección corresponde a cada combinación de lanzamientos** (por ejemplo, “**águila y sol**” significa que el primer lanzamiento fue **águila** y el segundo **fue sol**).

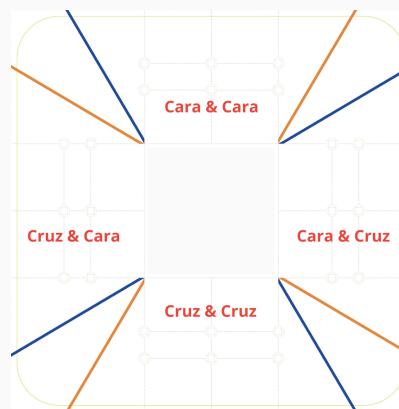


Imagen 7a: Combinaciones de lanzamiento de moneda para determinar la sección de arranque

2. **Lanzar la moneda cuatro veces** para determinar la **sección en la que se reducirá la distancia entre los bordes de la pista**. El **primer lanzamiento** corresponde a la **sección de arranque**. El **segundo lanzamiento** corresponde a la **siguiente sección en sentido horario**, y así sucesivamente. **Águila** indica un **corredor ancho**. **Sol** indica un **corredor angosto**.

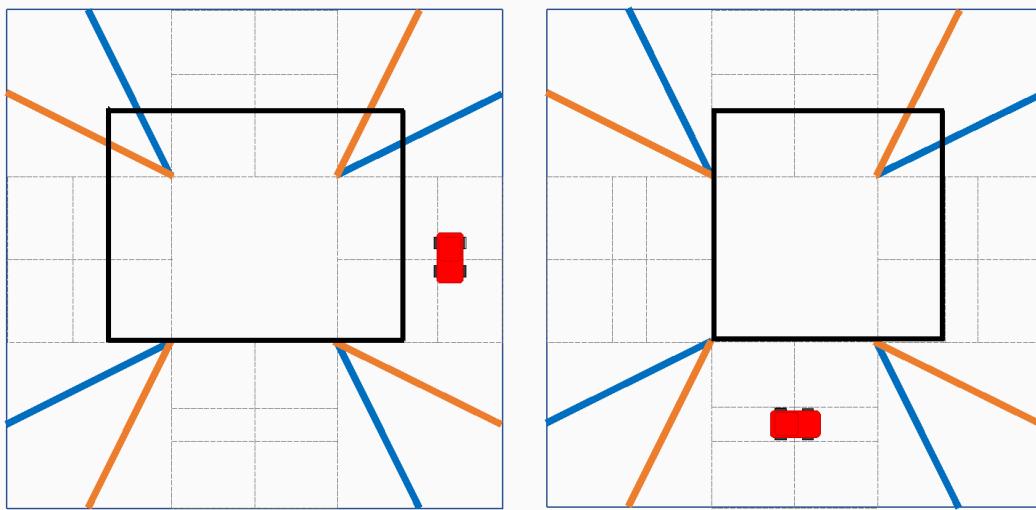


Imagen 7b. El esquema de la izquierda corresponde a los resultados de lanzamiento de moneda “sol-águila-sol-sol” El esquema de la derecha corresponde a los resultados “Águila-Águila-sol-sol”

3. Lanzar un dado para determinar la **zona exacta de arranque**. La **zona superior izquierda** corresponde al número “1”. La **zona inferior derecha** corresponde al número “6”. Si la zona resultante se encuentra **dentro del muro perimetral**, el dado deberá **lanzarse nuevamente**.



Imagen 7c. Correspondencia de zonas con las caras del dado

Este procedimiento se realizará **después del tiempo de revisión técnica y antes de cada ronda clasificatoria**, de modo que la **posición inicial del vehículo** y las **distancias entre los bordes de la pista** sean **diferentes en cada ronda del reto**.

Rondas del reto con Obstáculos

Durante las rondas del **Reto con Obstáculos**, los **pilares rojos y verdes** se colocarán en la pista como **señales de tránsito**. Además, se colocarán **dos delimitadores** que formarán un **cajón de estacionamiento**.

La distancia entre los bordes de la pista será **siempre de 1000 mm**, con una **tolerancia de ± 10 mm** para la **Final Internacional**.

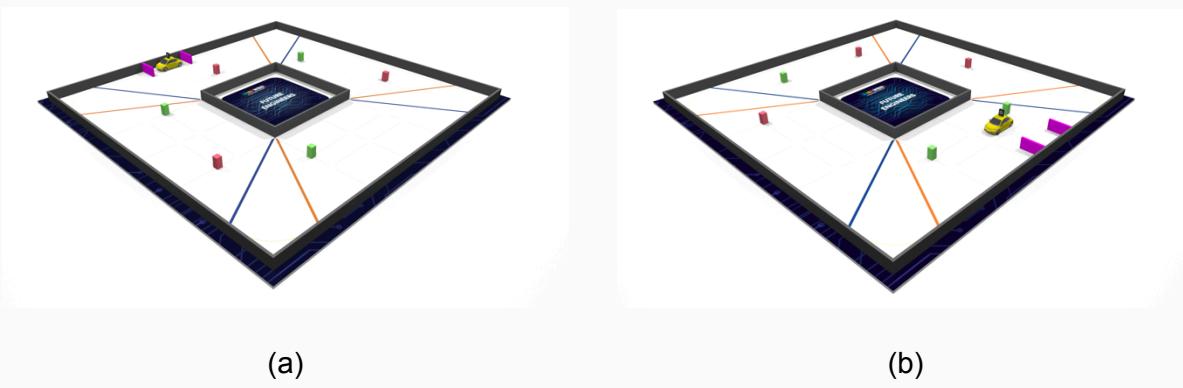


Imagen 8a: Ejemplos del campo de juego para las rondas del reto con obstáculos

La sección de arranque del vehículo, las posiciones de los pilares de colores y la ubicación del cajón de estacionamiento pueden determinarse mediante el siguiente **procedimiento** (suponiendo que la **dirección de conducción de la ronda** ya fue definida por separado):

1. **Lanzar una moneda dos veces** para determinar la **sección en la que se colocará la señal de tránsito única**. La figura siguiente muestra **qué sección corresponde a cada combinación de lanzamientos** (por ejemplo, “sol y águila” significa que el primer lanzamiento fue sol y el segundo fue águila).

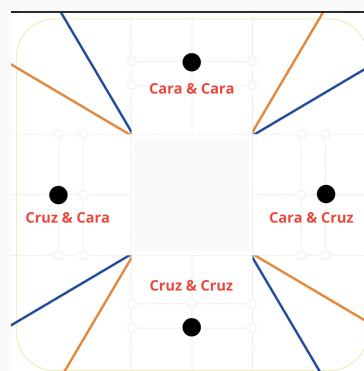


Imagen 8b. Combinaciones del lanzamiento de moneda para determinar la sección con una señal de tráfico

2. **Lanzar la moneda una vez** para determinar el **color de la señal de tránsito** en la sección definida en el paso anterior: **Águila** indica una **señal verde**. **Sol** indica una **señal roja**.
3. **Tomar 36 tarjetas**, como se muestra en la figura 11, y **retirar la tarjeta 9 o la tarjeta 10** del conjunto, según el color de la señal definido en el paso anterior: Si se eligió **señal verde**, se retira la **tarjeta 9**. Si se eligió **señal roja**, se retira la **tarjeta 10**. Colocar las **35 tarjetas restantes** en una **caja o bolsa no transparente**. Tomar **una tarjeta al azar** de la caja; esta determinará la **ubicación de las señales de tránsito** en la **sección recta siguiente** (considerada en sentido horario) después de la sección definida en el paso anterior. La **línea negra gruesa** en la tarjeta indica el **borde interno del campo de juego**. La tarjeta **no debe devolverse** a la caja. Tomar **una segunda tarjeta**, que determinará la ubicación de las señales de tránsito en la **siguiente sección recta**. Repetir este procedimiento para las

secciones rectas restantes.

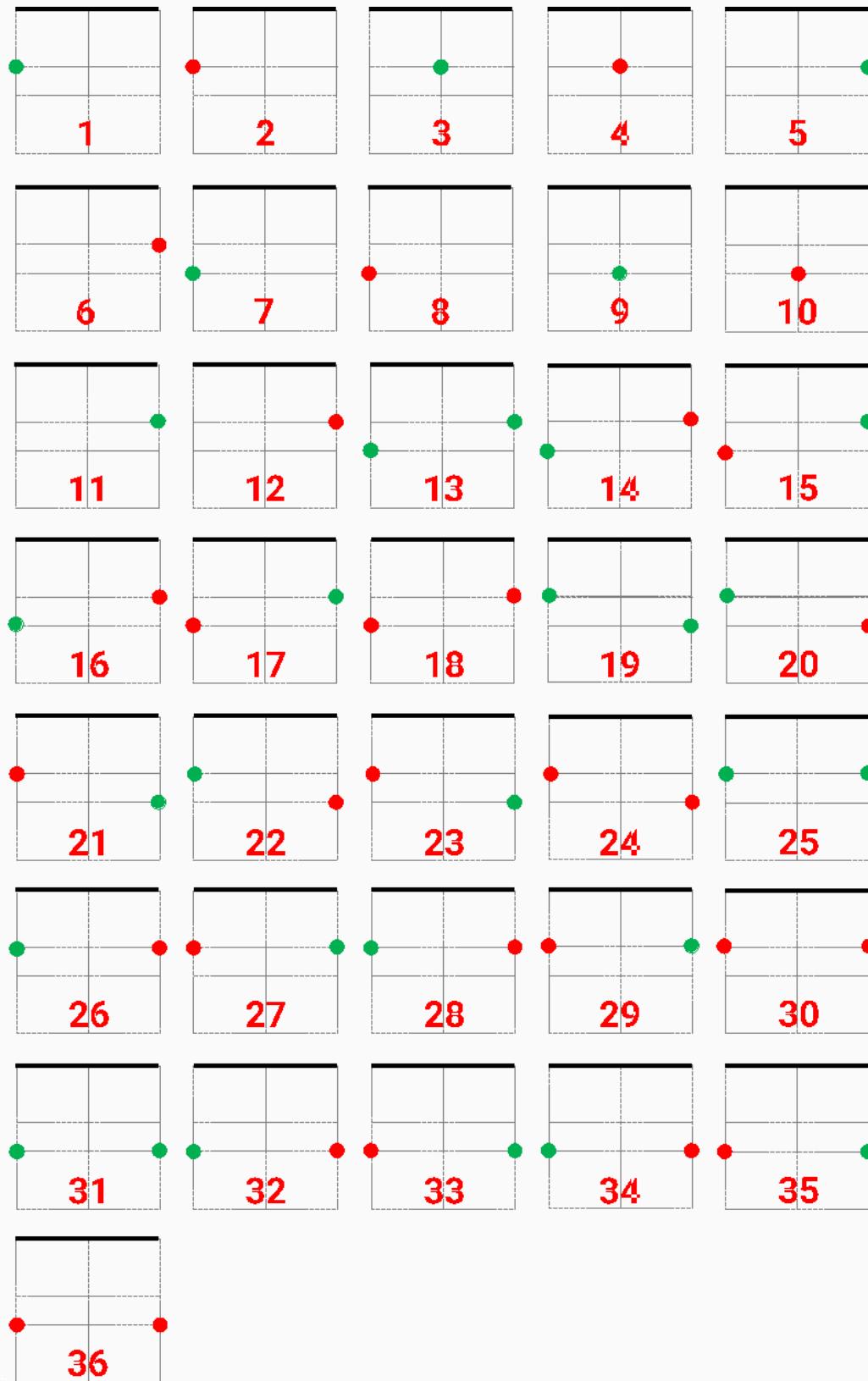


Imagen 8c. 36 tarjetas con las posiciones de las señales de tránsito dentro de una sección

** Nota: La duplicación de algunas de las tarjetas es intencional

4. El **cajón de estacionamiento** siempre se colocará en la **sección de arranque**. La **posición de la sección de arranque** (incluyendo el cajón de estacionamiento) se determinará mediante otro par de **lanzamientos de moneda**.

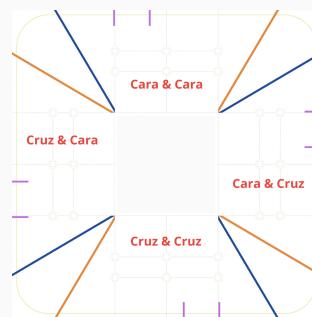


Imagen 8d. Lanzamiento de moneda para determinar la ubicación del cajón de estacionamiento

Una vez colocado el cajón de estacionamiento, **todas las señales de tránsito** ubicadas en esa **sección** se **desplazarán hacia las posiciones más cercanas al muro interior**.

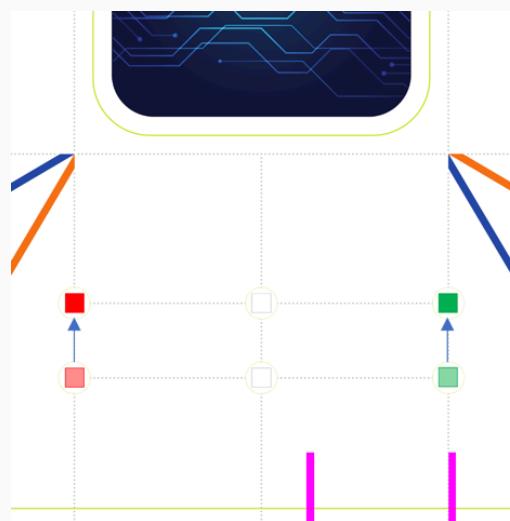


Imagen 8e. Desplazamiento de las señales de tránsito según la posición del cajón de estacionamiento

El **equipo decide** si desea iniciar el **robot** desde dentro del **cajón de estacionamiento** o desde la **zona central** ubicada arriba del **cajón** (ver figura 8a).

El **inicio desde el cajón de estacionamiento** otorgará **puntos adicionales**.

Nota: Los **puntos adicionales** solo se otorgarán **si el robot completa al menos una vuelta completa**.

9. Reglas específicas del juego

Duración de las rondas del reto

- 9.1. Las rondas de Reto Abierto tendrán una duración de tres minutos.
- 9.2. Las Rondas de Reto con Obstáculos tendrán una duración de tres minutos.

Configuración inicial

- 9.3. La dirección de la circulación en la pista se elige de manera aleatoria antes de cada ronda del reto en la serie, después del tiempo de revisión técnica.
- 9.4. La posición de arranque del vehículo y la configuración del campo de juego se determinan **antes de iniciar cada ronda**, después del tiempo de revisión técnica.
- 9.5. La dirección de circulación, la posición de arranque y la configuración del campo permanecen iguales para todos los equipos durante la misma ronda.

Inicio de la ronda

- 9.6. El vehículo se coloca en la **zona de arranque completamente APAGADO**.
- 9.7. La posición del vehículo en la zona de arranque debe ser tal que la **proyección del vehículo sobre el tapete de competencia** se encuentre completamente dentro de la zona de arranque.
- 9.8. El vehículo debe orientarse de manera que las **dos ruedas del eje delantero** (los jueces deberán preguntar previamente al equipo **cuál es el eje delantero**) estén ubicadas **más cerca de la siguiente sección de curva** en la dirección de conducción del reto, mientras que las **otras dos ruedas** estén ubicadas **más cerca de la sección de curva en sentido opuesto**.
- 9.9. Se permiten **ajustes físicos** al vehículo (como parte del tiempo de preparación). Sin embargo, **no está permitido introducir datos al programa** mediante el cambio de posición u orientación de partes del vehículo, ni realizar **calibraciones de sensores** en el vehículo. Tampoco está permitido introducir datos mediante el **cambio en la configuración de interruptores**, si los hubiera. Si un equipo introduce datos mediante ajustes físicos, **será descalificado de esa ronda**.
- 9.10. Posteriormente, el vehículo se **enciende**. **Solo está permitido un interruptor** para encender el vehículo.
- 9.11. Una vez encendido el vehículo, este debe permanecer en un **estado de espera**, esperando a que se presione el **botón de inicio (Start)**. El botón de inicio puede estar en la **SBC/SBM principal** o ser un **botón físico instalado de forma independiente**. **Solo se permite un botón de inicio**. En un **EV3**, solo se permitirá **un programa**. El botón **Run** debe presionarse para iniciar el **último programa cargado** en el **EV3**. Posteriormente, el **EV3** debe **esperar a que se presione el botón de inicio**. El botón de inicio en el **EV3** puede ser un **sensor táctil** o el **botón de flecha derecha**. En un **robot SPIKE**, **solo se permite un botón de inicio**. Debe seguirse **el mismo procedimiento que para el EV3**.
- 9.12. Es responsabilidad del **equipo verificar la configuración de la pista** y asegurarse de que sea correcta. El juez preguntará si el equipo está listo, y el equipo deberá responder **“Sí”** para indicar su **aceptación de la configuración de la pista**. **No se permitirán reinicios** si el equipo se da cuenta **después del inicio** de que la configuración de la pista no era correcta.
- 9.13. Un juez dará la **señal de inicio** del vehículo y contará: **“Tres, dos, uno, ¡ya!”**. En el comando **“¡ya!”**, se presiona el **botón de inicio** y comienza el **tiempo del intento**. El vehículo contará con el **tiempo establecido en las reglas del juego** para completar la ronda.
- 9.14. Al presionar el **botón de inicio**, el vehículo debe **comenzar su acción para intentar completar la ronda y empezar a moverse**.

Piezas adicionales

- 9.15. No está permitido que el vehículo **deje piezas adicionales** en el campo de juego ni que **deje marcas no removibles** (por ejemplo, pintura) durante la ronda de manera intencional. Si el vehículo infringe esta regla, la ronda será **detenida** y el vehículo deberá ser **detenido por un integrante del equipo**. La **puntuación de esa ronda será cero** y el **tiempo registrado será el máximo**. Los jueces tienen derecho a **inspeccionar el código del equipo** si sospechan una situación de este tipo.

Durante la ronda

- 9.16. El vehículo debe circular en la **dirección definida previamente** como la **dirección de conducción del reto**, antes del inicio de la ronda.
- 9.17. Las **dimensiones del vehículo** no deben exceder **300 × 200 mm** y **300 mm** de altura.
- 9.18. El vehículo **no está permitido mover los muros** (siempre que no estén fijados permanentemente al campo). Si el vehículo viola esta regla, la ronda será **detenida**, el vehículo deberá ser **detenido por un integrante del equipo**, la **puntuación será cero** y el **tiempo será el máximo**. Si el vehículo **toca o golpea** los muros y **estos no se mueven**, el vehículo puede **continuar la ronda sin penalización**. Si al tocar o golpear los muros el vehículo **se detiene**, se permite realizar una **acción de reparación**, y se **aplicarán penalizaciones**. Durante las rondas del **Reto Abierto**, el vehículo **no puede tocar el muro perimetral exterior**.
- 9.19. El vehículo debe rebasar correctamente las señales de tránsito: La señal representada por el pilar rojo debe pasarse por la derecha (imagen a). La señal representada por el pilar verde debe pasarse por la izquierda (imagen b). El Apéndice A, sección 5, define cuándo una señal fue pasada por el lado incorrecto y cómo se puntúa esa falta.

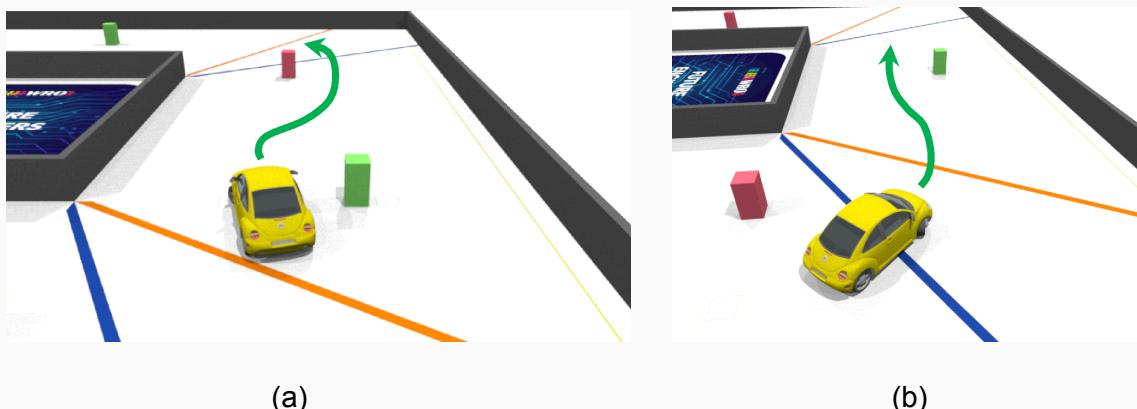


Imagen 9: Regla para rebasar las señales de tránsito

- 9.20. El vehículo puede **tocar, mover o derribar** las señales de tránsito (pilares de color) **siempre que la proyección de la señal se mantenga dentro del círculo dibujado alrededor de su base**. Para más detalles, consultar el **Apéndice A, sección 1**.
- 9.21. El vehículo puede **circular en sentido contrario** a la dirección de conducción de la ronda **únicamente en dos secciones**: La sección donde se realizó el **cambio de dirección**, y **La sección vecina**.
- 9.22. El vehículo debe **regresar a la sección de arranque** después de completar **tres vueltas** para obtener **puntos adicionales**.

- 9.23. El vehículo debe **regresar a la sección de arranque** después de completar **tres vueltas** para obtener **puntos adicionales**.**Nota:** En el momento en que el vehículo **sale parcialmente** de la sección de arranque, **esta sección pasa a considerarse la sección de meta**.
- 9.24. **Una vez por ronda**, el equipo puede **solicitar permiso para realizar una acción de reparación**, que consiste en: retirar el vehículo de la pista, corregir el problema mecánico o electrónico, y volver a colocar el vehículo en la pista **en el centro de la sección de donde fue retirado**. El vehículo **puede apagarse** al retirarlo de la pista y **puede encenderse nuevamente** una vez que se coloque de nuevo en la pista. El vehículo puede apagarse y encenderse nuevamente **presionando el botón de inicio**. El **cronómetro de la ronda no se detiene** durante la acción de reparación. El permiso solo puede concederse **si el vehículo está detenido**. Las razones válidas para una detención incluyen **fallas electrónicas o mecánicas**, o que el vehículo **haya golpeado un muro y quedado atascado**, o que se haya **detenido sin causa aparente**. No se otorgará permiso si el vehículo **está en movimiento**, lo cual se define como que **alguna de sus partes se desplace aproximadamente 50 mm en 5 segundos**. Tampoco se otorgará permiso si el vehículo **ya inició la tercera vuelta** (es decir, si ya pasó completamente la sección de curva previa a la última vuelta). No está permitido **cargar programas** en ningún controlador del vehículo como parte de las acciones de reparación, ni **introducir datos de ningún tipo**. El equipo que viole estas reglas será **descalificado de la ronda: la puntuación será cero y el tiempo registrado será el máximo**.

Fin de la ronda:

- 9.25. La ronda termina y el tiempo se detiene si ocurre **cualquiera** de las siguientes condiciones:
- 9.25.1. El tiempo límite de la ronda expira.
- 9.25.2. **En el Reto Abierto:** después de **tres vueltas completas**, el vehículo se **detiene en la sección de meta**, de modo que la **proyección del vehículo sobre el tapete** quede **completamente dentro de dicha sección**. Para más detalles, consultar el **Apéndice A, sección 2**.**Nota 1:** El vehículo debe **detenerse de manera autónoma** en la sección de meta. Si un integrante del equipo **provoca el final de la ronda** utilizando alguno de los métodos descritos a continuación cuando el vehículo se encuentra dentro de la sección de meta, **no se considerará una detención autónoma y no se asignarán puntos** por la detención en la sección de meta.**Nota 2:** Para demostrar una **detención completa** en la sección de meta, el vehículo **no debe continuar moviéndose después de 15 segundos**. Si al finalizar la ronda el vehículo sigue en movimiento, los jueces pueden considerar el comportamiento **ambiguo y no asignar puntos** por la detención en la sección de meta.
- 9.25.3. En el **Reto Abierto**: después de **tres vueltas completas**, el vehículo **rebasa la sección de meta**, de manera que su proyección quede **completamente dentro de la sección de curva siguiente** a la sección de meta, en la **dirección de conducción del reto**. Para más detalles, consultar el **Apéndice A, sección 3**. El vehículo **cruza los límites de la sección** mientras circula en **sentido contrario** a la dirección de conducción de la ronda. Para más detalles, consultar el **Apéndice A, sección 4**.
- 9.25.4. En el **Reto con Obstáculos**: después de que se hayan completado **tres vueltas correctamente**, el vehículo se **detiene**, ya sea en la **sección correcta** o en el **cajón de estacionamiento**.
- 9.25.5. En el **Reto con Obstáculos**: después de pasar una **señal de tránsito por el lado incorrecto**, el vehículo **cruza completamente la línea** que va del **borde interno al borde externo** en la sección donde se encuentra dicha señal. Para más detalles, consultar el **Apéndice A, sección 5**.
- 9.25.6. En el **Reto con Obstáculos**: el robot **mueve una señal de tránsito fuera del círculo** permitido.
- 9.25.7. En el **Reto con Obstáculos**: el robot **toca los delimitadores del cajón de estacionamiento**.

- 9.25.8. Las **dimensiones del vehículo** continúan **excediendo el límite permitido**, incluso después del **tiempo de reparación de 3 minutos**.
- 9.25.9. **Cualquier integrante del equipo** toca el vehículo **sin la autorización del juez** para realizar acciones de reparación.
- 9.25.10. **Cualquier integrante del equipo** toca el **tapete de competencia o los muros** sin la **autorización del juez** para realizar acciones de reparación.
- 9.25.11. **Cualquier integrante del equipo** toca los **elementos del juego**.
- 9.25.12. El vehículo **sale de la pista** (por mover los muros) o **sale del campo de juego**.
- 9.25.13. El vehículo o algún integrante del equipo **daña el campo de juego o algún elemento del juego**.
- 9.26. De acuerdo con las reglas anteriores, el equipo **puede detener voluntariamente su intento** (por ejemplo, tocando el muro del campo o incurriendo en cualquiera de las situaciones mencionadas). Sin embargo, **no será posible reanudar el intento después de la detención**, y la **ronda se dará por finalizada**.
- 9.27. Los jueces **basarán sus decisiones en el reglamento y en el juego limpio**. Los jueces tienen la **decisión final** el día de la competencia. Si existe **alguna ambigüedad** durante la ejecución de la tarea, los jueces **resolverán a favor del resultado más desfavorable** posible, de acuerdo con el contexto de la situación.

10. Puntuación

- 10.1. La **puntuación oficial** se calculará al final de **cada ronda del reto**.
- 10.2. La **puntuación máxima** se calcula de la siguiente manera:
 - 10.2.1. **30 puntos** para la ronda del **Reto Abierto** ($1.1 + 1.2 + 1.3$).
 - 10.2.2. **62 puntos** para la ronda del **Reto con Obstáculos** ($1.1 + 1.2 + 1.3$ y *alguno de 1.4 o 1.5, o 1.6 o 1.7, más 1.8*).
 - 10.2.3. **30 puntos** por la **documentación del diario de ingeniería**.
 - 10.2.4. La **puntuación máxima total** es de **122 puntos** ($\approx 75\% \text{ desempeño del vehículo y } \approx 25\% \text{ documentación}$).

	Requisitos de Puntuación	Valor	Total disponible
1.	Conducción en el Reto Abierto y Reto con Obstáculos		
1.1.	El vehículo avanza desde una sección en la dirección de conducción del reto . Esto aplica para la sección de arranque , pero no aplica para la sección de meta ni para la sección inmediatamente posterior.	1	24
1.2.	El vehículo completa una vuelta completa . Las ocho secciones deben ser superadas exitosamente en la dirección del reto. La sección de arranque se incluye dentro de las ocho secciones para la primera vuelta . La vuelta se considera completada cuando el vehículo sale completamente de la última sección (de curva) de la vuelta. Después de esto, el vehículo puede comenzar a moverse en la dirección opuesta y la vuelta seguirá siendo válida.	1	3
1.3.	Después de completar tres vueltas , el vehículo se detiene en la sección de met	3	3
	Puntos adicionales para rondas del reto con obstáculos		
	<i>Si no se completaron tres vueltas</i>		
1.4	Una o más señales de tránsito fueron movidas . El vehículo debe completar al menos una vuelta para calificar a la puntuación.	2	2
1.5.	Las señales de tránsito no fueron movidas . El vehículo debe completar al menos una vuelta para calificar a la puntuación.	4	4
	<i>Después de completar tres vueltas</i>		
1.6	Una o más señales de tránsito fueron movidas	8	8

1.7	No se movió ninguna señal de tránsito	10	10
1.8.1	El vehículo inició desde el cajón de estacionamiento y completó al menos una vuelta completa.	7	7
1.8.2	Estacionamiento Exitoso (El vehículo se encuentra completamente dentro del área de estacionamiento y en posición paralela)	15	15
1.8.3	Estacionamiento parcial o no paralelo dentro del área de estacionamiento	7	7
2.	El equipo realizó acciones de reparación , retirando el vehículo del campo de juego, incluso si dichas acciones no fueron exitosas	La puntuación de la ronda se divide en 2	
3.	<p>Diario de ingeniería y documentación del vehículo</p> <p>Consultar el Apéndice C para el desglose de la puntuación del diario de ingeniería.</p> <p>Nota: Existen cambios significativos en los criterios de evaluación (scoring rubrics).</p>	30	

- 10.3. El **tiempo medido por un juez** en el momento en que finaliza la ronda del **Reto Abierto** se registra y posteriormente se utilizará para **identificar la mejor ronda**. Si un equipo o vehículo fue **descalificado** de una ronda del reto, se le asignará el **tiempo máximo (3 minutos)** para dicha ronda.
- 10.4. El **cálculo de la puntuación** es realizado por los jueces **al concluir cada ronda del reto**. El equipo debe **verificar y firmar la hoja de puntuación** después de la ronda, si no tiene **objeciones o inconformidades**.
- 10.5. La **clasificación de los equipos en las rondas del Reto Abierto** se basa en los **puntos obtenidos** en su **mejor ronda del Reto Abierto**. Si un equipo obtiene la **misma puntuación en ambas rondas**, se considerará como mejor ronda aquella con el **menor tiempo registrado**.
- 10.6. Todos los equipos **deben competir en ambos retos**.
- 10.7. La **clasificación general** de los equipos se determina con base en la **suma de puntos** obtenidos en: la **mejor ronda del Reto Abierto**, la **mejor ronda del Reto con Obstáculos**, y la **documentación del diario de ingeniería y del vehículo**. Si un equipo obtiene la **misma puntuación en ambas rondas del Reto con Obstáculos**, se considerará como mejor ronda aquella con el **tiempo más rápido**.
- 10.8. En caso de **empate entre dos equipos**, la clasificación se determinará considerando los siguientes criterios, en el orden indicado (**el primero tiene mayor prioridad y el último la menor**):
 - 10.8.1. Suma total de puntos obtenidos en el **Reto Abierto**, el **Reto con Obstáculos** y la **documentación del diario de ingeniería y del vehículo**.
 - 10.8.2. Puntos obtenidos en la **mejor ronda del Reto con Obstáculos**.
 - 10.8.3. **Tiempo** de la mejor ronda del **Reto con Obstáculos**.
 - 10.8.4. Puntos obtenidos en la **segunda mejor ronda del Reto con Obstáculos**.
 - 10.8.5. **Tiempo** de la segunda mejor ronda del **Reto con Obstáculos**.
 - 10.8.6. Puntos obtenidos por la **documentación del diario de ingeniería y del vehículo**.
 - 10.8.7. Puntos obtenidos en la **mejor ronda del Reto Abierto**.
 - 10.8.8. Puntos obtenidos en la **segunda mejor ronda del Reto Abierto**.
 - 10.8.9. **Tiempo** de la mejor ronda del **Reto Abierto**.
 - 10.8.10. **Tiempo** de la segunda mejor ronda del **Reto Abierto**.

11. Materiales del vehículo y materiales

11.1. Las dimensiones del vehículo no deben exceder **300 × 200 mm y 300 mm de altura**.

11.2. El peso del vehículo no debe exceder **1.5 kilogramos**.

11.3. El vehículo debe ser un **vehículo de 4 ruedas** con **un eje motriz** y **un actuador de dirección** de cualquier tipo. Puede ser:

- **Tracción delantera** (https://en.wikipedia.org/wiki/Front-wheel_drive) ,
- **Tracción trasera** (https://en.wikipedia.org/wiki/Rear-wheel_drive) , o
- **Tracción en las cuatro ruedas**.

Los equipos cuyos vehículos utilicen una **base diferencial de ruedas**

(https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_wheeled_robot) **serán descalificados**.

Driving (tracción): hacer que el vehículo se mueva hacia adelante y hacia atrás.

Steering (dirección): girar el vehículo hacia la izquierda o hacia la derecha.

11.4. El vehículo no puede utilizar ningún tipo de **rueda omnidireccional**, **rueda tipo bola**, **rueda loca (caster)** o **rueda esférica**.

11.5. No está permitido el uso de un **diferencial electrónico** con **un motor por lado** (como en un robot de tracción diferencial).

11.6. El vehículo debe ser **completamente autónomo** y completar las “misiones” **por sí mismo**.

No se permite ningún tipo de **comunicación por radio**, **control remoto**, ni **sistemas de control cableados** mientras el vehículo esté en funcionamiento.

Los equipos que violen esta regla **serán descalificados**.

11.7. Los participantes no pueden interferir ni asistir al vehículo mientras esté en funcionamiento (realizando la “misión”).

Esto incluye **introducir datos al programa** mediante **señales visuales, auditivas o de cualquier otro tipo** durante la ronda.

Los equipos que violen esta regla **serán descalificados de esa ronda**.

11.8. El controlador del vehículo puede ser una **computadora de placa única (SBC)** (https://en.wikipedia.org/wiki/Single-board_computer)

o un **microcontrolador de placa única (SBM)**

(https://en.wikipedia.org/wiki/Single-board_microcontroller),

sin restricción de marca.

11.9. El vehículo puede contar con **más de un SBC/SBM**.

11.10. Los equipos no pueden usar ningún tipo de **RF, Bluetooth, Wi-Fi**, ni ningún otro tipo de **comunicación inalámbrica** en sus vehículos durante las rondas de competencia. Si estos sistemas están **integrados en el controlador**, deben estar **apagados**, y los jueces pueden **inspeccionar el código y el vehículo** para confirmar que **no se utilicen de ninguna manera**.

11.11. Los equipos pueden utilizar **sensores de su elección; no hay restricciones** en cuanto a marca, función o cantidad de sensores utilizados.

Las **cámaras** se consideran sensores.

Los **teléfonos inteligentes** pueden utilizarse como cámaras y para procesar datos de imagen.

11.12. Los equipos pueden utilizar **motores eléctricos de corriente directa (DC)** y/o **servomotores** de su elección; **no hay restricciones** sobre la marca de los motores y/o servos utilizados.

11.13. Se puede utilizar un **máximo de dos motores** para hacer que el vehículo avance o retroceda

(es decir, estos son los **motores de tracción**).

Los motores de tracción deben estar **conectados directamente al eje** que mueve las ruedas, o **indirectamente mediante un sistema de engranes**.

Los dos motores de tracción **no pueden estar conectados de forma independiente entre sí** a las ruedas motrices.

11.14. Los equipos pueden utilizar **cualquier componente electrónico; no existen**

restricciones en cuanto al tipo, empresa, cantidad o propósito.

11.15. Los equipos pueden utilizar **equipos de presión hidráulica, presión barométrica o solenoides.**

11.16. Los equipos pueden utilizar cualquier batería de su elección; no existen restricciones en cuanto a marca, función o número de baterías utilizadas.

11.17. Únicamente se permiten conexiones por cable para la comunicación entre los componentes electromecánicos del vehículo.

11.18. Los equipos pueden utilizar elementos impresos en 3D, elementos fabricados con máquinas CNC, elementos cortados de acrílico/madera/metal o elementos de cualquier otro material; no existen restricciones respecto al propósito.

11.19. El vehículo puede construirse utilizando cualquier tipo de kits de hardware y cualquier material.

No existe restricción respecto a un tipo específico o sistema de construcción específico.

11.20. Los equipos pueden utilizar cinta aislante, ligas, abrazaderas para cables, cinchos (ties de nylon), etc.

Cualquier material adhesivo está permitido para cualquier propósito.

11.21. Los equipos deben llevar suficientes piezas de repuesto.

En caso de accidentes o fallas del equipo, WRO (y/o el comité organizador) no es responsable de su mantenimiento o reemplazo.

11.22. Los vehículos pueden ensamblarse antes del torneo.

11.23. El software de control puede escribirse en cualquier lenguaje de programación; no existen restricciones respecto a un lenguaje específico.

11.24. Los concursantes pueden preparar el programa con anticipación.

11.25. Los concursantes deben preparar y llevar todo el equipo, software y computadoras portátiles que necesiten durante el torneo.

11.26. El equipo solo puede tener un vehículo el día de la competencia. No se permiten vehículos de repuesto dentro del área de competencia.

12. Formato de competencia y reglas

La descripción en este documento explica **cómo se llevará a cabo la competencia en la Final**

Internacional. Las competencias **nacionales y regionales** pueden utilizar este modelo o **adaptarlo** para sus propias competencias.

12.1. La competencia consiste en **varias rondas de retos**, con **tiempo de práctica entre ellas**. Despues de cada periodo de práctica, habrá un **tiempo de revisión del vehículo** para verificar los requisitos.

12.2. Cada equipo debe trabajar durante el **tiempo de práctica** en su **lugar asignado** hasta que llegue el tiempo de revisión, momento en el cual el vehículo del equipo debe colocarse en el **área designada de revisión (checking area)**.

12.3. El día de la competencia habrá un **mínimo de 60 minutos de tiempo de práctica** antes del inicio de la primera ronda.

12.4. Los equipos **no pueden tocar** las áreas designadas de competencia **antes de que se anuncie oficialmente el inicio del tiempo de práctica**.

12.5. Durante el tiempo de práctica, los concursantes pueden trabajar en sus lugares asignados, o **formarse con sus vehículos** para tener **un intento de prueba** en el campo de juego, o bien **realizar mediciones** en el campo, siempre que esto **no interfiera con los intentos de prueba de otros equipos**. El **tiempo máximo permitido por equipo** para un intento de práctica es de **4 minutos**. Despues de esos 4 minutos, el equipo puede volver al final de la fila para otro intento de práctica. Los equipos pueden

realizar cambios al programa o ajustar mecánicamente el vehículo.

12.6. Todos los vehículos deben colocarse en la **mesa de revisión** dentro del área de verificación para una **revisión preparatoria del vehículo** después de finalizar el tiempo de práctica. **Todos los controladores del vehículo deben estar apagados.** **No se permite modificar** mecanismos ni programas después de este momento.

12.7. Los vehículos **solo podrán participar en la competencia** después de haber **aprobado la revisión técnica.** La revisión verifica el **cumplimiento de los requisitos del vehículo y los materiales utilizados**, según lo descrito en las secciones anteriores.

12.8. Si un vehículo **no aprueba la revisión técnica**, los jueces pueden otorgar al equipo **hasta 3 minutos** para corregir los problemas detectados.

Solo se puede otorgar un periodo de 3 minutos por equipo y por turno de revisión.

12.9. Si finalmente un vehículo **no aprueba la revisión técnica, no podrá utilizarse en la competencia.**

12.10. El equipo **no puede exceder 90 segundos de preparación** una vez que los jueces los llamen para participar en una ronda específica. Una vez iniciada la ronda, las rondas individuales **no pueden exceder el tiempo máximo** establecido en las Reglas del Juego.

12.11. En una **competencia de varios días**, los **robots deben permanecer en la sede durante la noche.**

13. Mesa de juego y equipamiento

13.1. El tamaño del tapete de juego es de **3200 × 3200 mm** (± 5 mm). El cuadrado interno dentro del tapete corresponde a la pista con un tamaño interior de **3000 × 3000 mm** (± 5 mm).

13.2. El color principal de la pista es blanco.

13.3. La pista está rodeada por **muros exteriores** con una **altura interior** de 100 mm.

13.4. El color interior de los muros exteriores es negro.

El color exterior de los muros no está definido.**13.5.** Existen **muros adicionales (interiores)** que rodean la sección interna de la pista, con una **altura de 100 mm**.

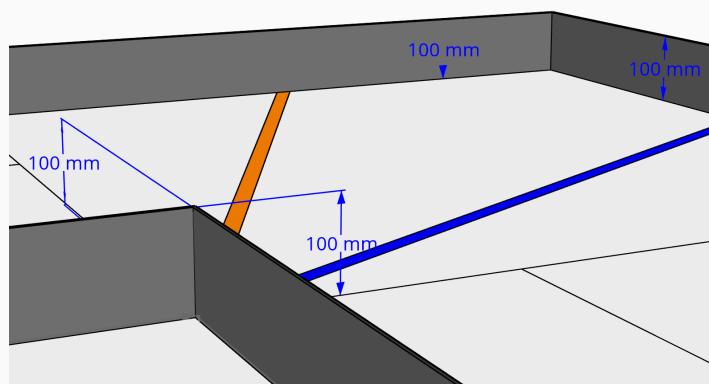


Imagen 10: Altura de los muros exteriores e interiores

13.6. El color exterior de los muros interiores es negro. El color interior de los muros es negro. El color del borde superior de los muros es negro.

13.7. El **espesor** tanto de los muros exteriores como de los muros interiores **no está definido**.

13.8. La **distancia entre los muros exteriores e interiores** depende del **tipo de ronda** y se especifica en la sección de **Alternativas del Juego**.

13.9. Existen **líneas naranjas y azules** en la pista. El **grosor de las líneas** es de 20 mm. El color de las líneas naranjas es CMYK (0, 60, 100, 0). El color de las líneas azules es CMYK (100, 80, 0, 0).

13.10. Existen **líneas punteadas** con un **grosor de 1 mm** en el campo para delimitar las **zonas de arranque del vehículo**. El color de las líneas punteadas es CMYK (0, 0, 0, 30).

13.11. El tamaño de cada zona de arranque es de **200 × 500 mm**.

13.12. Existen **cuadros** para identificar los lugares donde pueden colocarse las **señales de tránsito**. El **grosor de la línea** del **asiento de la señal de tránsito** es de 1 mm, y el **color de la línea** es CMYK (0, 0, 0, 30).

13.13. El tamaño de cada asiento de señal de tránsito es de **50 × 50 mm**.

13.14. El **área para evaluar si una señal de tránsito fue movida** se define como un **círculo** alrededor del asiento correspondiente de la señal. El **grosor de la línea del círculo** es de 0.5 mm. El **color de la línea** es CMYK (20, 0, 100, 0).

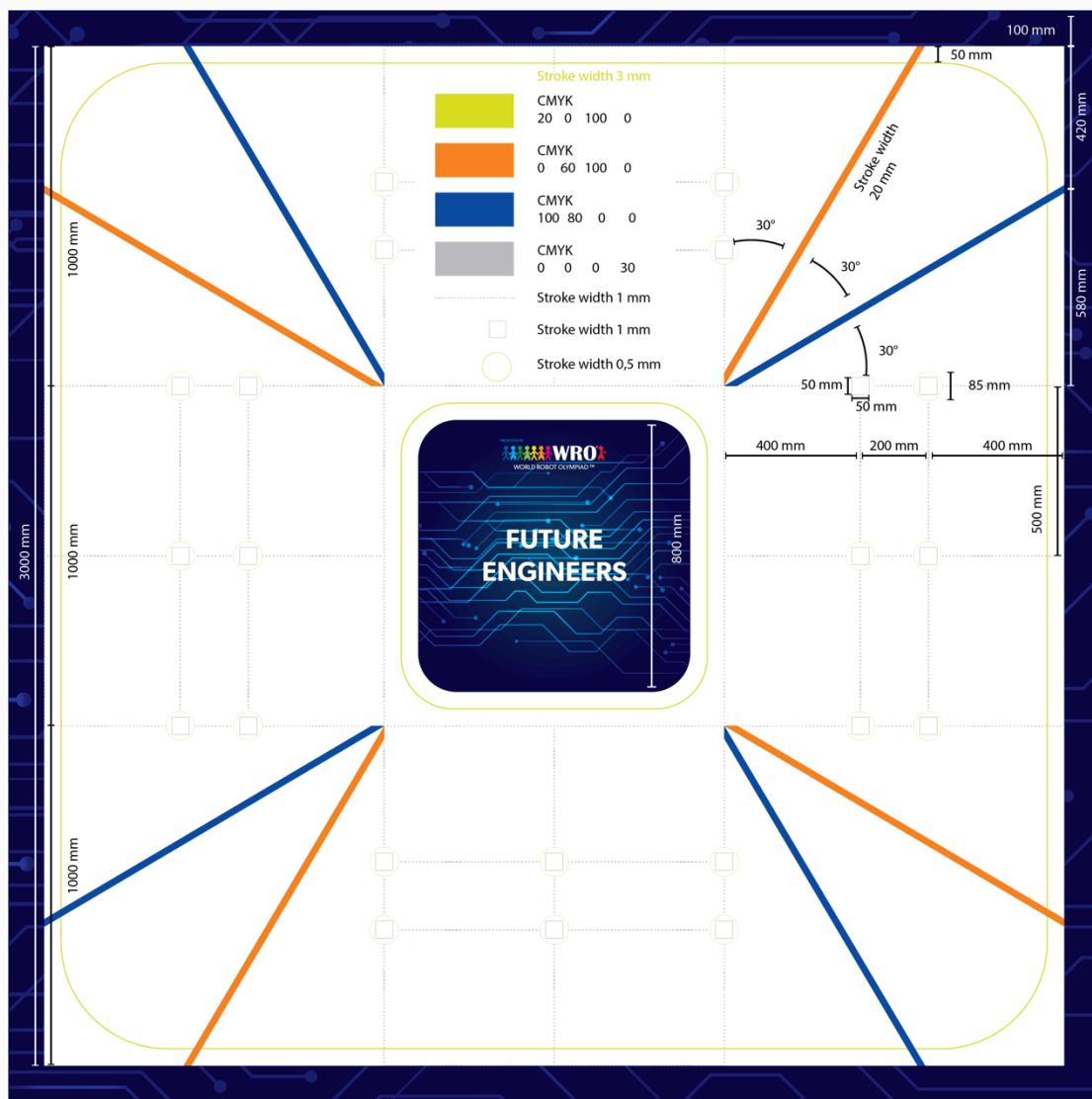


Imagen 11: Mapa del campo de juego con dimensiones

Configuración de muros para la final internacional

13.1. Los muros interiores se colocarán en forma cuadrada o rectangular, de acuerdo con el plano. Los muros exteriores estarán fijados en forma cuadrada y no cambiarán durante los retos.

13.2. El color de los muros será negro.

13.3. Aunque los organizadores harán todo lo posible para que los colores del tapete de juego y de los elementos del campo se ajusten lo más posible a la especificación CMYK, aún pueden presentarse diferencias.

Los equipos tendrán la oportunidad de calibrar y afinar sus vehículos de acuerdo con los

colores reales del campo y de los objetos, durante las rondas de prueba.

Señales de tránsito

- 13.1. Cada señal de tránsito es un **paralelepípedo rectangular** con dimensiones **50 × 50 × 100 mm**.
- 13.2. Dependiendo del proceso de aleatorización previo a cada ronda, puede haber **hasta 7 paralelepípedos rojos y hasta 7 paralelepípedos verdes**.
- 13.3. El **color de las señales de tránsito rojas** es RGB (238, 39, 55).
- 13.4. El **color de las señales de tránsito verdes** es RGB (68, 214, 44).
- 13.5. El **material** de las señales de tránsito **no está definido**.
- 13.6. El **peso** de las señales de tránsito **no está definido**.

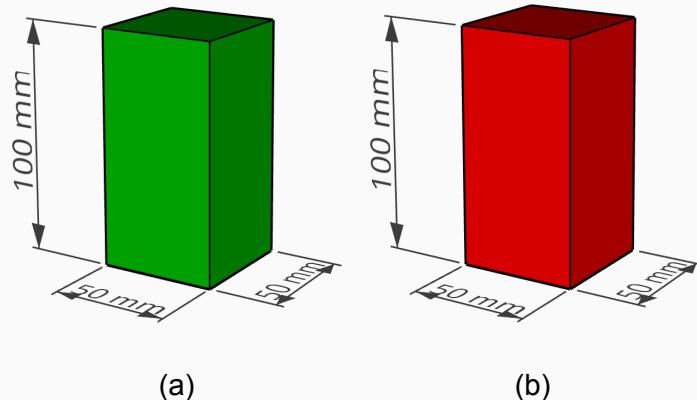


Figure 12: Dimensiones de las señales de tránsito

Limitaciones del cajón de estacionamiento

- 13.7. Cada delimitador del cajón de estacionamiento es un **paralelepípedo rectangular** con dimensiones **200 × 20 × 100 mm**.
- 13.8. En cada ronda del **Reto con Obstáculos**, se coloca **un cajón de estacionamiento con dos delimitadores** sobre el tapete.
- 13.9. El **color del delimitador del cajón de estacionamiento** es magenta / RGB (255, 0, 255).
- 13.10. El **material** del delimitador del cajón de estacionamiento **no está definido**.
- 13.11. El **peso** del delimitador del cajón de estacionamiento **no está definido**.

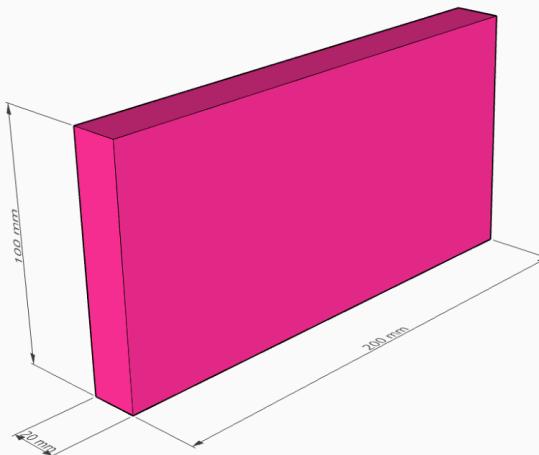


Figure 13: Dimensiones de los delimitadores del cajón de estacionamiento

14. Glosario

Check Time	Durante el tiempo de revisión, el juez inspeccionará el vehículo y verificará las medidas (por ejemplo, con un cubo o una regla plegable) y otros requisitos técnicos. Se debe realizar una revisión antes de cada ronda
Coach	Persona que asiste a un equipo en el proceso de aprendizaje de distintos aspectos de la robótica, trabajo en equipo, resolución de problemas y gestión del tiempo, entre otros. El rol del coach no es ganar la competencia por el equipo, sino enseñar y guiarlos en la identificación del problema y en el descubrimiento de formas para resolver el reto de la competencia.
Competition organizer / organizador de la competencia	La entidad organizadora es la responsable de llevar a cabo la competencia que el equipo visita. Puede ser una escuela local, el Organizador Nacional de un país que organiza la Final Nacional, o un país anfitrión de WRO junto con la Asociación WRO para organizar la Final Internacional
Competition / competencia	Existen dos tipos de rondas en la competencia: clasificación y final. Los equipos con mejor desempeño después de las rondas de clasificación participan en las rondas finales.
Game field/campo de juego	El área dentro de la cual el vehículo debe desplazarse. El área puede contener objetos con los que el vehículo debe interactuar conforme a los requisitos de la competencia.
GitHub repo / Repositorio de GitHub	Un espacio de almacenamiento para los códigos fuente de los programas gestionados con el sistema de control de versiones Git. El almacenamiento es proporcionado por el servicio GitHub (https://github.com/).
Round / Ronda	Un equipo ejecuta un vehículo autónomo para completar la tarea del reto. La puntuación del reto se basa en la cantidad de vueltas que el vehículo recorre en el campo de juego.
Practice Time /tiempo de práctica	Durante el tiempo de práctica, el equipo puede probar el vehículo en el campo y realizar cambios mecánicos o de programación. La calibración está permitida durante el tiempo de práctica.
Team/Equipo	En este documento, la palabra equipo incluye de 2 a 3 participantes (estudiantes) , no al coach, quien únicamente debe apoyar al equipo.
Vehicle's control program / Programa de control del vehículo	Conjunto de instrucciones para el microprocesador/microcontrolador del vehículo que permite leer valores de los sensores, analizar esta información y el estado previo del vehículo, para generar comandos para los motores y así resolver el reto.
Driving Motor / Motor de tracción	Los motores conectados a los ejes que están unidos a las ruedas. Estos motores permiten que el vehículo se mueva hacia adelante o hacia atrás.

Steering Motor / Motor de dirección	El motor que permite girar el vehículo hacia la izquierda o hacia la derecha.
WRO	En este documento, WRO significa <i>World Robot Olympiad Association Ltd.</i> , la organización sin fines de lucro que gestiona WRO a nivel mundial y que prepara todos los documentos del juego y del reglamento.
Driving direction / Dirección de conducción	La dirección en la que el vehículo debe desplazarse durante los retos. Esta se determina mediante el proceso de aleatorización.

Apéndice A: Esquemas Explicativos

1. Significado de señal de tránsito movida o derribada

En los esquemas siguientes, las señales de tránsito se consideran como:

- (a) no movida
- (b) movida
- (c) movida, pero **no** provoca la detención de la ronda
- (d) derribada, pero **no** provoca la detención de la ronda
- (e) movida y **provoca** la detención de la ronda
- (f) derribada y **provoca** la detención de la ronda

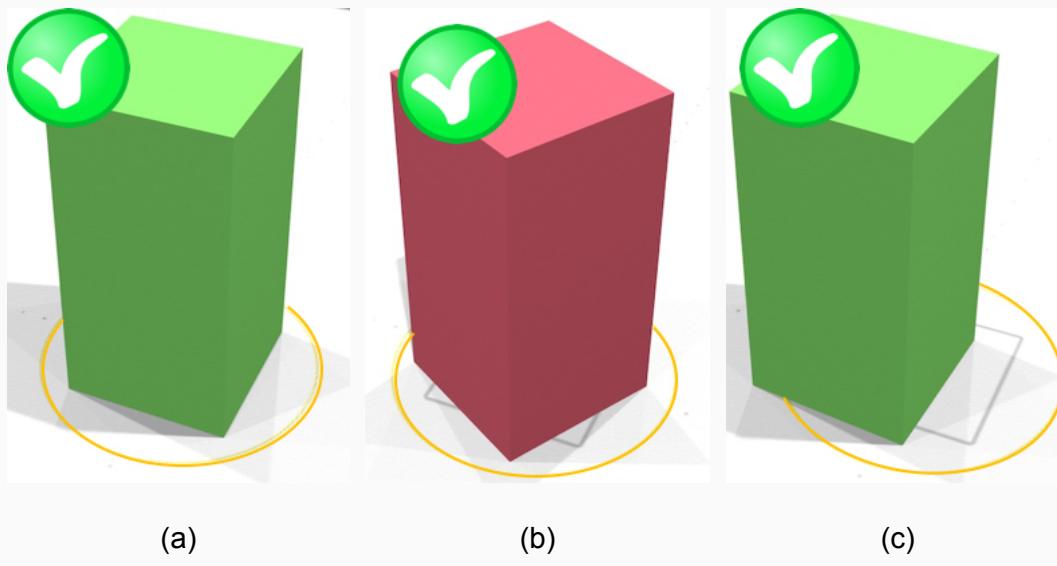
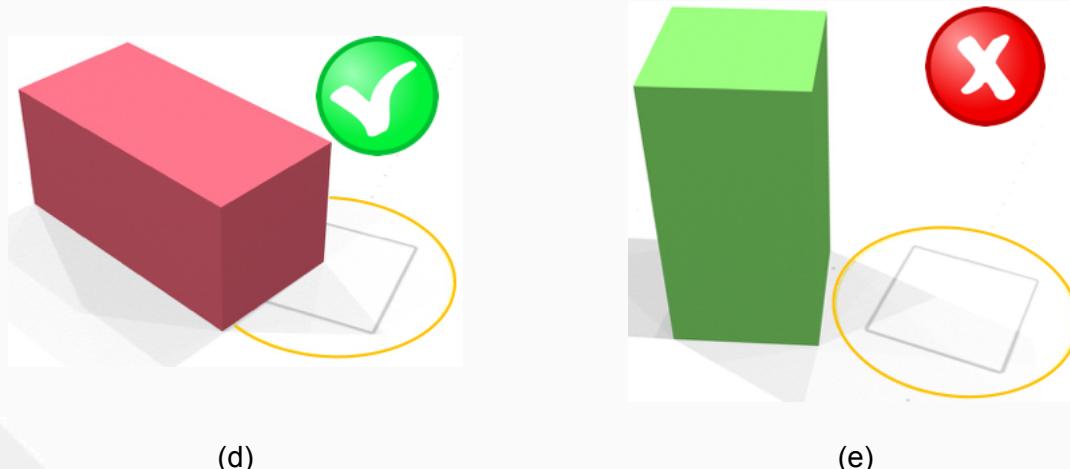
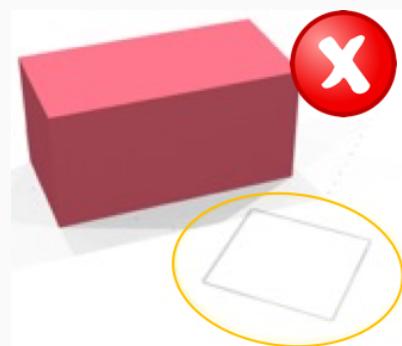


Imagen 14:

- a) posición inicial de la señal de tránsito al inicio de la ronda
- b) la señal de tránsito no está sobre el asiento, pero permanece dentro del círculo
- c) la señal de tránsito está parcialmente fuera del círculo y se considera movida





(f)

Imagen 15:

- d) señal de tránsito derribada que está parcialmente fuera del círculo
- e) la señal de tránsito está movida completamente fuera del círculo
- f) señal de tránsito derribada completamente fuera del círculo

2. Condiciones para obtener puntos por finalizar en la sección de arranque

Para identificar si el vehículo **finalizó dentro de la sección de arranque** o no, se utiliza la **proyección del vehículo sobre el tapete** después de que el vehículo se haya **detenido por completo**.

Si **cualquier parte de la proyección** se encuentra fuera de la **sección recta** donde está ubicada la zona de arranque, el vehículo se considera **frente de la sección de arranque**.

La evaluación de si el vehículo se encuentra dentro o fuera de la sección de arranque **sólo es posible si el vehículo está detenido y no se ha movido durante al menos 30 segundos**.

La **zona de arranque** en los esquemas siguientes está **marcada en color verde**.

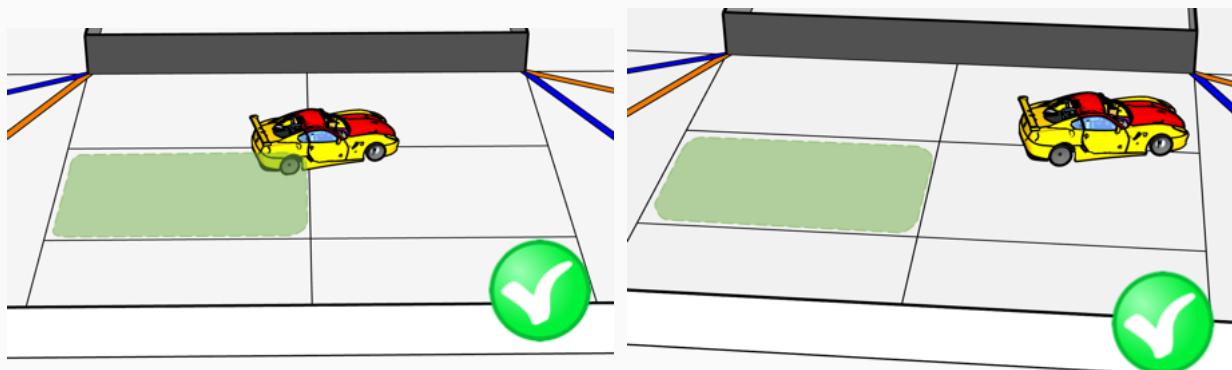


Imagen 16: El vehículo finalizó completamente dentro de la sección de arranque

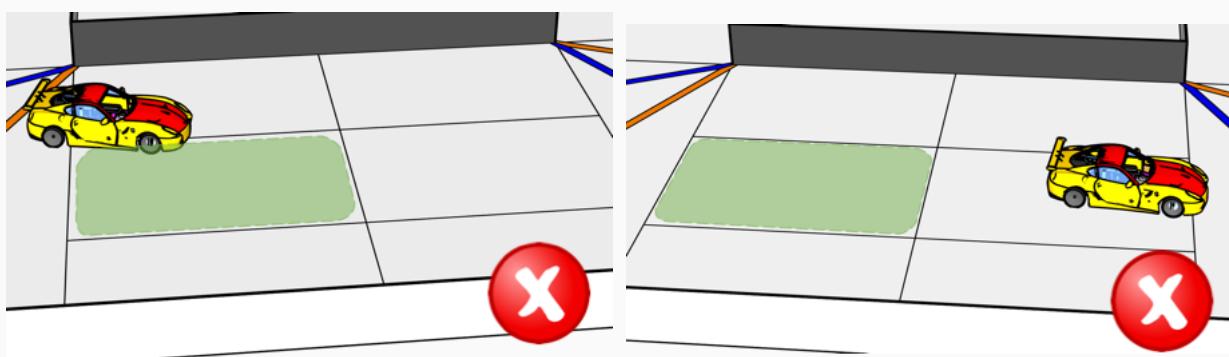
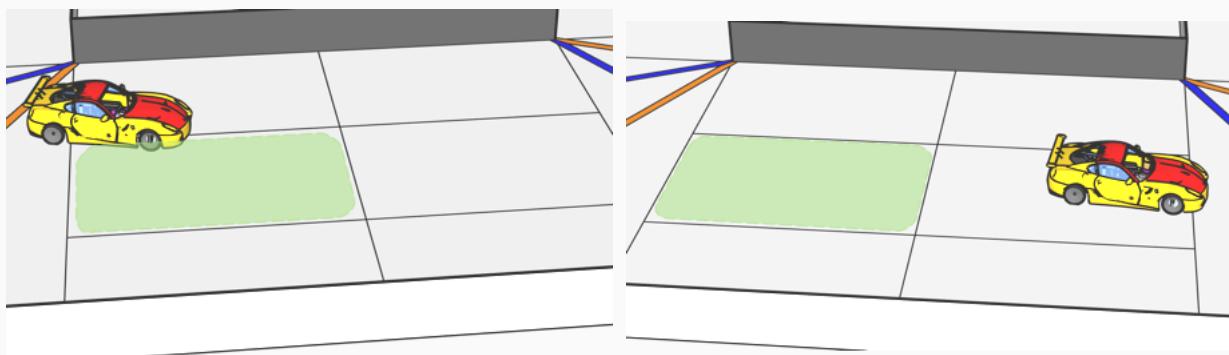


Imagen 17: El vehículo terminó fuera de la sección de salida.

3. Rebasar la sección de arranque después de tres vueltas

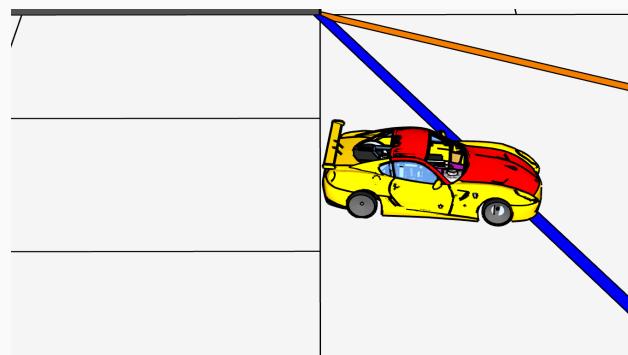
En la **ronda del Reto Abierto**, los jueces **darán por terminada la ronda** tan pronto como el vehículo **rebase la sección de arranque** después de completar **tres vueltas**.

Cuando se han completado las tres vueltas, son posibles las siguientes fases:



(a) el vehículo se dirige hacia la sección de arranque

(b) el vehículo está saliendo de la sección de arranque



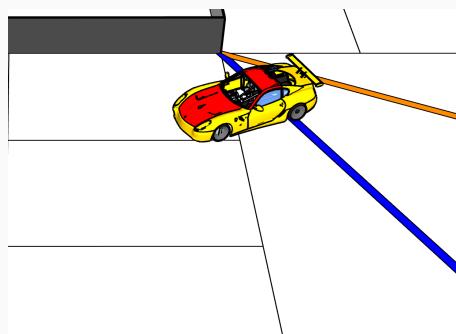
(c) el vehículo ha rebasado la sección de arranque

Imagen 18: Fases de rebasar la zona de arranque por el vehículo moviéndose en sentido antihorario (CCW)

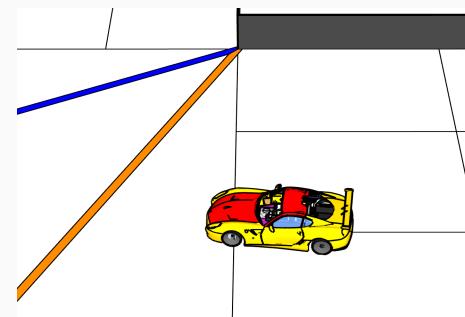
Si el vehículo **aún está en movimiento**, el juez no detendrá el tiempo en las fases (a) y (b).

Pero **tan pronto como el vehículo esté completamente dentro de la zona de curva**, es decir, en la fase (c), la ronda se dará por terminada.

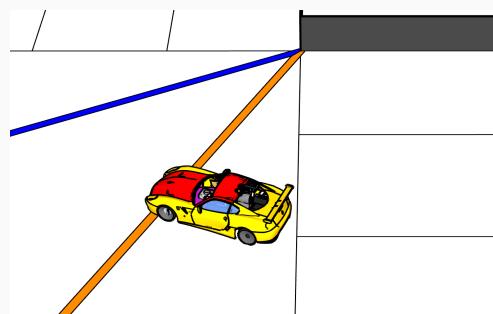
Lo mismo aplica si la **dirección de conducción de la ronda es en sentido horario**.



(a) el vehículo se dirige hacia la sección de arranque



(b) el vehículo está saliendo de la sección de arranque



(c) el vehículo ha rebasado la sección de arranque

Imagen 19: Fases de rebasar la zona de arranque por el vehículo moviéndose en sentido horario

4. Conducción en la dirección opuesta

Durante la ronda, el vehículo puede circular en la dirección opuesta a la dirección de conducción de la ronda solo en dos secciones:

la sección donde se cambió la dirección y la sección vecina.

Consideremos los siguientes casos:

Caso 1: el vehículo comenzó a circular en la dirección opuesta y se detuvo completamente dentro de la sección vecina.

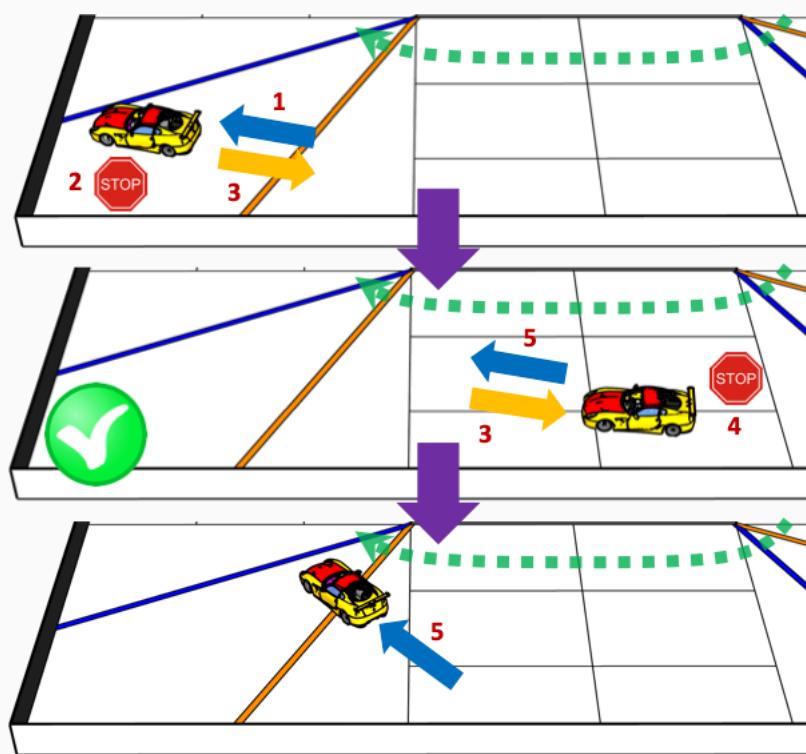


Imagen 20: Conducción permitida en la dirección opuesta desde la sección de curva

En la figura anterior, la **dirección de conducción de la ronda** es en sentido horario (representada por la **flecha punteada verde** cerca del muro):

- **fase 1:** el vehículo llegó a la sección de curva
- **fase 2:** el vehículo se detuvo
- **fase 3:** el vehículo comenzó a desplazarse hacia atrás
- **fase 4:** el vehículo se detuvo en la sección recta **sin cruzar el límite de la sección hacia la siguiente sección**
- **fase 5:** el vehículo continuó desplazándose en la **dirección de conducción de la ronda**

Esta maniobra **está permitida**.

Caso 2: el vehículo comenzó a circular en la **dirección opuesta** y se detuvo **sobre la línea entre dos secciones**.

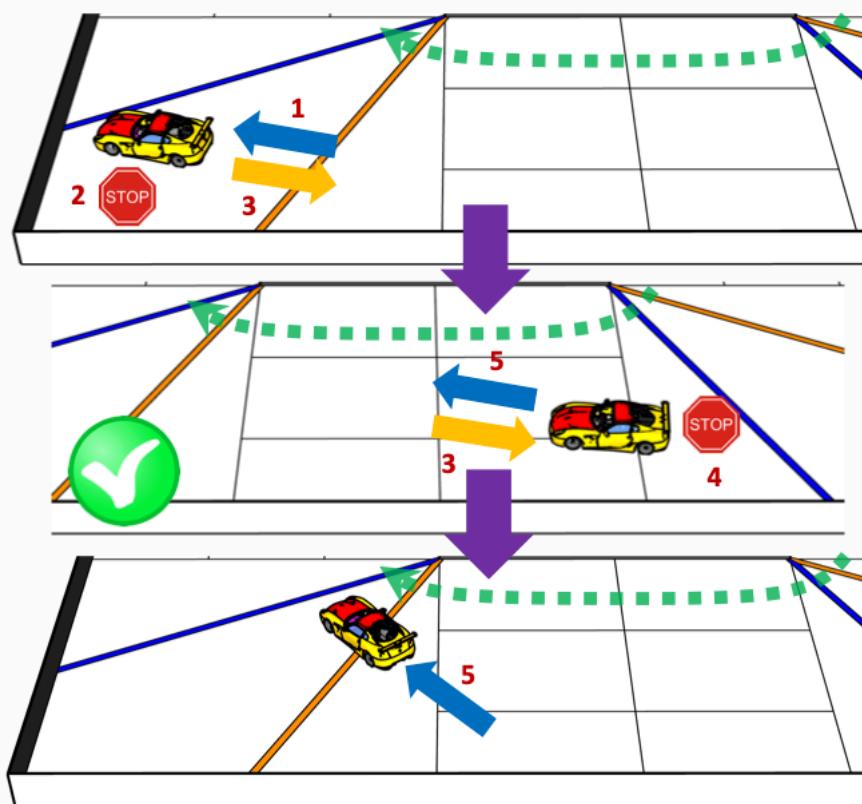


Imagen 21: Permitido detenerse en el límite entre la siguiente sección y la sección posterior mientras se conduce en la dirección opuesta

En la figura anterior, la **dirección de conducción de la ronda** es **en sentido horario** (representada por la **flecha punteada verde** cerca del muro):

- **fase 1:** el vehículo llegó a la sección de curva
- **fase 2:** el vehículo se detuvo
- **fase 3:** el vehículo comenzó a desplazarse hacia atrás
- **fase 4:** el vehículo se detuvo **en el límite entre la siguiente sección y la sección posterior**
- **fase 5:** el vehículo continuó desplazándose en la **dirección de conducción de la ronda**

Esta **secuencia de movimientos** también está permitida.

Caso 3: el vehículo comenzó a circular en la dirección opuesta y se desplazó completamente fuera de la sección vecina.

Si el vehículo **rebasa el límite** entre la sección vecina y la sección posterior a esta, la **ronda** será detenida.

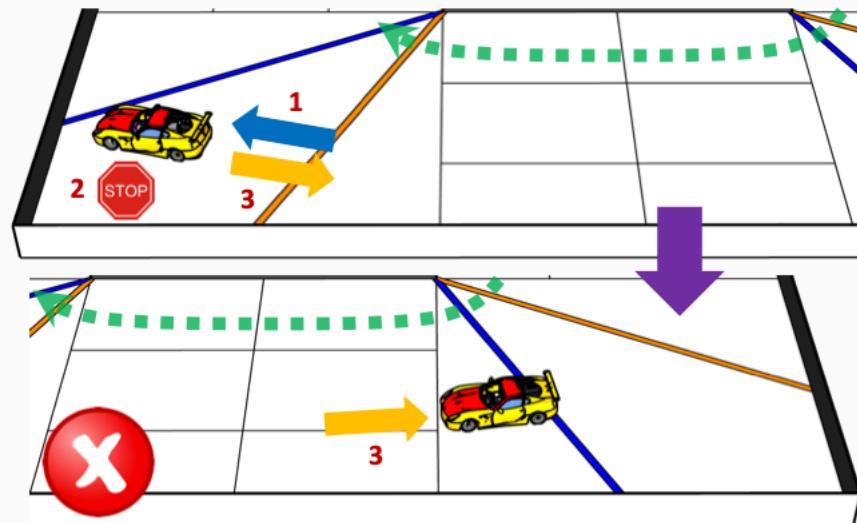


Imagen 22: Desplazarse completamente fuera de la sección vecina mientras se conduce en la dirección opuesta no está permitido

En la figura anterior:

- **fase 1:** el vehículo se mueve inicialmente en la dirección de conducción de la ronda, que es **en sentido horario** (representada por la **flecha punteada verde** cerca del muro)
- **fase 2:** el vehículo se detuvo
- **fase 3:** el vehículo comenzó a circular en la **dirección opuesta** y **cruzó dos secciones**, por lo que quedó **completamente fuera de la sección vecina**

Caso 4: el vehículo cambió la dirección en el límite entre dos secciones

Si el vehículo **cambió la dirección** cuando su **proyección en el campo** cruzó la línea entre dos secciones, la **sección hacia adelante** se considera como la **primera** para determinar la **sección más lejana** en la que está permitido circular en la dirección opuesta.

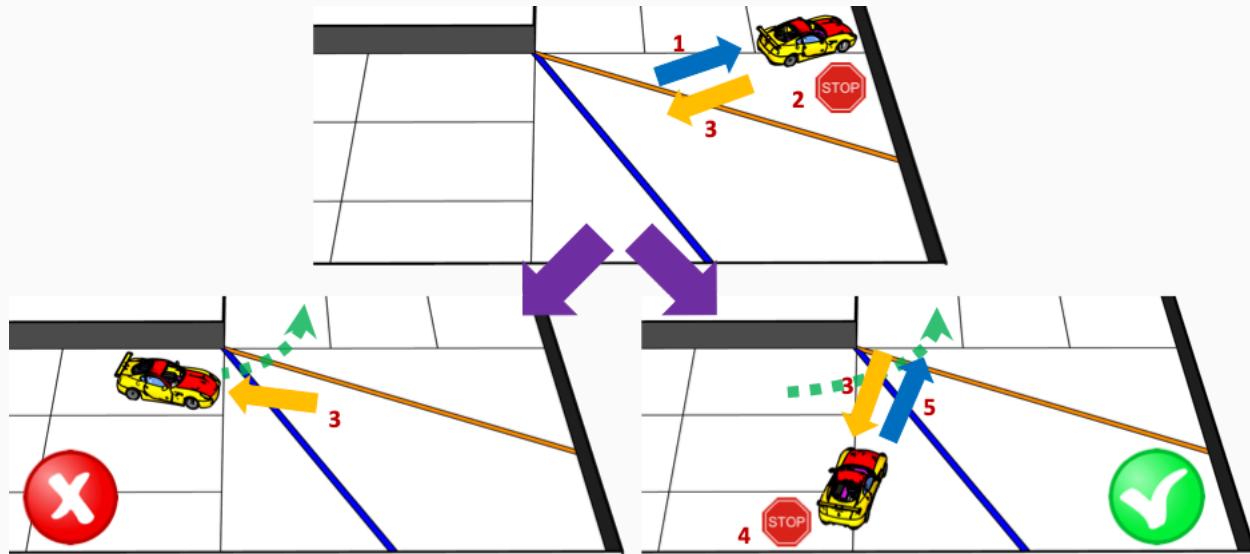


Imagen 23: La sección más lejana para circular en la dirección opuesta cuando el vehículo se detuvo parcialmente dentro de la sección

En el **lado izquierdo** de la figura anterior, se considera el siguiente escenario final:

- **fase 1:** el vehículo circuló inicialmente por la pista en **sentido antihorario (CCW)** (representado por la **flecha punteada verde** cerca del muro)
- **fase 2:** se detuvo **sobre la línea entre dos secciones**; la **sección hacia adelante** en la dirección de conducción de la ronda se considera como la **sección donde se cambió la dirección**
- **fase 3:** continuó circulando en la **dirección opuesta** y **rebasó completamente** la sección que es **vecina** a la sección donde se cambió la dirección

Este comportamiento provocará la **detención inmediata de la ronda**.

El escenario en el que la **ronda continua** se considera de la siguiente manera:

- **fase 1:** el vehículo circuló inicialmente por la pista en **sentido antihorario (CCW)** (representado por la **flecha punteada verde** cerca del muro)
- **fase 2:** se detuvo **sobre la línea entre dos secciones**; la **sección hacia adelante** en la dirección de conducción de la ronda se considera como la **sección donde se cambió la dirección**
- **fase 3: cambió la dirección** y comenzó a circular en la **dirección opuesta**
- **fase 4:** el vehículo se detuvo **en el límite de dos secciones**
- **fase 5:** el vehículo **continuó circulando en sentido antihorario (CCW)**

Dado que la **proyección del vehículo** aún se encuentra **parcialmente dentro de la sección vecina**, la **ronda no se detiene**.

Caso 5: cambiar la dirección varias veces

El vehículo **tiene permitido cambiar la dirección varias veces**, pero la **sección más lejana** en la que está permitido circular en la **dirección opuesta** se determina con base en la **sección más cercana a la sección de meta** donde **se cambió la dirección por primera vez**.

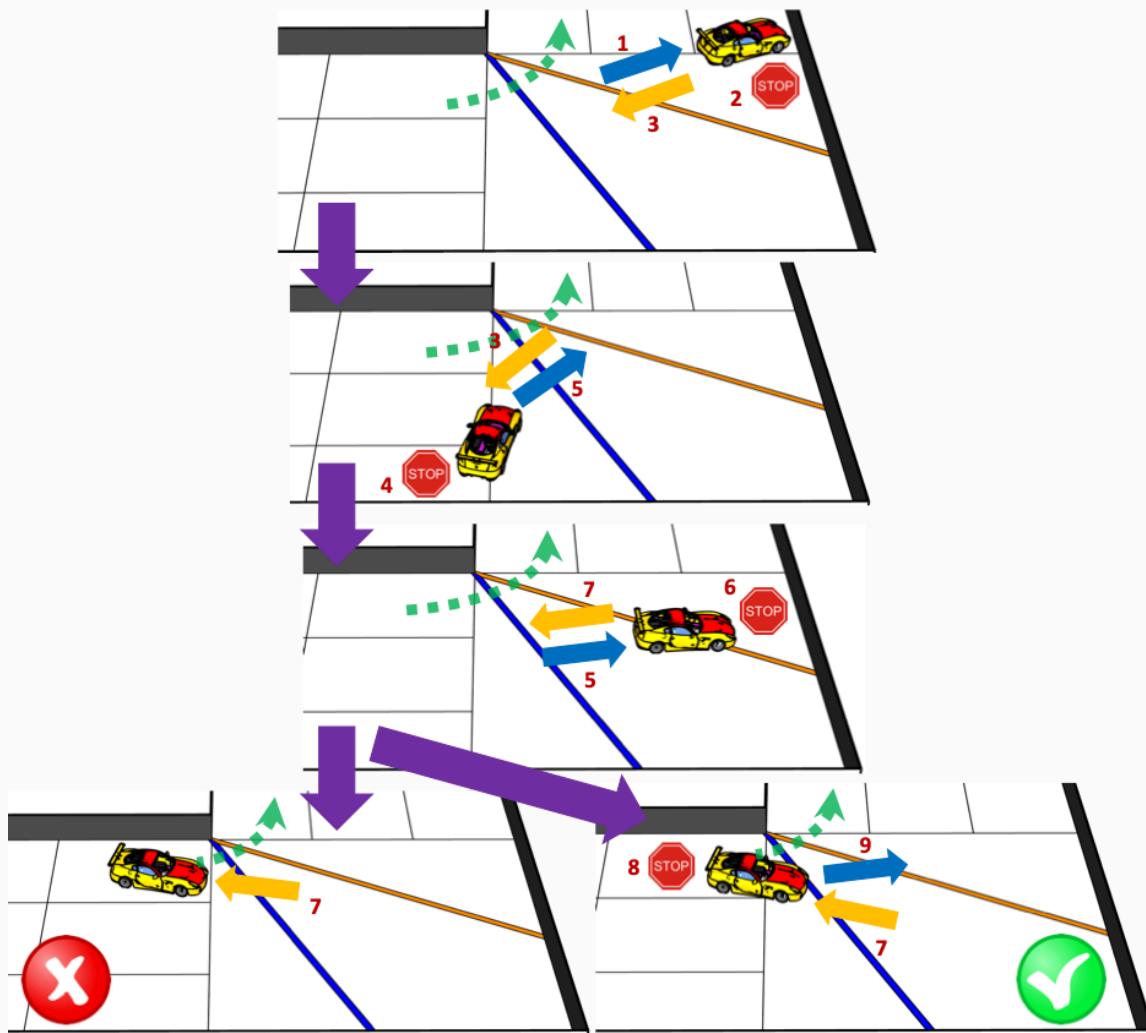


Imagen 24: Permiso para cambiar la dirección varias veces considerando la sección más cercana a la sección de meta

La figura anterior permite considerar **diferentes resultados** para el caso en que el vehículo **cambia la dirección varias veces**:

- **fase 1:** el vehículo circuló inicialmente por la pista en **sentido antihorario (CCW)** (representado por la **flecha punteada verde** cerca del muro)
- **fase 2:** se detuvo **sobre la línea entre dos secciones**; la **sección hacia adelante** en la dirección de conducción de la ronda se considera como la **sección donde se cambió la dirección**

- **fase 3: cambió la dirección** y comenzó a desplazarse en la **dirección opuesta**
- **fase 4 y 5:** el vehículo se detuvo en la **sección vecina**, junto a la sección donde se cambió inicialmente la dirección, y posteriormente **continuó moviéndose en la dirección correcta**
- **fase 6 y 7:** el vehículo **cambió la dirección una vez más**, pero esto **no se considera**, ya que la sección previa donde se cambió la dirección hacia la dirección opuesta está **más cercana a la sección de meta**
- si el vehículo **sale completamente de la sección vecina** mientras circula en la **dirección opuesta**, la **ronda será detenida** (lado izquierdo de la figura)
- si **solamente una parte de la proyección del vehículo** se encuentra en la sección siguiente a la sección vecina, **esto no se considera motivo para detener la ronda** (lado derecho de la figura)

Caso 6: Conducción de atrás hacia adelante

Nota: El antiguo caso 6 “rebasar la señal de tránsito en la dirección opuesta” ha sido eliminado.

La **conducción de atrás hacia adelante** está permitida **si el vehículo se desplaza en la dirección de conducción de la ronda**.

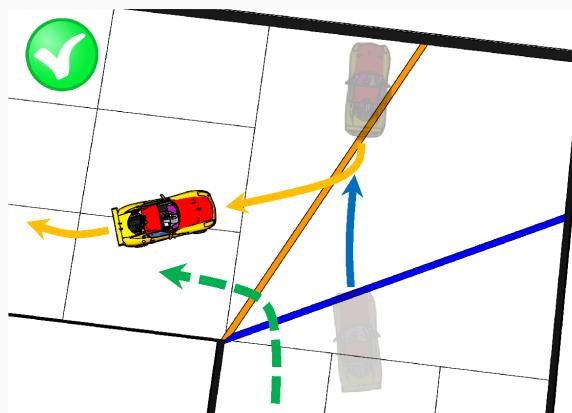


Imagen 25: Conducción de atrás hacia adelante en la dirección de conducción de la ronda

En esta dirección, las **reglas para rebasar las señales de tránsito** se aplican al vehículo **de la misma manera**: la **señal representada por el pilar rojo** debe rebasarse **por la derecha**;

la **señal representada por el pilar verde** debe rebasarse **por la izquierda**.

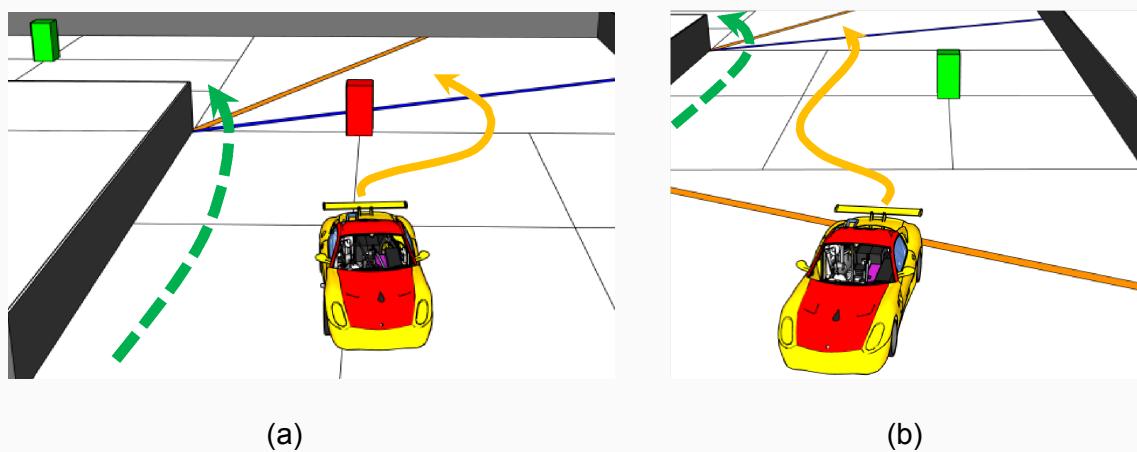


Imagen 26: Reglas para rebasar las señales de tránsito mientras se conduce de atrás hacia adelante

5. Rebasar señales de tránsito por el lado incorrecto

Aunque **no está permitido** rebasar las señales de tránsito por el **lado incorrecto**, existe un **umbral (threshold)** que puede ser utilizado por el vehículo para **reconocer el estado de error y corregir el comportamiento**.

Si el vehículo **comienza a rebasar la señal de tránsito de forma incorrecta**, el tiempo **no se detendrá** siempre que el vehículo **no cruce completamente la línea** que va del **muro interior** al **muro exterior** (radio) donde se encuentra ubicada la señal de tránsito.

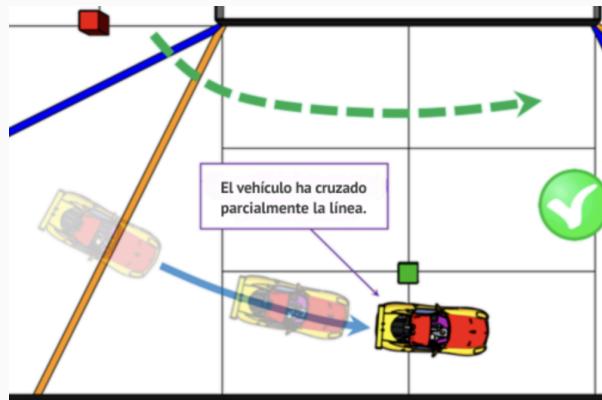


Imagen 27: El vehículo no cruza el radio al circular por la derecha del pilar verde

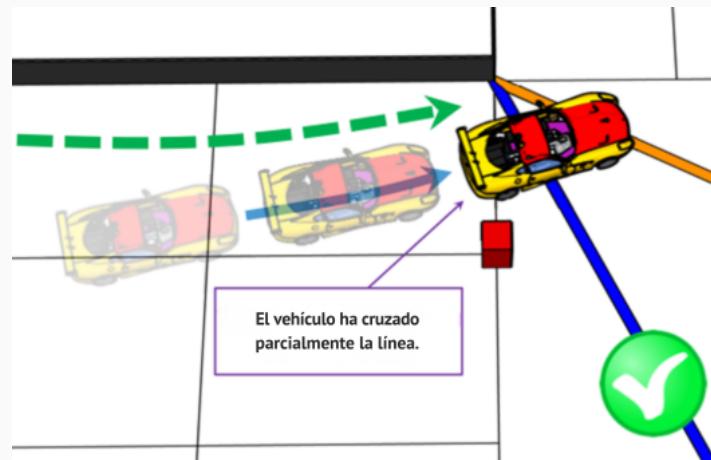


Imagen 28: El vehículo no cruza el radio al circular por la derecha del pilar rojo.

Tan pronto como el **radio sea cruzado completamente por el vehículo**, los jueces detendrán la ronda.

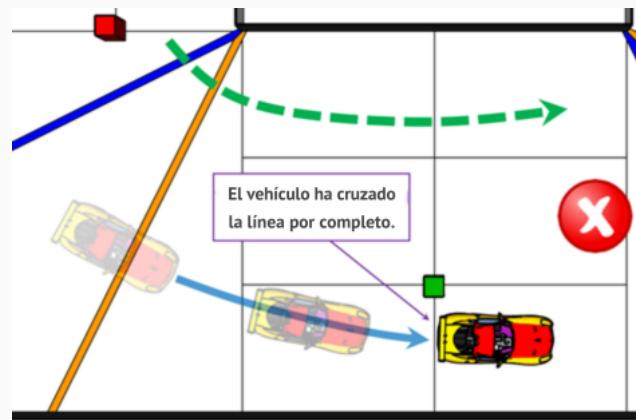


Imagen 29: El vehículo cruza completamente el radio desde el lado derecho del pilar verde.

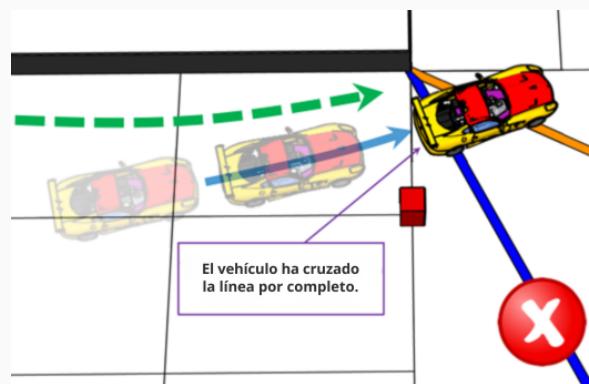


Imagen 30: El vehículo cruza completamente el radio desde el lado izquierdo del pilar rojo.

Lo mismo aplica para el caso en el que el vehículo se desplaza de atrás hacia adelante en la **dirección de conducción de la ronda**.

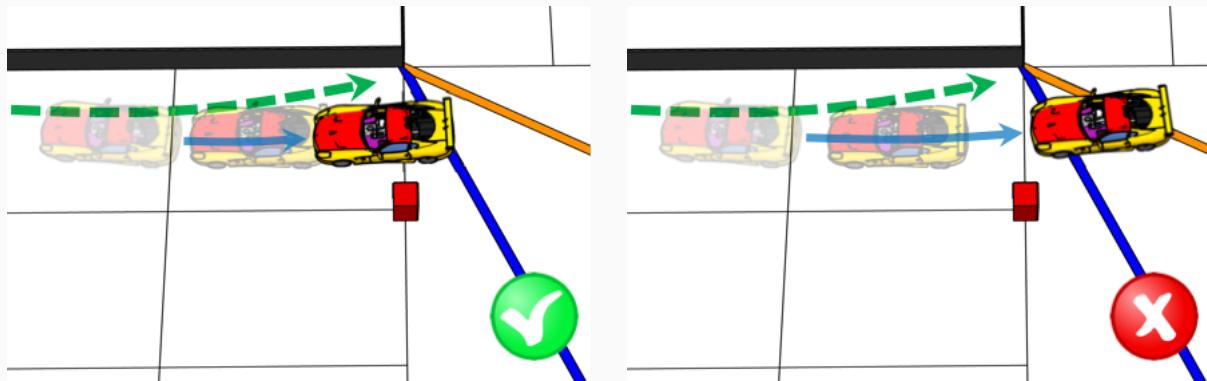


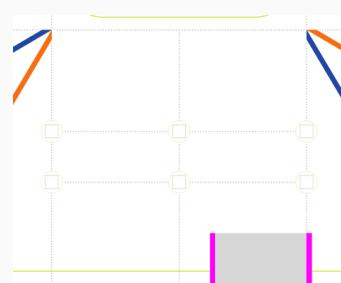
Imagen 31: El vehículo cruza el radio mientras se desplaza de atrás hacia adelante.

En el **Reto con Obstáculos**, las **señales de tránsito** solo deben respetarse durante las **tres vueltas oficiales**. En el recorrido posterior hacia el **cajón de estacionamiento**, pueden rebasarse por la **derecha** o por la **izquierda**, según se desee. **Moverlas sigue sin estar permitido.**

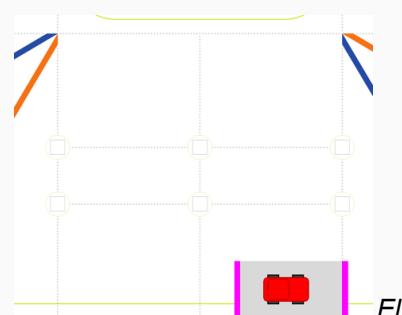
6. Estacionamiento en el cajón de estacionamiento

Un robot se considera **completamente estacionado** cuando la **proyección del robot sobre el tapete** se encuentra **totalmente dentro del rectángulo** delimitado por los **dos marcadores del cajón de estacionamiento** (marcado en gris en las imágenes) y el robot está **estacionado en paralelo** al muro del campo de juego.

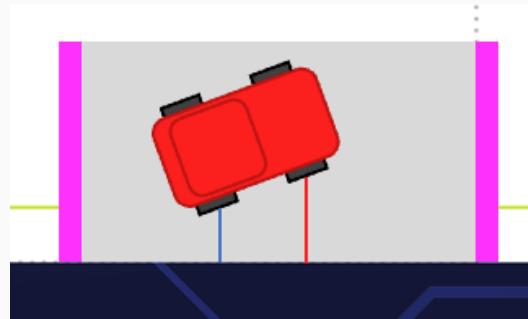
El robot se considera **paralelo** si la **diferencia de distancia** entre las **dos ruedas de un mismo lado** y el muro **no es mayor a 2 cm**.



El área gris es el área permitida para estacionarse.



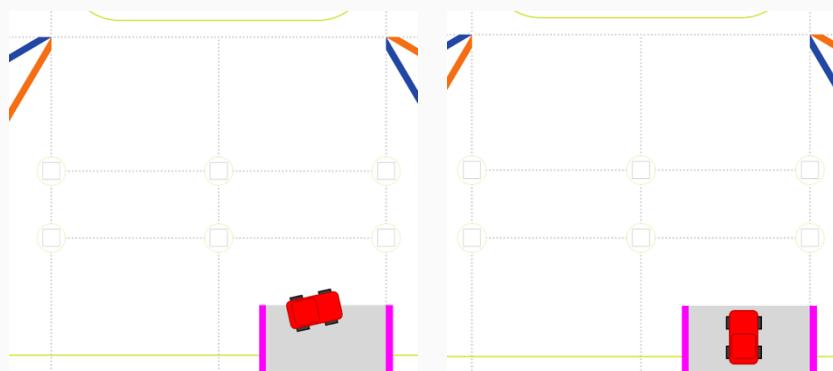
El robot está completamente dentro y en paralelo al muro exterior.



Si no es claro si el robot quedó estacionado en paralelo, se mide la distancia entre las ruedas de un lado y el muro. Se utilizarán las dos ruedas principales de tracción para la medición. Si la diferencia entre ambas distancias es mayor a 2 cm, el robot no se considera estacionado en paralelo.

Imagen 32: Situaciones de estacionamiento completo

El robot se considera **parcialmente estacionado** cuando la **proyección del robot sobre el tapete** está **solo parcialmente dentro del cajón de estacionamiento**.



Cuenta como parcial.

El vehículo no está estacionado en paralelo.

Imagen 33: Situaciones de estacionamiento parcial

Los **delimitadores del cajón de estacionamiento** no pueden ser tocados por el robot.

Cuando son tocados, el robot **se detiene y no se otorgan puntos por el estacionamiento**.

Apéndice B: Campo de juego para finales nacionales/regionales

La **principal diferencia** en la preparación del campo de juego para las **finales nacionales/regionales** con respecto a la **final internacional** es la forma de **construir el muro interior**, ya que la **configuración del muro depende de la aleatorización** que ocurre antes de cada ronda clasificatoria.

A continuación se presenta la **recomendación** que puede utilizarse para **preparar los segmentos del muro interior**. Primero, esta recomendación asume que el **material del muro interior es madera/partículas/MDF**.

Luego, el muro consta de **cuatro partes**: **dos segmentos largos** y **dos segmentos cortos**, y el **espesor de cada segmento es el mismo**.

Estos segmentos se fijan entre sí utilizando **tornillos confirmat o tornillos de cabeza avellanada (dome screws) e insertos roscados**.

La **altura de los segmentos** es de **100 mm**.

El **color de los segmentos** es **negro**.

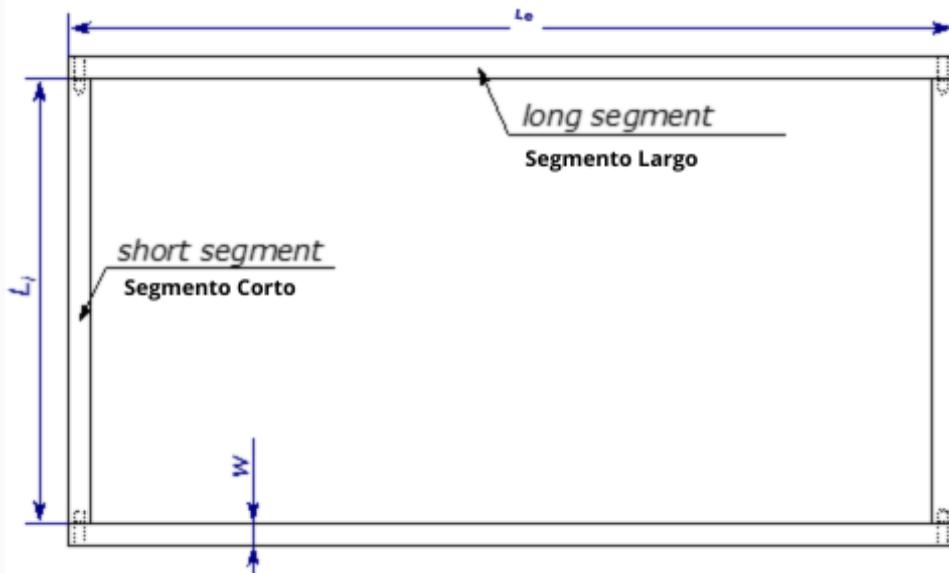


Imagen 34: Esquema de los segmentos utilizados para el muro interior

Por lo tanto, **todas las configuraciones posibles del muro interior** pueden lograrse si se preparan los siguientes **conjuntos de segmentos**:

Segmentos largos	Segmentos Cortos
------------------	------------------

2 segmentos de 1000 mm	2 segmentos de (1000 – 2w) mm
2 segmentos de 1400 mm	2 segmentos de (1400 – 2w) mm
2 segmentos de 1800 mm	2 segmentos de (1800 – 2w) mm
	<i>donde “w” es el espesor de un segmento.</i>

Por ejemplo, si el **espesor del segmento** es de **17 mm**, las **longitudes de los segmentos cortos** serán **966 mm, 1366 mm y 1766 mm**.

Después de la **aleatorización previa a una ronda**, la **combinación correspondiente de segmentos** se fija entre sí mediante **tornillos** y se coloca en el campo de juego.

Para dificultar que la construcción sea movida por el vehículo, **puede colocarse peso adicional en el lado interior de las esquinas del muro**.

Apéndice C: Requisitos del Diario de Ingeniería y Documentación

C.1 Propósito del Diario de Ingeniería y del Repositorio GitHub

El Diario de Ingeniería y el repositorio de GitHub en conjunto constituyen la documentación principal del trabajo de ingeniería del equipo en la categoría Future Engineers.

Cumplen cuatro propósitos clave:

1. Demostrar el proceso de ingeniería del equipo, no únicamente el robot final.
2. Permitir a los jueces evaluar la calidad de las decisiones de diseño y el pensamiento sistemático.
3. Proporcionar suficiente nivel de detalle para que otro equipo pueda reproducir el robot.
4. Actuar como factor diferenciador cuando el desempeño del robot en el campo es similar entre equipos.

La evaluación no se basa en la estética visual ni en la extensión del documento, sino en la claridad y profundidad del razonamiento de ingeniería, la calidad de las pruebas y de la iteración, y la reproducibilidad del sistema.

El mismo criterio de evaluación aplica para todos los grupos de edad (14 a 22).

Los organizadores pueden opcionalmente otorgar reconocimientos separados por edad (por ejemplo, Junior Excellence, Senior Excellence, Collegiate Excellence), pero la clasificación de la competencia y la evaluación de la documentación utilizan un criterio unificado.

C.2 Resumen de la evaluación de la documentación

Los jueces evalúan la documentación utilizando cinco criterios, cada uno calificado con una escala de cuatro niveles:

1. Movilidad y diseño mecánico
2. Arquitectura de potencia y sensores
3. Arquitectura de software y estrategia de obstáculos
4. Pensamiento sistemático y decisiones de ingeniería
5. Reproducibilidad y calidad del repositorio GitHub

Cada criterio se califica como 0, 2, 4 o 6 puntos:

0 = No se proporciona evidencia

2 = Evidencia limitada

4 = Ingeniería competente

6 = Ingeniería avanzada con justificación sólida

La puntuación total máxima es de 30 puntos.

Se espera que los equipos utilicen ambos:

- Un Diario de Ingeniería estructurado (PDF o similar), y
- Un repositorio de GitHub bien organizado, que contenga código, archivos CAD, información de cableado y otros archivos técnicos.

Los jueces utilizarán la documentación que esté disponible en la fecha límite definida en las reglas.

Los equipos pueden actualizar su repositorio después de esa fecha, pero las actualizaciones podrían no ser consideradas durante la evaluación.

C.3 Rúbrica: Criterios y descriptores de puntuación

La siguiente tabla muestra la rúbrica completa que utilizarán los jueces.

C.3.1 Escala de puntuación (aplica a todos los criterios)

Etiqueta de puntuación	Significado general
6	Ingeniería avanzada Decisiones totalmente justificadas, pruebas, análisis de compromisos (<i>trade-offs</i>) y pensamiento sistémico
4	Ingeniería competente Trabajo de ingeniería claro, estructurado y reproducible
2	Evidencia limitada Algo de información, pero incompleta o débilmente justificada
0	Sin evidencia Información ausente, irrelevante o no evaluable

C.3.2 Descripción detallada de los criterios

Criterio 1: Movilidad y diseño mecánico

Nivel Descripción

6 Incluye razonamiento de torque y velocidad, análisis de compromisos de diseño y la justificación de por qué se eligieron los componentes.

Muestra pruebas o iteraciones que afectaron el diseño mecánico y mejoraron el desempeño.

4 Explicación clara del chasis, tracción y dirección.

Incluye diagramas.

Otro equipo podría reproducir el diseño mecánico.

2 Describe cómo se ve el robot, pero sin razonamiento ni diagramas.

0 No se proporciona información o la información es irrelevante para la movilidad y el diseño mecánico.

Qué se evalúa:

- **Decisiones de diseño del chasis**
- **Mecanismo de dirección y tracción**
- **Razonamiento de torque y velocidad**

- **Estabilidad y rigidez mecánica**
- **Justificación de las decisiones de diseño**

Qué buscan los evaluadores:

- Evidencia de que el equipo **comprendió cómo el diseño mecánico afecta el desempeño.**
- Explicación clara de **por qué se eligió una solución específica de tracción y dirección.**
- **Uso de pruebas para refinar el diseño mecánico.**

Criterio 2: Arquitectura de potencia y sensores

Nivel Descripción

6 Incluye un **presupuesto de potencia**, análisis de **compromisos de sensores**, ubicación **justificada usando la geometría del campo, métodos de calibración, consideraciones de puntos de falla y evidencia de iteración** para mejorar la confiabilidad.

4 Se proporciona **diagrama de cableado**.

Se explica la **selección y ubicación de sensores**.

La documentación es **reproducible**.

2 Enumera **batería y sensores**, pero **sin diagramas ni explicación significativa**.

0 No se proporciona información sobre **potencia ni sensores**.

Qué se evalúa:

- **Arquitectura del sistema de potencia**
- **Razonamiento y distribución del consumo de corriente**
- **Selección y ubicación de sensores**
- **Métodos de calibración**
- **Diagramas de cableado**

Qué buscan los evaluadores:

- Evidencia de que el equipo **planeó la distribución de potencia**, y no solo conectó componentes.

- Justificación de la selección y posición de los sensores.
- Consideración de ruido, interferencias, sombras y problemas similares.

Criterio 3: Arquitectura de software y estrategia de obstáculos

Nivel	Descripción
6	Máquina de estados con justificación. Los algoritmos están justificados (por ejemplo, PID, métodos de visión por computadora, fusión de IMU). Se manejan casos límite. Se describe el proceso de pruebas y ajuste, incluyendo métricas utilizadas para la evaluación del desempeño.
4	Se proporciona un diagrama de flujo. Los módulos y funciones se explican claramente. La lógica de obstáculos está descrita y es reproducible.
2	Descripción básica del software y de la estrategia de obstáculos, pero con poco detalle y sin estructura clara.
0	El código se presenta sin explicación, o la estrategia no puede entenderse a partir de la documentación.

Qué se evalúa:

- Modularidad y estructura del código
- Máquinas de estado o flujo de control
- Seguimiento de carril y estrategia de obediencia a obstáculos
- Explicación de los algoritmos utilizados
- Documentación básica del código y comentarios

Qué buscan los evaluadores:

- Comprensión de cómo la estructura del software respalda el comportamiento del robot.
- Estrategias claras para el seguimiento de carril, evasión de obstáculos y obediencia lateral.
- Evidencia de pruebas y ajuste, no solo el código final.
-

Criterio 4: Pensamiento sistemático y decisiones de ingeniería

Nivel	Descripción
6	Se identifican restricciones explícitas. Se describen compromisos (trade-offs) y ciclos de iteración. Se discuten riesgos y modos de falla, incluyendo medidas de mitigación. La documentación incluye razonamientos del tipo “elegimos X en lugar de Y porque...”, basados en datos o pruebas.

Nivel Descripción

- 4 Los **subsistemas están mapeados** y se explican sus **interacciones**. Las **restricciones** se mencionan y se discuten a **nivel básico**.
- 2 Existe **algo de razonamiento o descripción** de decisiones, pero es **incompleto o superficial**.
- 0 No se observa un **proceso de toma de decisiones**. La documentación describe **qué se hizo**, pero **no por qué**.

Qué se evalúa:

- **Cómo funcionan los subsistemas en conjunto** (movilidad, potencia, sensores, software, estructura).
- **Razonamiento de ingeniería detrás de las decisiones**.
- **Restricciones y compromisos (trade-offs)**.
- **Ciclos de iteración y pruebas**.
- **Identificación de riesgos y acciones de mitigación**.

Qué buscan los evaluadores:

- Evidencia de que el equipo **pensó en el robot como un sistema**, no como partes separadas.
- **Decisiones claras** tomadas bajo **restricciones** como potencia, peso, procesamiento y tiempo.

Criterio 5: Reproducibilidad y calidad del repositorio GitHub

Nivel Descripción

- 6 El robot es **totalmente reproducible** a partir de la documentación. GitHub tiene una **estructura de proyecto clara, mensajes de commit significativos, flujo de pruebas documentado y versionado o notas de lanzamiento**.
- 4 El **README** tiene **al menos 5000 caracteres**. Los **commits requeridos** están presentes. Se incluyen **archivos CAD, código e información de cableado**. Otro equipo podría **reproducir el robot con un esfuerzo razonable**.
- 2 Existe un repositorio, pero la **estructura es deficiente, faltan archivos** o son poco claros, y la **reproducibilidad es limitada**.
- 0 El repositorio de GitHub **no existe**, está **dañado o incompleto** al grado de que la **evaluación no es posible**.

Qué se evalúa:

- **Estructura y claridad del repositorio GitHub**
- **Historial de commits (al menos tres commits significativos)**

- **Contenido y estructura del README**
- **Organización de archivos**
- **Archivos técnicos relacionados** (CAD, código, cableado, etc.)
- **Reproducibilidad del robot**

Qué buscan los evaluadores:

- Evidencia de que **otro equipo puede reproducir el robot** usando únicamente la documentación proporcionada.
- Evidencia de que el **repositorio refleja el proceso de ingeniería, y no únicamente un código final.**

C.4 Página de referencia rápida para evaluadores

Esta subsección está pensada como un resumen de una sola página que los jueces pueden usar durante la evaluación.

C.4.1 Resumen compacto de la rúbrica

Criterio	0 (Sin evidencia)	2 (Evidencia Limitada)	4 (Ingeniera Competente)	6 (Ingeniería Avanzada)
Movilidad y diseño mecánico	Sin información mecánica	Solo descripción de la apariencia	Diseño mecánico claro, diagramas, reproducible	Incluye razonamiento de torque y velocidad, compromisos de diseño, pruebas y justificación
Arquitectura de potencia y sensores	Sin información de potencia o sensores	Solo listas de componentes	Diagrama de cableado, ubicación y selección de sensores explicadas, reproducible	Presupuesto de potencia, compromisos de sensores, justificación de ubicación, calibración y manejo de fallas
Arquitectura de software y estrategia de obstáculos	Sin explicación del código o estrategia	Descripción básica del software	Diagrama de flujo, explicación de módulos, lógica de obstáculos reproducible	Algoritmos justificados, máquinas de estado, casos límite, métricas de prueba
Pensamiento sistemático y decisiones de ingeniería	No hay proceso de decisión visible	Algo de razonamiento, incompleto	Subsistemas mapeados e interacciones explicadas	Restricciones, compromisos, iteración, riesgos y mitigación con razonamiento tipo “por qué elegimos X”
Reproducibilidad y calidad del repositorio GitHub	Repositorio inexistente o roto	Estructura deficiente, archivos parciales	README, CAD, cableado y código reproducibles	Totalmente reproducible, estructura profesional, commits, flujo de pruebas,

versionado

C.4.2 Flujo de evaluación sugerido (15 a 20 minutos)

1. Abrir el repositorio de GitHub del equipo e identificar el README y las carpetas principales.
2. Revisar el Diario de Ingeniería para ubicar secciones que correspondan a los cinco criterios.
3. Para cada criterio, buscar evidencia que coincida con los niveles 0, 2, 4 y 6.
4. Seleccionar **una puntuación por criterio (0, 2, 4 o 6)** con base únicamente en la evidencia.
5. Evitar ajustar puntuaciones por nacionalidad, edad, idioma o impresión general.
6. Registrar las puntuaciones y comentarios breves si es necesario.

La calidad del lenguaje no debe afectar la puntuación a menos que impida que el evaluador comprenda el razonamiento de ingeniería.

C.5 Lista de verificación para equipos

Los equipos pueden utilizar esta lista de verificación antes de entregar su documentación.

C.5.1 General

- Contamos con un Diario de Ingeniería que narra la historia de nuestro trabajo de ingeniería, no solo los pasos de ensamblaje.
- Tenemos un repositorio de GitHub con estructura clara y todos los archivos importantes.
- Nuestra documentación explica por qué tomamos las decisiones, no solo qué hicimos.

C.5.2 Por criterio

Movilidad y diseño mecánico

- ¿Explicamos por qué elegimos este **chasis y sistema de tracción**?
- ¿Incluimos **diagramas del diseño mecánico**?
- ¿Describimos **pruebas o cambios** que mejoraron el diseño?

Arquitectura de potencia y sensores

- ¿Mostramos cómo se **distribuye y regula la potencia**?
- ¿Justificamos la **selección y posición de los sensores**?
- ¿Existe al menos un **diagrama de cableado** y una **descripción de la calibración**?

Arquitectura de software y estrategia de obstáculos

- ¿Mostramos un **diagrama de flujo** o una **máquina de estados** de nuestro software?
- ¿Explicamos cómo **seguimos carriles** y **evitamos obstáculos**?
- ¿Incluimos **descripciones de pruebas o ajustes (tuning)**?

Pensamiento sistemico y decisiones de ingeniería

- ¿Identificamos **restricciones** como potencia, peso, tiempo o procesamiento?
- ¿Mostramos **al menos un compromiso de diseño** y explicamos nuestra elección?
- ¿Mostramos cómo **nuestro diseño cambió con el tiempo** (versión 1, 2, 3)?

Reproducibilidad y calidad del repositorio GitHub

- ¿Otro equipo podría **reconstruir nuestro robot** a partir de nuestra documentación?
- ¿Nuestro **README** explica cómo funciona el sistema y cómo construirlo?
- ¿Tenemos **al menos tres commits significativos** con mensajes claros?
- ¿Los archivos **CAD, cableado y código** están dentro del repositorio?

C.6 Glosario para equipos más jóvenes

Este glosario está pensado para **ayudar a equipos de 14 a 16 años**, pero es **útil para todos**.

- **Restricción (Constraint):** Un límite dentro del cual debes trabajar, como peso máximo, capacidad limitada de batería, presupuesto o tiempo.
- **Compromiso (Trade-off):** Una elección entre dos cosas donde mejorar una empeora la otra (por ejemplo, mayor velocidad pero menor precisión).
- **Torque:** Fuerza de giro de un motor. Un mayor torque ayuda a mover cargas más pesadas o subir pendientes.
- **Presupuesto de potencia (Power budget):** Una estimación de cuánta corriente y potencia usa cada parte del robot, y si la batería y los reguladores pueden manejarlo.
- **Máquina de estados (State machine):** Una forma de describir el comportamiento del robot como un conjunto de “estados” (por ejemplo, buscar, seguir carril, evitar obstáculos) con reglas que indican cuándo cambiar de un estado a otro.
- **Calibración (Calibration):** El proceso de ajustar las lecturas de los sensores o los parámetros de control para que el robot mida correctamente y se comporte como se espera.
- **Ruido (Noise):** Variaciones no deseadas en las lecturas de los sensores o señales que pueden causar un comportamiento inestable.
- **Iteración (Iteration):** Repetir el ciclo “planear, construir, probar, mejorar” para obtener un mejor diseño. Las versiones 1, 2 y 3 son iteraciones.
- **Modo de falla (Failure mode):** Una forma en la que el robot puede fallar o funcionar mal, por ejemplo, que las ruedas pierdan agarre o que los sensores queden cegados

por la luz.

- **Reproducibilidad (Reproducibility):** La capacidad de que otra persona siga tu documentación y construya el mismo robot con un desempeño similar.

C.7 Ejemplos 6 / 4 / 2 / 0 para cada criterio

Estos ejemplos son **cortos y simplificados**, pero muestran la **diferencia entre los cuatro niveles**.

C.7.1 Movilidad y diseño mecánico

Ejemplo nivel 6

“Probamos dos relaciones de engranes: **1:30 y 1:50**. Con **1:30**, el robot alcanzó **mayor velocidad**, pero **no pudo detenerse con precisión** antes de la línea de alto. Con **1:50**, aceleró más lento, pero mantuvo **mejor control en curvas cerradas**. Seleccionamos **1:50** porque **aumentó la consistencia de vueltas del 60 % al 85 % en más de 20 pruebas**.”

Ejemplo nivel 4

“Nuestro robot utiliza **tracción diferencial** con **dos motores DC de 12 V** y **ruedas omni**. El **diseño del chasis y el montaje de los motores** se muestran en la **Figura 3**. La dirección se logra variando la velocidad de los motores izquierdo y derecho. La **distancia entre ejes** y el **ancho de vía** se muestran en el dibujo acotado del **Apéndice A**.”

Ejemplo nivel 2

“Nuestro robot tiene un **chasis fuerte** con **cuatro ruedas y dos motores**. Conduce bien y es **estable en la pista**.”

Ejemplo nivel 0

“Aquí hay una **foto de nuestro robot**. (Sin mayor explicación.)

C.7.2 Arquitectura de potencia y sensores

Ejemplo nivel 6

“El **consumo total de corriente** durante la aceleración máxima es de aproximadamente **3.2 A** para los motores de tracción y **0.8 A** para la electrónica. Por lo tanto, seleccionamos un **regulador step-down de 5 A**. Probamos **dos posiciones de cámara**. La primera causó **deslumbramiento por luces superiores**, así que movimos la cámara **3 cm más arriba** y la **inclinamos 10 grados hacia abajo**, lo que **redujo las detecciones erróneas en un 40 %**.”

Ejemplo nivel 4

“La **Figura 5** muestra nuestro **diagrama de cableado**. La **batería LiPo de 3 celdas** alimenta una **línea de 12 V** para los motores y un **regulador de 5 V** para la Raspberry Pi y los sensores. Utilizamos **dos sensores ToF** en las esquinas frontales para detectar pilares y explicamos su **ubicación** para cubrir ambos lados del robot.”

Ejemplo nivel 2

“Usamos una **batería LiPo** y varios sensores: **dos sensores ultrasónicos**, una **cámara** y una **IMU**. Los conectamos a una **tarjeta de distribución de potencia**.”

Ejemplo nivel 0

No se menciona **cómo se alimentan los componentes** ni **dónde se colocan los sensores**.

C.7.3 Arquitectura de software y estrategia de obstáculos

- **Ejemplo nivel 6**

“Nuestro seguimiento de carril utiliza un **controlador proporcional** basado en el **desplazamiento lateral** del centro del carril detectado. Probamos **control bang-bang**, pero producía **oscilaciones cerca de las curvas**. La **máquina de estados finitos** de la **Figura 8** muestra los estados *LaneFollow*, *AvoidPillarLeft* y *AvoidPillarRight*. Registramos el **número de intervenciones por vuelta** y ajustamos el controlador para minimizar estas intervenciones.”

- **Ejemplo nivel 4**

“La **Figura 7** muestra el **diagrama de flujo** de nuestro programa principal. Primero detectamos el carril, calculamos el **ángulo de dirección**, verificamos la presencia de pilares y ajustamos la trayectoria en consecuencia. Cada uno de estos bloques está implementado en un **módulo separado en Python**, el cual explicamos en el texto.”

- **Ejemplo nivel 2**

“Escribimos código que **lee la cámara y los sensores** y luego **controla los motores**. El robot **se aleja de los obstáculos** cuando los detecta.”

- **Ejemplo nivel 0**

Solo se presentan **listados de código** sin explicación de **qué hace el código o cómo se comporta el robot**.

C.7.4 Pensamiento sistemático y decisiones de ingeniería

- **Ejemplo nivel 6**

“Consideramos **dos arquitecturas**: visión **totalmente a bordo** y un **sistema dividido** con procesamiento en el borde del robot. Debido a la **latencia** y la **dependencia de comunicación inalámbrica**, seleccionamos **procesamiento completamente a bordo**, aunque aumentó la carga de CPU. Redujimos la **tasa de cuadros de 30 fps a 15 fps** para mantener el uso de CPU **por debajo del 70 %**. Identificamos el **sobrecalentamiento** como un modo de falla, por lo que **agregamos un ventilador** y verificamos que las temperaturas se mantuvieran **por debajo de 60 °C** durante una **prueba de 15 minutos**.”

- **Ejemplo nivel 4**

“Nuestro **sistema completo** se muestra en el **diagrama de bloques de la Figura 2**. Los subsistemas de **tracción**, **sensado**, **procesamiento** y **potencia** están conectados como se muestra. Explicamos brevemente **cómo interactúan** para completar una **vuelta**.”

- **Ejemplo nivel 2**

“Tomamos varias decisiones durante la temporada, por ejemplo **cambiar motores** y **reubicar sensores**. Describimos estos cambios, pero **sin razonamiento detallado**.”

- **Ejemplo nivel 0**

La documentación **solo describe el diseño final** sin mencionar **decisiones, compromisos (trade-offs) o problemas**.

C.7.5 Reproducibilidad y calidad del repositorio GitHub

- **Ejemplo nivel 6**

“Nuestro repositorio de GitHub contiene **todo el código, archivos CAD, archivos STL y diagramas de cableado**.

El **README** explica **cómo ensamblar el robot paso a paso**.

Cada cambio importante se registra con un **mensaje de commit**, como ‘**Se agregó ajuste PID**’ y ‘**Mejorada la detección de pilares**’.

La **versión v1.0** corresponde al **evento regional** y la **v2.0** a la **versión final internacional**.

Nuestro **flujo de pruebas** está documentado en **tests.md**.”

- **Ejemplo nivel 4**

“El repositorio incluye el **código completo, modelos 3D y diagrama de cableado**.

El **README** describe cómo **instalar el software y ejecutar el programa principal**.

Contamos con **al menos tres commits** que muestran el progreso.”

- **Ejemplo nivel 2**

“Subimos nuestro **código final** a GitHub.

El **README** describe brevemente nuestro robot.”

- **Ejemplo nivel 0**

Repositorio inexistente, vacío o que no puede ser abierto por los jueces.

Apéndice D: Conjunto mínimo de componentes electromecánicos

La lista siguiente representa el **conjunto de equipo que puede utilizarse** para las partes electromecánicas del vehículo.

Esto es una **sugerencia** y **no un requisito**. Los equipos son libres de **seguir o no** estas sugerencias.

- una **computadora de placa única (SBC)**: se utilizará para procesamiento de video en tiempo real, análisis de datos de sensores y envío/manejo de señales hacia el controlador de motores.
- un **microcontrolador de placa única + un motor shield**: esta combinación recibe señales de control desde la SBC principal y opera los motores en consecuencia.
- una **cámara de gran angular**.
- **dos sensores de distancia**.
- **dos sensores de luz**.
- **servomotor**: controla la dirección.
- **motor DC con caja de engranes**: controla la velocidad del vehículo.
- **al menos un encoder**: permite al vehículo medir la velocidad angular del motor DC.
- **IMU (unidad de medición inercial)**: generalmente es una combinación de giroscopio y acelerómetro; puede utilizarse para mejorar la navegación del vehículo.
- **dos baterías**: una para la SBC y el SBM, otra para los motores.
- un **estabilizador de voltaje**: requerido para proporcionar un suministro adecuado de energía al SBC/SBM.
- **dos interruptores** para conectar las baterías a los consumidores de energía: SBC/SBM y motores.
- **botón pulsador**: puede utilizarse como disparador para iniciar la ronda.

Un **ejemplo de configuración del vehículo** podría ser:

- **Chasis** de un automóvil de control remoto (RC).
- **Controlador principal** – Raspberry Pi 3 (<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>) , y una **tarjeta MicroSD** para alojar el sistema operativo y los programas.
- **Módulo de cámara** (<https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>) con **lente gran angular** adicional.
- **Controlador de motores y sensores** – Arduino UNO (<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>) con un **shield de prototipado** (<https://store.arduino.cc/proto-shield-rev3-uno-size>).
- **Controlador de motor DC** (<https://www.robotshop.com/en/cytron-13a-5-30v-single-dc-motor-controller.html>).
- **Motor DC** para propulsar el vehículo (puede ser parte del chasis).
- **Servomotor** para la dirección (puede ser parte del chasis).
- **Sensor IMU** (<https://www.sparkfun.com/products/13762>).
- **2 sensores de distancia ultrasónicos** (<https://www.sparkfun.com/products/15569>).
- **2 sensores de línea analógicos** (<https://www.sparkfun.com/products/9453>).
- **Encoder rotatorio** (<https://www.sparkfun.com/products/10790>).
- **Batería USB externa** con un **hub** para dividir el consumo entre la Raspberry Pi y el Arduino.

-
- **Batería adicional** para alimentar el motor DC (puede ser parte del chasis)