
Reglas de la categoría ABIERTA 2025

Versión 1.0 – Enero 2025

Robot recolector de Café

1. Introducción

Los robots cada día se encuentran más cerca del hombre común y desarrollan tareas en donde prestan ayuda a los miembros de la sociedad, ya sea en el hogar, la industria, la medicina, la construcción y el trabajo.

Para esta ocasión la Competencia Latinoamericana de Robótica propone la construcción de un robot recolector de café. Latinoamérica es uno de los grandes productores de café a nivel mundial y que hoy en día cientos de personas laboran en el campo realizando trabajos de recolección de granos de café.

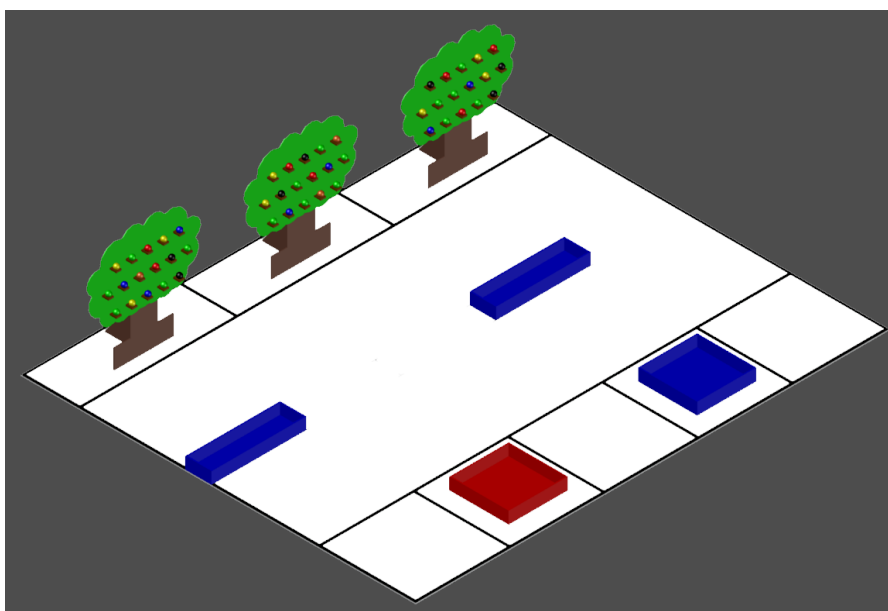


Figura 1. Vista pictórica del escenario que representa el cultivo y el beneficiadero.

La competencia plantea a los jóvenes latinoamericanos la construcción de un Robot que se encuentre en capacidad de recolectar granos maduros y sobremaduros de una plantación dejando en los árboles los granos verdes. Los granos recolectados deben ser clasificados y posteriormente transportados hacia una zona de almacenamiento que se encuentra en un lugar llamado “beneficiadero” evadiendo los obstáculos del escenario.

2. El objetivo de la competencia

La tarea del robot es recolectar los granos de café maduros y sobremaduros dejando los verde en el árbol, una vez recolectados los granos el robot debe desplazarse al beneficiadero y depositar los granos maduros en la caja roja y los sobremaduros en la caja azul. El objetivo de la prueba es recolectar la mayor cantidad de granos maduros y sobremaduros en 8 minutos.

El escenario representa parte de un cultivo compuesto por tres árboles en donde se encuentran los granos de café maduros (Rojos, naranjas y amarillos), verdes (verdes) y sobremaduros (azules y negros); los granos de café se encuentran representados por pelotas de golf. Además del cultivo se presenta parte del beneficiadero conformado por dos tolvas representadas en dos cajas identificadas por el color rojo y azul, en donde deben ser almacenados los granos de café recolectados por el robot para su posterior proceso de despulpado y secado.

En la zona central del escenario hay dos cajas rectangulares de color azul que simbolizan las albercas en donde se almacena el agua utilizada para el proceso de lavado de los granos de café y que a su vez deben ser evadidas por el robot en el momento de navegar entre el cultivo y el beneficiadero. Estas albercas se pondrán de forma aleatoria.

El robot debe ser capaz de diferenciar el color de cada uno de los granos de café; tomar solo los granos maduros y sobremaduros y posteriormente depositarlos en las tolvas que se encuentran en el beneficiadero, clasificándolos como granos maduros y sobremaduros.

3. Especificaciones del escenario

El escenario está construido por una lona blanca de 3600 mm x 3000 mm. El perímetro exterior y las divisiones del escenario está marcado por una línea de color negro de 19 mm impresas sobre la lona.

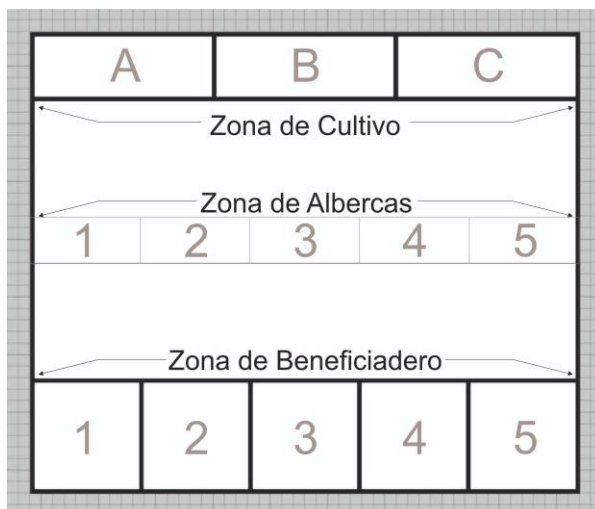


Figura 2. Definición de zonas (vista superior).

El escenario estará sobre una superficie plana, sin embargo, debido al suelo donde se posicione el mismo pueden haber diferencias de $\pm 5\text{mm}$ en el escenario.

Dentro del escenario se identifican las siguientes zonas:

- **Zona de cultivo** está delimitada por una línea negra de 19 mm. Dicha zona está dividida en tres sectores dentro de los cuales se encuentran tres árboles de café. Cada sector mide internamente aprox 1,174.5 mm x 412 mm.
- **El beneficiadero** se encuentra en el extremo opuesto a la zona de cultivo. Se identifica mediante una línea negra de 19 mm. Dicha zona está dividida en cinco sectores dentro de los cuales se deberán encontrar dos tolvas para el almacenamiento de los granos además uno de estos sectores servirá como zona de partida del robot recolector. Cada sector mide internamente 712 mm x 697 mm.
- **La zona intermedia** es el área entre la zona de cultivo y el beneficiadero. En la parte central se encuentra la zona de albercas. El robot debe navegar a través de esta zona evadiendo las dos albercas que se posicionan de forma aleatoria. Cada alberca mide 720 mm x 200 mm x 90 mm.

En el Apéndice A encontrará las medidas específicas del escenario.

4. Elementos del escenario

Árboles: en la zona de cultivo habrán tres arboles (uno en cada zona) de madera pintados uniformemente de color café claro y verde. El árbol se encuentra centrado en los 1,174.5 mm y a 100 mm de la línea más cercana a la zona central y se encuentra fijado al piso por la parte trasera. En la parte superior de cada árbol se ubican tres filas de soportes en donde se ubican las pelotas de golf que simbolizan los granos de café. En la fila inferior y superior se ubican 5 granos de café y en la intermedia 6 granos de tal forma que cada árbol contendrá 16 granos que serán repartidos entre verdes, rojos, naranja y azules. Ver apéndice B para ver planos detallados de los árboles.

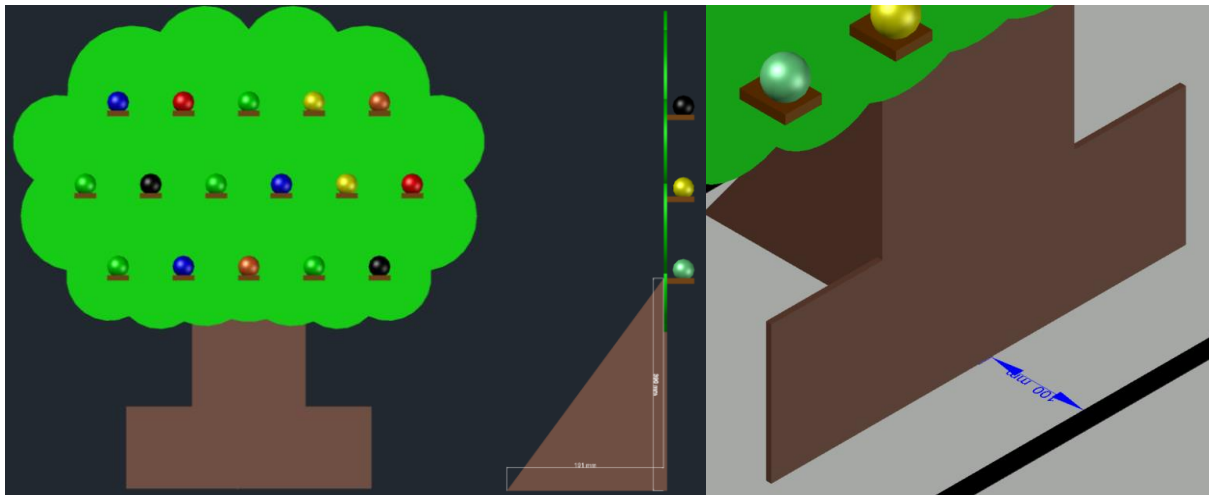


Figura 3. Vista frontal, lateral y posición del árbol

Granos de café: los granos se encuentran en los soportes de la parte superior de los árboles, son esferas impresas en 3D en material PLA de 42 mm de diámetro y 12 ± 4 gramos. Las esferas son de diferentes colores y cada una simboliza un grado de desarrollo del grano de café.

Tabla 1. Relación color y grado de madurez de los granos.

Color	Grado de madurez
Rojo, naranja y amarillo	Maduro
Verde	Verde
Azul y negro	Sobre maduro

					
Maduro	Maduro	Maduro	Verde	Sobremaduro	Sobremaduro

Figura 4. Colores de los granos de café.

Los granos son esferas impresas en 3D al 15% de relleno tipo giroide, el color puede ser directo del PLA o pintado con pintura en spray.

Soporte de los granos de café: cada grano de café se encuentra sobre un soporte que posee un hueco de 25mm de diámetro en donde está ubicado el grano. El espesor puede ser de 6 a 10 mm, sin embargo, la altura del grano es la misma. El soporte es de color café y se encuentra incrustado en la parte superior del árbol formando las tres filas de granos.

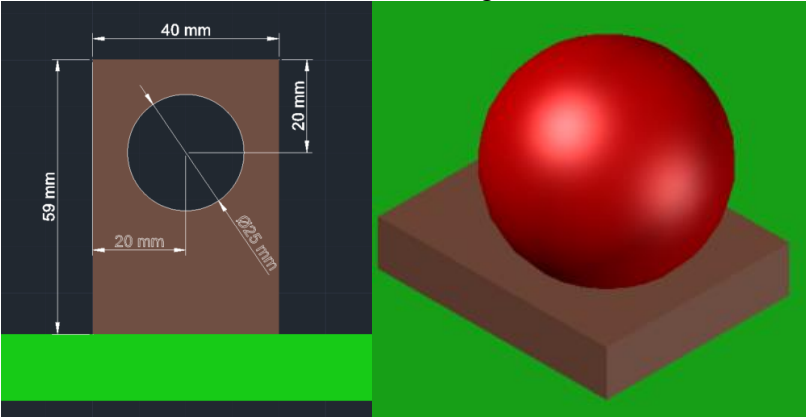


Figura 5. Soportes de los granos

Contenedores para almacenamiento: en la Zona del beneficiadero se encuentran dos contenedores en los que el robot debe depositar los granos de café recolectados, dichos contenedores son de color rojo y azul tal como se muestra en la figura 2. Cada contenedor mide en el exterior 450 mm de lado y 90 mm de alto. El contenedor se posiciona en el centro de la zona asignada.

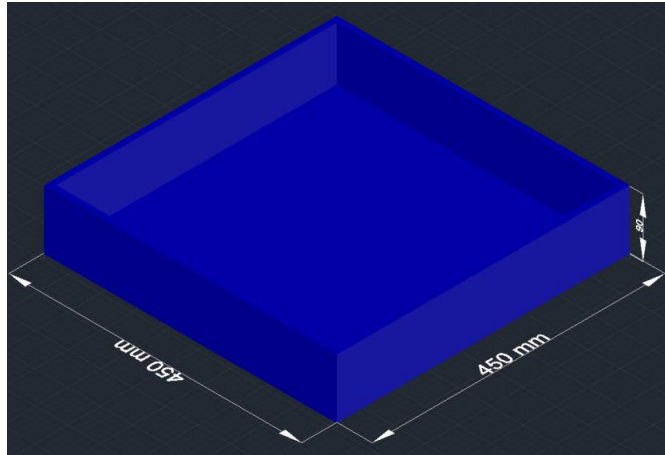


Figura 6. Contenedor para el almacenamiento de los granos.

Albercas: en la Zona central se encuentran la zona de albercas, la cual se encuentra dividida en 5 zonas, numeradas del 1 al 5. Se utilizan máximo 2 albercas para una ronda y la posición depende del sorteo, durante una ronda pueden haber 0, 1 ó 2 albercas. Las albercas son contenedores de color azul con medida exterior de 720 mm de largo x 200 mm ancho x 90 mm de alto. Las albercas no se encuentran fijas en el escenario.

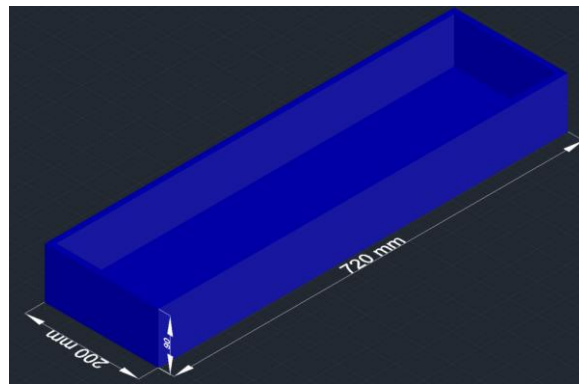


Figura 7. Dimensiones de la alberca.

5. Las condiciones de iluminación

El comité local proporcionará iluminación interior uniforme durante todo el día. No obstante, los equipos participantes deben estar preparados para calibrar sus robots basados en las condiciones de iluminación del lugar donde se realicen las competencias. El comité local realizará las acciones posibles para reducir al máximo los efectos de sombras e iluminación natural, sin embargo, estos factores no pueden ser totalmente eliminados. Por consiguiente es muy recomendado que los robots participantes sean diseñados para ser inmunes a variaciones de iluminación que se presenten en el lugar. Una vez iniciadas las competencias, los equipos jugarán bajo las condiciones de iluminación existentes sin discusiones o reclamos.

6. El robot

El robot debe ser un dispositivo móvil completamente autónomo, es decir, debe ser capaz de desplazarse a través del escenario y cumplir los objetivos sin intervención humana, durante las

rondas oficiales no está permitido que el robot se comunique con dispositivos externos y el robot debe ser capaz de resolver la tarea únicamente con los dispositivos que lleva en su interior.

No tiene restricciones de fabricación en cuanto a materiales, componentes mecánicos, electrónicos, pudiendo tener una cantidad ilimitada de piezas, sensores, actuadores y controladores prefabricados o hechos a mano.

Las restricciones del robot son:

- El robot debe caber en un cubo de 450 mm de lado al iniciar la ronda (incluyendo cables). Una vez presionado el botón de inicio, el robot de forma autónoma puede expandirse y sobrepasar las dimensiones iniciales.
- No debe comunicarse con dispositivos en el exterior.
- No debe deteriorar el escenario.
- Debe tener un sólo botón de inicio, que se utilice en todas las rondas de competencia. De este modo, se asegura que la información utilizada por el robot sea obtenida por sus propios sensores y no la observada por los miembros del equipo.
- Solo un robot puede estar dentro del escenario. No se permite que un robot pueda dividirse en dos o más robots durante las rondas.

Infringir cualquiera de las anteriores restricciones es condición de descalificación.

7. Las reglas de la competencia

Una vez iniciado el proceso de competencia, todos los equipos participantes deberán dejar sus robots en el espacio asignado por la organización, a la vista de todos y sólo podrán ser apartados de esta delimitación al momento de competir y una vez finalizada la ronda. Esto asegura que todos los equipos tengan la misma cantidad de tiempo para ajustar sus robots.

Cuando todos los robots se encuentren en el espacio asignado por la organización, se reunirá a todos los capitanes de los equipos y se dará paso al sorteo (por ronda) de la ubicación de los contenedores y el punto de partida del robot. Los contenedores y el punto de inicio del robot se encuentran ubicados en la zona del beneficiadero, para facilitar el sorteo, el beneficiadero se divide en 5 zonas numeradas del 1 al 5 en donde dos de ellas serán ocupadas por los contenedores y una por el robot. Posteriormente se realiza el sorteo de los granos de café que se encuentran en cada uno de los árboles.

Ubicación de los granos de café: Cada árbol tiene tres filas (baja, media, alta) de granos en donde se ubican tres categorías (verde, maduro y sobremaduro) de granos. Los granos se pondrán de forma aleatoria en cada una de las filas, cada clase de grano posee un grado de probabilidad, dependiendo de la fila en la que será ubicado tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Distribución de granos de café según la fila dentro del árbol.

Fila	Granos Verdes	Granos Maduros	Granos Sobremaduros
Alta	1	3	1
Media	2	2	2
Baja	2 ó 3	1	1 ó 2

Para facilitar el sorteo de los granos de café, el punto inicial de robot y la posición de los contenedores se realizará mediante un software que realiza cada uno de dichos sorteos respetando los valores de probabilidad asignados

Posteriormente se realiza el sorteo de la posición de las albercas centrales, dividido en 5 zonas, numeradas del 1 al 5, para este sorteo se utilizará un dado y el número obtenido corresponderá a la posición de la alberca. En caso de que el número sea 6 se considera que esa alberca no se utilizará en la ronda. Este proceso se realizará para cada alberca, en caso de que en el sorteo de la segunda alberca se obtenga el mismo número que la primera, no se utilizará la segunda alberca y solo será una o ninguna. Esto significa que durante la ronda pueden haber 0, 1 ó 2 albercas.

Por último se sortea el orden en que participarán los robots de los equipos que compiten. La orientación del robot será de libre por parte del capitán del equipo.

Durante el sorteo y durante toda la ronda, ningún miembro de los equipos podrá modificar de manera alguna su robot. Cambios en el robot y reprogramaciones serán permitidas únicamente después de terminada la ronda para todos los participantes. Los jueces anunciarán, en orden, el nombre del equipo participante y le indicarán la posición inicial.

El robot inicia la prueba en la zona designada del beneficiadero y debe desplazarse hacia la zona de cosecha para recolectar los granos de café, el tiempo no se detendrá hasta que el equipo concluya su participación o finalicen los 8 minutos. Cuando el robot inicia su intento no se podrá tocar, de lo contrario será considerado como un reinicio. El equipo puede solicitar un reinicio durante la ejecución de la ronda. Cada robot tendrá un máximo de dos reinicios por ronda. Cuando se reinicia, todos los granos de café se colocan en la posición inicial del intento, pero sin detener el tiempo, si los jueces lo aprueban los participantes del equipo en conjunto con los voluntarios reacomodarán el escenario y granos. Si el robot presenta un problema mecánico evidente y si los jueces lo autorizan, el equipo participante puede intervenir el robot y se considera reinicio, se reinicia la prueba y la medición del tiempo no se detendrá. Se considera como problema mecánico evidente, por ejemplo, el desprendimiento de una pieza, fallas en un motor, problemas con un sensor, batería sin energía, o cualquier dificultad no asociada a un mal diseño o debido a una mala programación que impida su funcionamiento normal y que pueda ser reparado al interior del escenario de forma rápida. El capitán del equipo puede finalizar la prueba en cualquier momento.

El robot no puede salir del escenario. Se considera que el robot se salió del escenario si alguna de las ruedas/llantas/orugas del robot entra en contacto con las líneas periféricas negras que delimitan el escenario o las líneas negras que delimitan las albercas que se encuentran en el centro del escenario. Si el robot abandona el escenario, se considera reinicio y se debe reiniciar la prueba.

Durante el recorrido del robot no debe mover las albercas que se encuentran en la zona central, las albercas no se encuentran fijas. En caso de que el robot desplace la alberca de su posición inicial se considerará un reinicio. Se considera mover la alberca si esta se desplaza más de 10 mm en cualquier dirección de la posición inicial.

Los granos deben ser extraídos del árbol uno por uno, pero pueden ser almacenados dentro del robot para su transporte, los granos que pueden ser recolectados son los maduros y sobremaduros, los verdes no deben ser separados del árbol. Los granos no pueden ser olvidados o colocados en un lugar diferente a los contenedores. Se consideran granos dentro del robot si al finalizar la prueba y alzar el robot los granos permanecen dentro de la estructura del mismo, si los granos se quedan en el escenario se consideran abandonados. En caso de que un robot extraiga 2 ó más granos al mismo tiempo se fuerza un reinicio, también aplica en caso de que el robot choque y tire 2 o más

granos.

La prueba se puede dar por finalizada de cuatro maneras:

- Finaliza el tiempo máximo de la prueba (8 minutos).
- Que los competidores decidan dar por finalizada su participación, siendo responsabilidad de cada equipo la acumulación de puntaje y el tiempo se detiene.
- El robot inicia la prueba y puede tener dos reinicios, al llamar el tercer reinicio se considera el fin de la prueba.
- Que el robot coloque todos los granos maduros y sobremaduros en los contenedores correspondientes.

El primer y principal criterio para determinar al ganador es el puntaje más alto. Si existiera un empate el segundo criterio sería el menor tiempo. En el caso que dos (o más) equipos llegasen a empatar en ambos criterios, se realizará una prueba extra entre ellos para desempatarlos.

Durante el desarrollo de las rondas finales, en caso de ocurrir un empate en el puntaje, se hará inmediatamente una prueba extra para definir el 1er, 2do y 3er lugar.

Cualquier consideración o excepción quedará a criterio de los jueces y organizadores.

8. La forma de evaluación y el puntaje asignado

La forma de puntuación se realizará dependiendo del manejo que se le dé a cada uno de los granos recolectados y se contabilizan al final de la ronda para cada equipo.

Puntuación:

- Se asignará 3 puntos por cada grano maduro dentro del robot retirado correctamente.
- Se asignará 1 punto por cada grano sobremaduro dentro del robot retirado correctamente.
- Se asignará 4 puntos extras por cada grano maduro que sea depositado en el contenedor rojo. (+7 puntos totales por cada grano maduro en el contenedor correcto).
- Se asignará 4 puntos extra por cada grano sobremaduro que sea depositado en el contenedor azul. (+5 puntos totales por cada grano maduro en el contenedor correcto).

Penalizaciones:

- Se penalizará con 7 puntos por cada grano que sea abandonado u olvidado en una zona diferente a los contenedores designados para el almacenamiento (excepto en el robot) y no se cuentan los puntos obtenidos por retiro correcto.
- Granos verdes en un lugar diferente a la posición inicial del árbol se penaliza con 7 puntos por cada grano. Incluye abandonados, en algún contenedor o dentro del robot al finalizar la prueba.
- Depositar granos maduros en el contenedor equivocado se penaliza con 7 puntos por cada grano y no se cuentan los puntos obtenidos por retiro correcto.
- Depositar granos sobremaduros en el contenedor equivocado se penaliza con 5 puntos por cada grano y no se cuentan los puntos obtenidos por retiro correcto.
- Mover cualquier alberca de su posición inicial fuerza a un reinicio. El capitán decide si reiniciar el robot en 0 puntos o finalizar la ronda con las condiciones obtenidas al detener el robot (obtiene los puntos acumulados).
- Extraer o tirar 2 o más pelotas del árbol al mismo tiempo fuerza a un reinicio. El capitán decide si reiniciar el robot en 0 puntos o finalizar la ronda con las condiciones obtenidas al detener el robot (obtiene los puntos acumulados).
- Cada ronda tiene máximo dos reinicios. No se penalizará el reinicio, sin embargo, la

puntuación se restablece en 0 y el tiempo no se detiene.

Ejemplo, al finalizar la ronda el equipo obtuvo:

5 granos maduros en el contenedor correcto, 4 granos sobremaduros en el contenedor correcto, 1 grano verde en el contenedor incorrecto, 2 granos maduros en contenedor incorrecto, 1 granos sobremaduros en contenedor incorrecto, 1 grano abandonado en el escenario, 3 granos maduros dentro del robot, 3 granos sobremaduros dentro del robot, 0 grano verde en el robot, 1 reinicio.

Tabla 3. Ejemplo de puntuación de una ronda oficial

Cantidad	Concepto	Puntos	Puntos totales
5	Granos maduros en el contenedor correcto	+7	35
4	Granos sobremaduros en el contenedor correcto	+5	20
3	Granos maduros dentro del robot al finalizar	+3	9
3	Granos sobremaduros dentro del robot al finalizar	+1	3
0	Granos verdes dentro del robot o abandonados al finalizar	-7	0
2	Granos maduros en contenedor incorrecto	-7	-14
1	Granos sobremaduros en contenedor incorrecto	-5	-5
1	Granos maduros y sobremaduros abandonados en el escenario	-7	-7
1	Granos verdes en algún contenedor	-7	-7
1	Reinicio	0	0
Puntos totales			34
Tiempo total			4:15 min

9. La ejecución de las pruebas y las rondas

Antes de comenzar las rondas se les avisará con tiempo a los competidores y se les dará un tiempo acorde a la cantidad de equipos para que puedan realizar calibraciones. Si los jueces consideran necesaria hacer una calibración por razones de luminosidad, se le dará 1 minuto extra a cada equipo antes de su ronda.

Existen dos tipos de rondas, clasificatorias y finales:

Rondas clasificatorias:

- Participan todos los equipos inscritos en la categoría.
- Consta de cuatro rondas por equipo. Dicho número puede variar a criterio de los jueces.
- El tiempo máximo por equipo para realizar la prueba es de 8 minutos.
- Cada equipo puede reiniciar su robot dos veces por ronda. Por cada reinicio los puntos regresarán a 0 y el tiempo no se detendrá.
- La suma del puntaje de las 2 mejores rondas, de las cuatro rondas, se tomará en cuenta para decidir sobre qué equipos participan en las rondas finales. Clasifican los mejores cinco equipos.
- En caso de ocurrir un empate, se decidirá por quien logró el puntaje en menor tiempo.
- Cada equipo tiene máximo 1 minuto para presentarse en la cancha, transcurrido dicho plazo, el tiempo de competencia comenzará a correr.

Rondas finales:

Participan los cinco primeros lugares de las rondas clasificatorias. Consta de tres rondas.

- El tiempo máximo por equipo para realizar la prueba es de 8 minutos.
- Cada equipo puede reiniciar su robot dos veces por ronda. Por cada reinicio existirá una penalización y el tiempo no se detendrá.
- El mejor puntaje de las 3 rondas se tomará en cuenta para determinar los lugares finales.
- Si llegara a ocurrir un empate, se disputará una cuarta ronda entre los equipos empatados para definir ese lugar.
- Cada equipo tiene 1 minuto para presentarse en la cancha, transcurrido dicho plazo, el tiempo de competencia comenzará a correr.

Buscando el buen desempeño de los robots y la participación de los equipos la tabla de puntaje se ordena considerando lo siguiente:

- Primero se ordenan los puntos obtenidos por los equipos que realizaron la ronda oficial de mayor a menor. Aquí se considera a los equipos que obtuvieron 0 puntos como resultado de la diferencia de puntos positivos y penalizaciones.
- Posteriormente se ordenan los equipos que intentaron realizar la prueba y que encendieron su robot, pero no obtuvo ningún desempeño y decidieron finalizar la ronda, por lo cual obtuvieron 0 puntos durante la ronda oficial. (En caso de existir equipos con puntos negativos, los que intentaron se ordenan después de ellos).
- Por último, se ordenan los equipos que no participaron en la ronda oficial y no se les asigna puntuación.

Solo pueden acceder a las rondas finales los equipos que obtuvieron puntos positivos durante alguna ronda de clasificación.

10. Requisitos para participar en la competencia

La manera de participar en la Competencia Robótica LARC 2025 categoría libre es formar un grupo de máximo 4 personas, quienes deben ser alumnos de cualquier institución educativa de cualquier país. No está permitido que un estudiante pertenezca a más de un equipo.

Será requisito de participación, la entrega de un documento donde se describa el desarrollo y funcionamiento del robot (TDP) en formato IEEE. Este TDP será utilizado para que los ganadores de los dos primeros lugares expongan brevemente ante sus compañeros. La no entrega de este documento impedirá la participación del equipo, ya que es de suma importancia para el desarrollo y evolución del conocimiento de los participantes.

11. El Jurado

El jurado estará compuesto por 1 persona del equipo que organiza la competencia que sabrá las bases más una persona relacionada con la robótica o área afín. Los nombres de estas dos personas serán anunciados en los días de la competencia.

12. Sobre las situaciones extraordinarias durante las competencias

En caso de una eventual situación extraordinaria con respecto a las reglas o al puntaje, el jurado y los Organizadores de la Competencia analizarán las condiciones del caso y decidirán dentro de la mayor imparcialidad posible.

Apéndice A.- Dimensiones del escenario

Las líneas negras son de 19 mm de espesor y se imprimen sobre la lona.

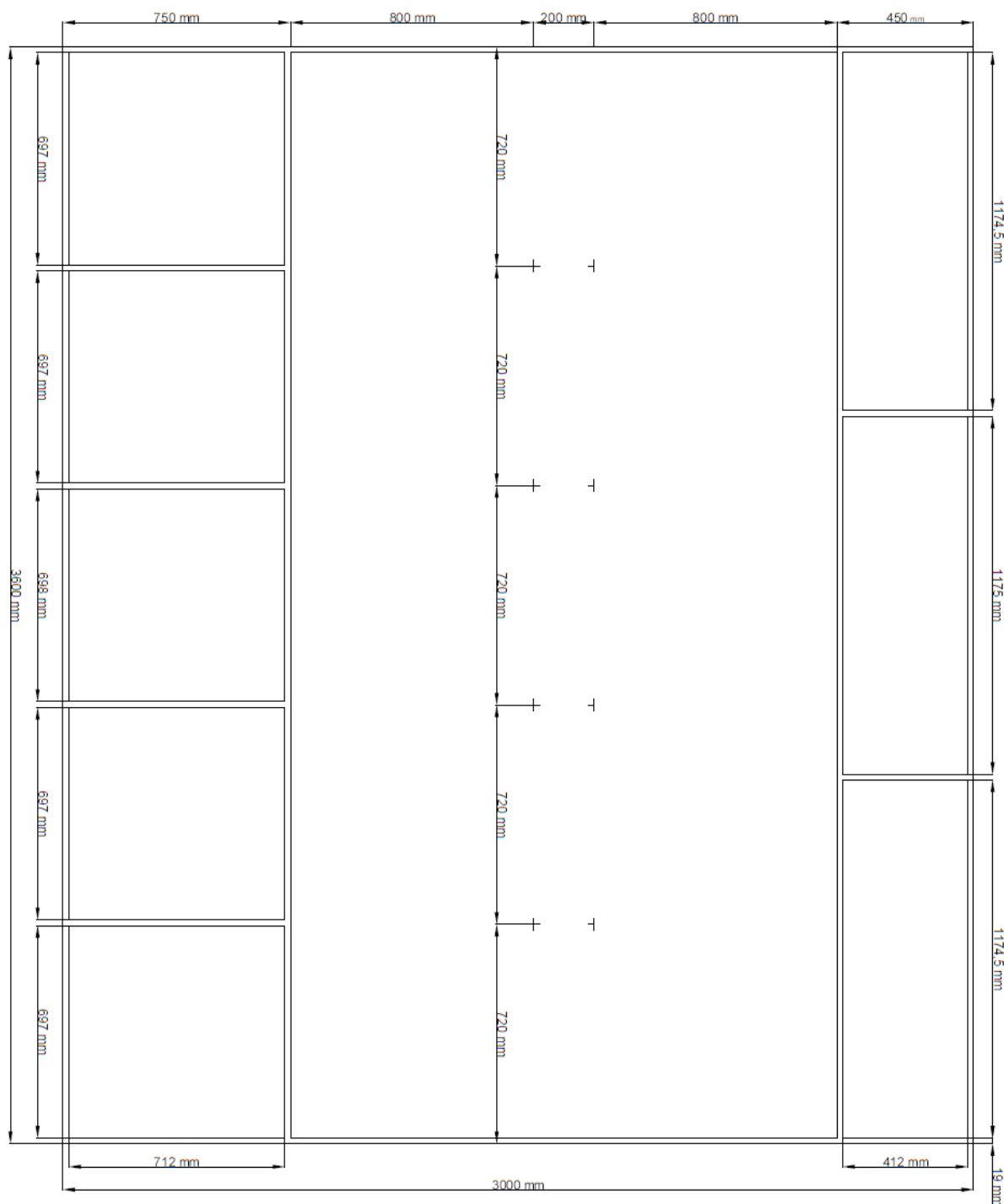


Figura 8. Dimensiones del escenario

Apéndice B.- Dimensiones del árbol

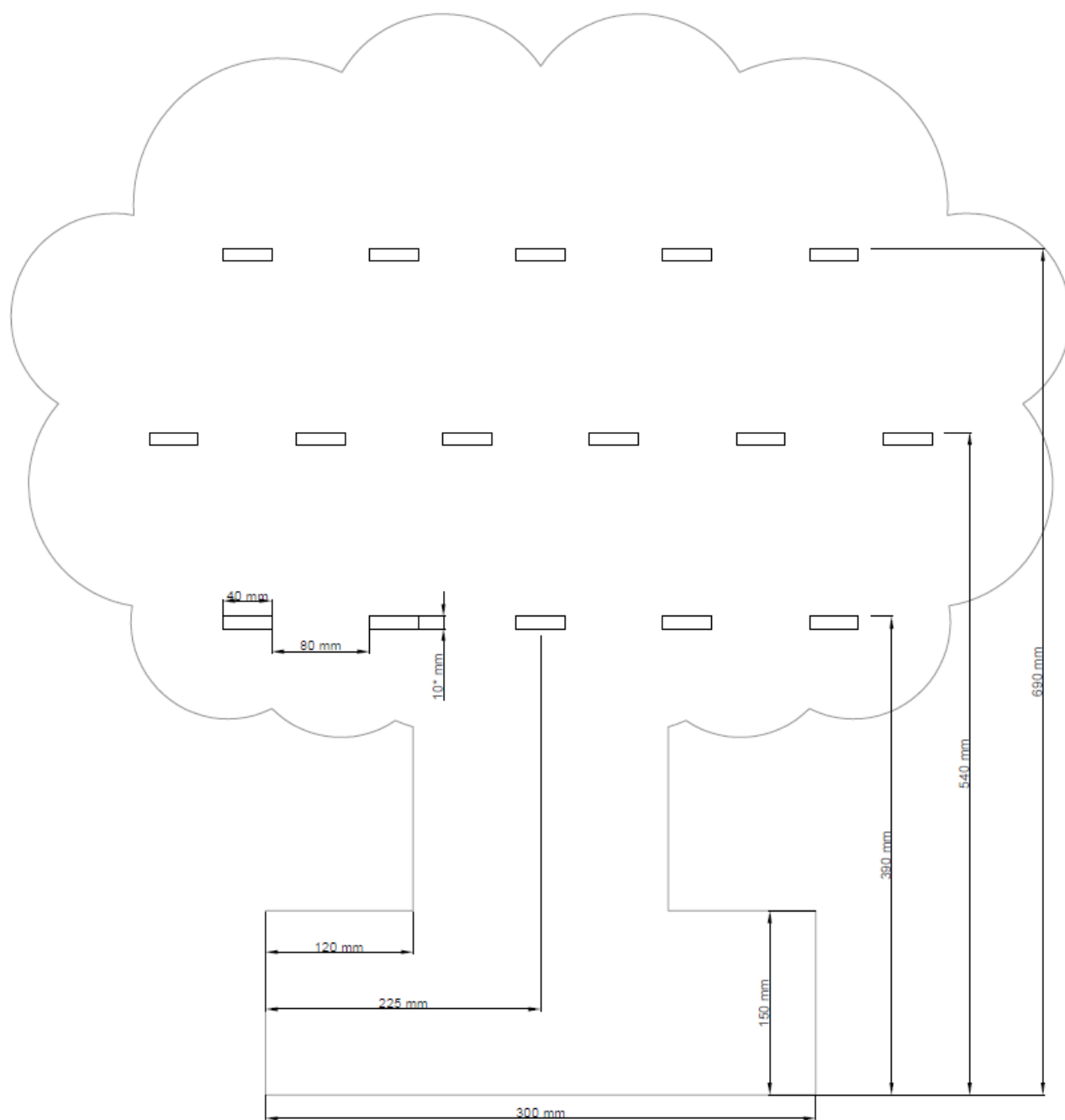


Figura 9. Dimensiones del árbol

*Para facilitar la construcción del árbol, el espesor del soporte puede ser de 6 mm a 10 mm, sin embargo, la cara superior debe estar en la altura correspondiente

Apéndice C.- Hoja de puntuaciones propuesta

Hoja de puntuación LARC OPEN

Ronda _____

Nombre del Equipo: _____

Institución académica: _____

Cantidad	Concepto	Puntos	Puntos totales
	Granos maduros en el contenedor correcto	+7	
	Granos sobremaduros en el contenedor correcto	+5	
	Granos maduros dentro del robot al finalizar	+3	
	Granos sobremaduros dentro del robot al finalizar	+1	
	Granos verdes en algún contenedor	-7	
	Granos maduros en contenedor incorrecto	-7	
	Granos sobremaduros en contenedor incorrecto	-5	
	Granos maduros y sobremaduros abandonados en el escenario	-7	
	Granos verdes dentro del robot o abandonados al finalizar	-7	
	Reinicio	0	
Puntos totales			
Tiempo total			

Nombre y firma del capitán del equipo: _____

Nombre y firma del juez principal: _____