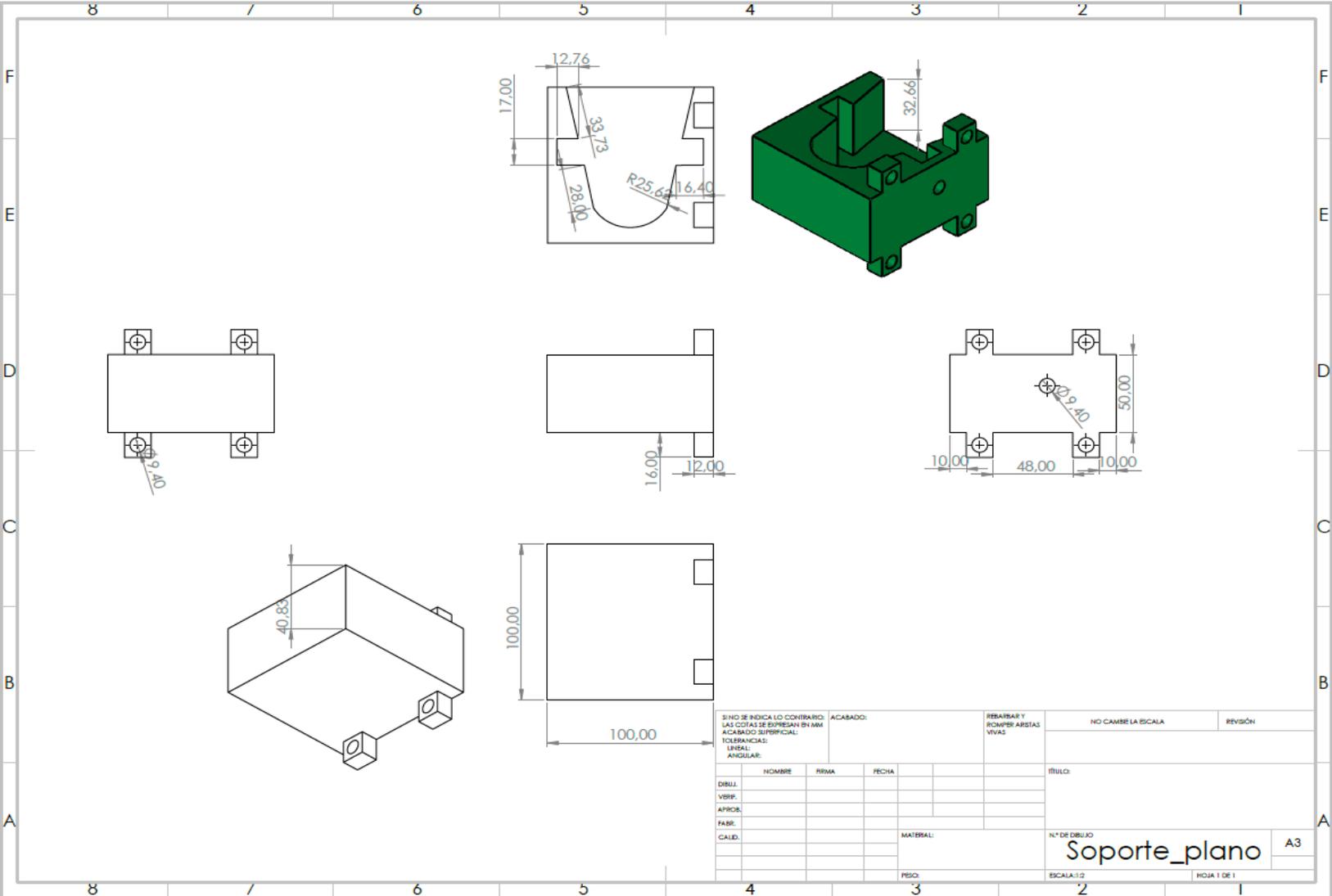
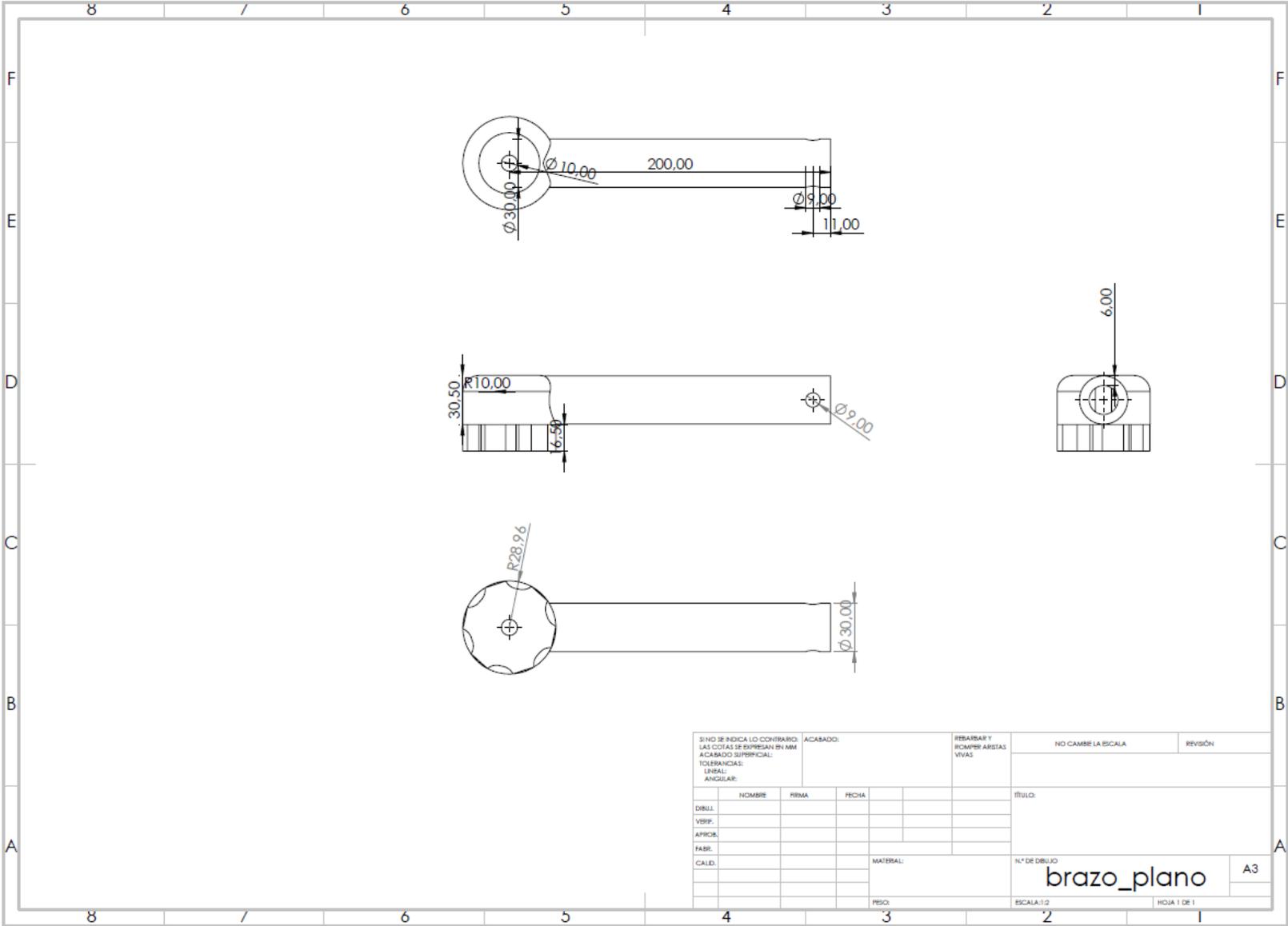
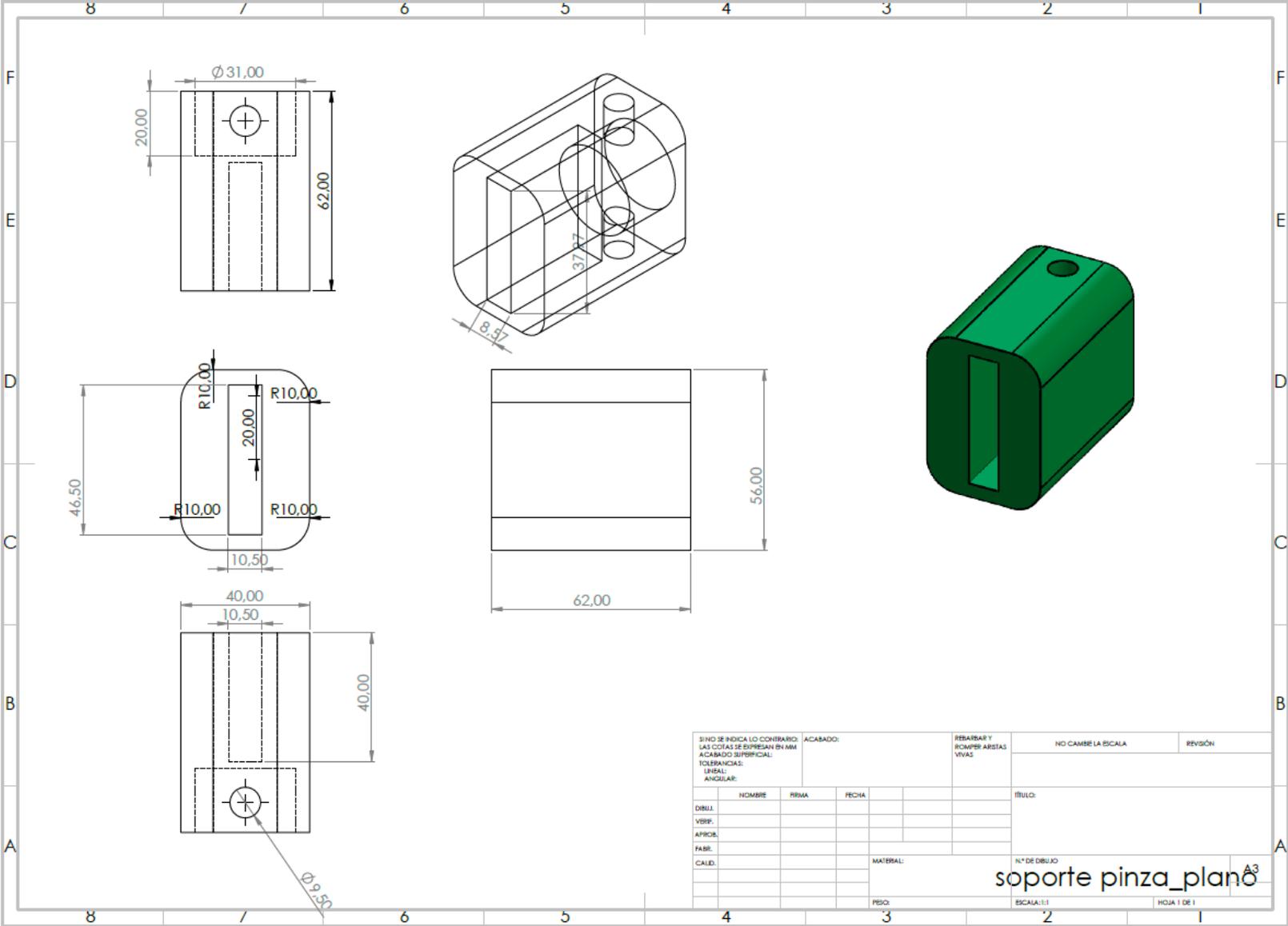


ANEXOS



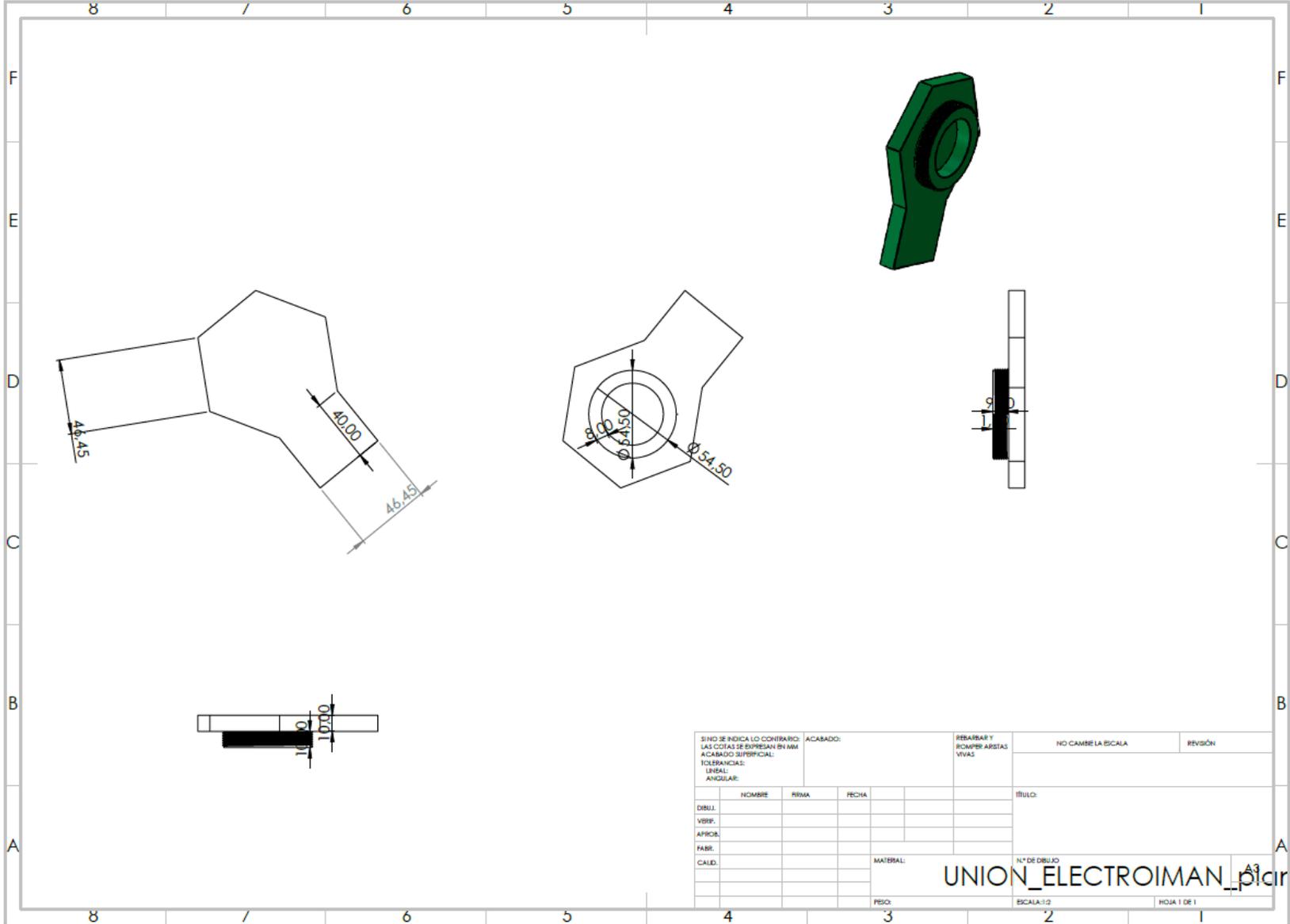


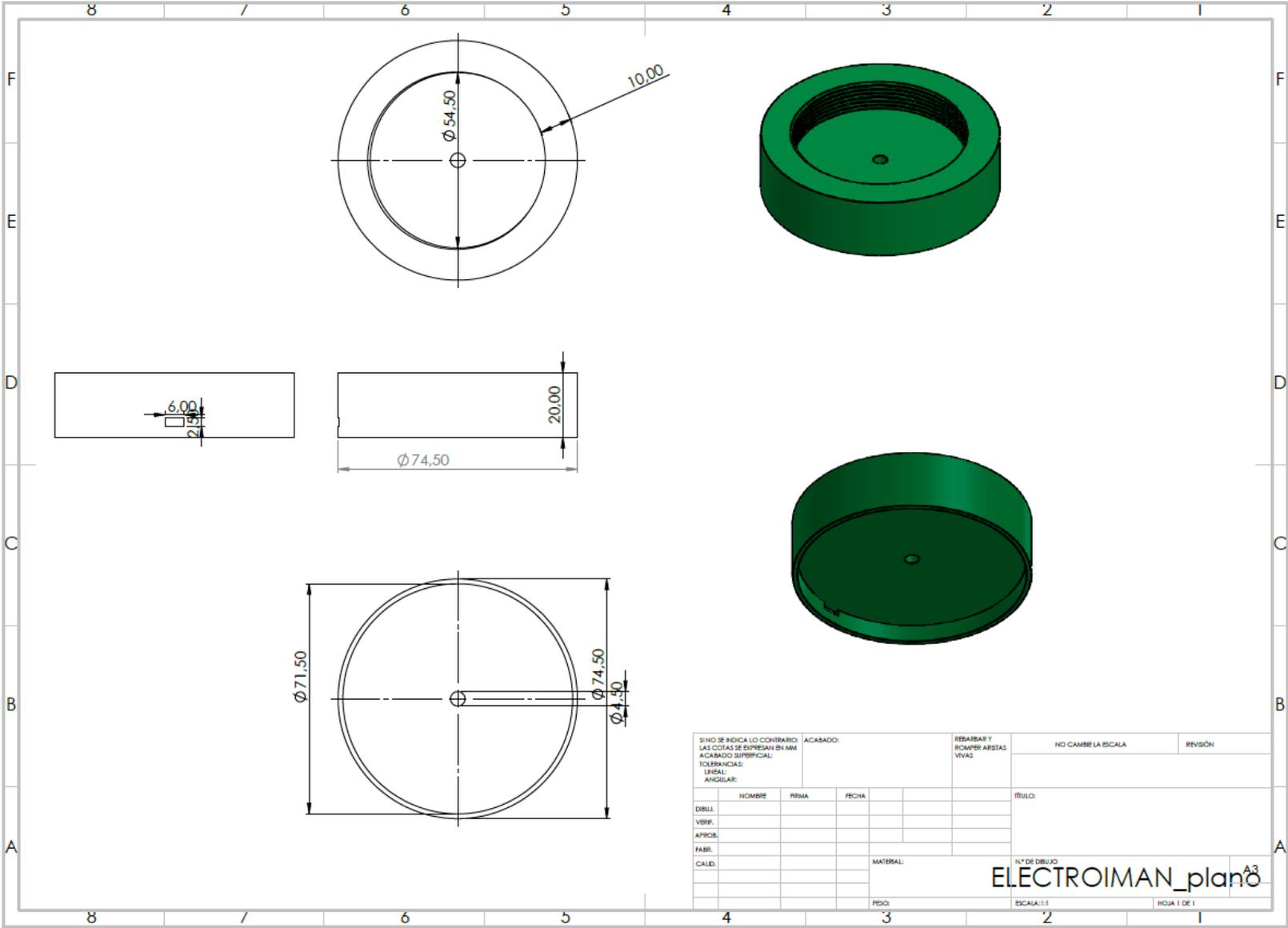
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBE LA ESCALA	REVISIÓN
NOMBRE FIRMA FECHA					TÍTULO:	
DIBUJ. VERIF. APROB. FABR. CALID.					N.º DE DIBUJO <b>brazo_plano</b>	
				MATERIAL:	ESCALA: 1:2 HOJA 1 DE 1	
				PESO:	A3	



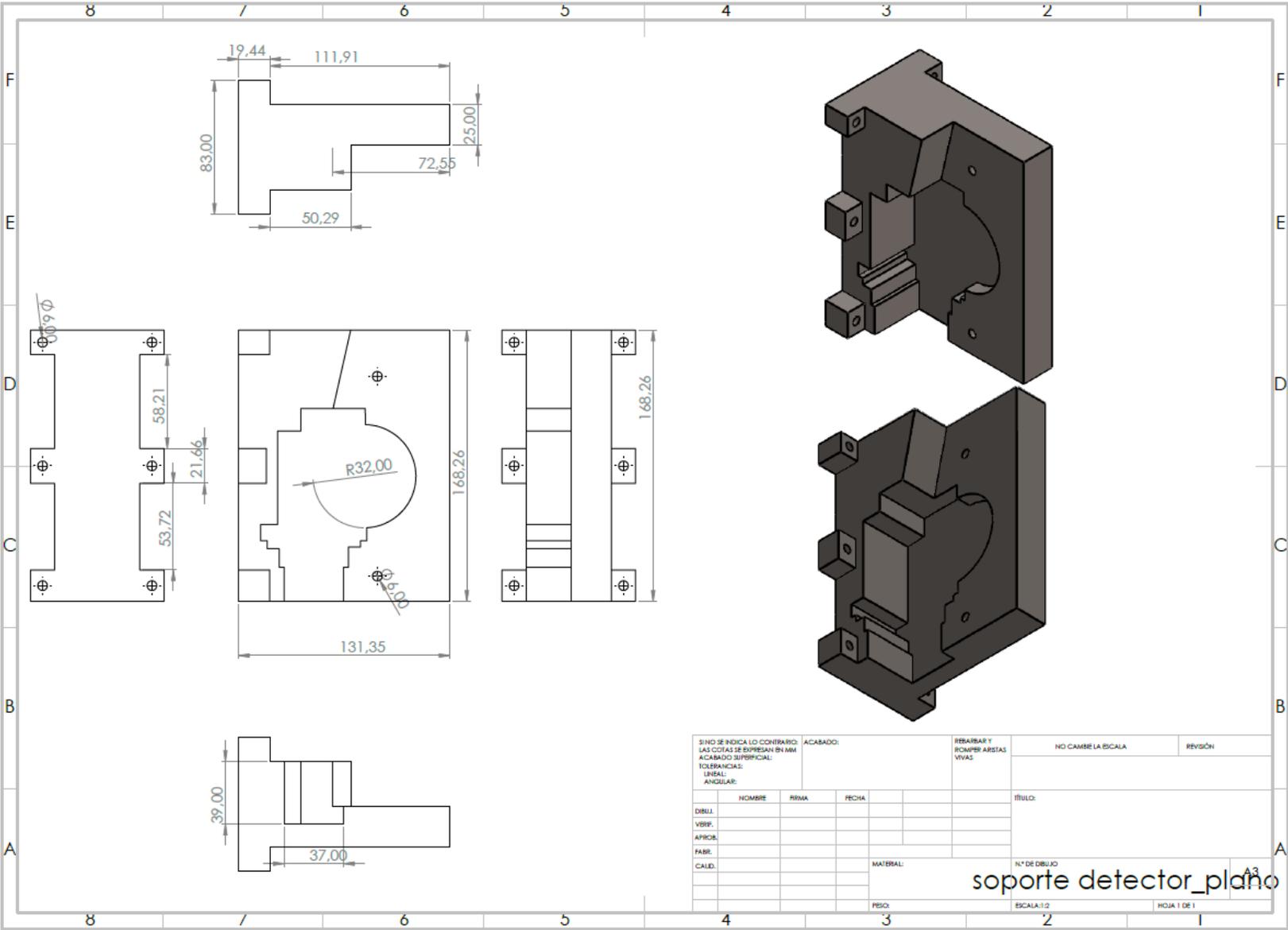
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBE LA ESCALA	REVISIÓN
NOMBRE			REINA	FECHA	TÍTULO:
DIBUJ.					
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALD.					
MATERIAL:			N.º DE DIBUJO		A3
PESO:			ESCALA: 1:1		HOJA 1 DE 1

soporte pinza\_plano





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA	TÍTULO:	
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALD.					
			MATERIAL:	Nº DE DIBUJO	
				ELECTROIMAN_plano	A3
			PESO:	ESCALA:1:1	HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBRE LA ESCALA	REVISIÓN																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOMBRE</th> <th>FIRMA</th> <th>FECHA</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>				NOMBRE	FIRMA	FECHA																																										TÍTULO:		
NOMBRE	FIRMA	FECHA																																																
MATERIAL:			N° DE DEBUJO																																															
ESCALA: 1:2			HOJA 1 DE 1																																															

soporte detector\_plano A3



**Universidad Autónoma Juan Misael Saracho**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE INFORMATICA Y SISTEMAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA INFORMATICA**

***MEJORAR Y ADAPTAR EL PROTOTIPO ROBOT BUSCAMINAS PARA LA  
 COMPETENCIA MUNDIAL MINESWEEPERS 2023***

**GESTIÓN 2023**

<b>IDENTIFICACION DEL PROYECTO</b>	
Título del Proyecto	MEJORAR Y ADAPTAR EL PROTOTIPO ROBOT BUSCAMINAS PARA LA COMPETENCIA MUNDIAL MINESWEEPERS
Nombre del Postulante	Sergio Garcia Moya
Celular	76836233
Carrera	Ingeniería Informática
Facultad	Ciencias y Tecnología
Institución/Centro Cooperante	Carrera Ingeniería de Alimentos
Duración del Proyecto	8 meses
Área/línea de investigación priorizada	Robótica e Informática Industrial

**Tarija – Bolivia**

**2023**

## **Introducción**

La amenaza que representan las minas terrestres es un problema global persistente que demanda soluciones innovadoras para su detección y desactivación segura. A pesar de los avances tecnológicos, la búsqueda de métodos eficientes y seguros para abordar este peligro sigue siendo un reto considerable. La importancia de desarrollar tecnologías que puedan realizar estas tareas con mayor precisión y menos riesgo para los seres humanos es indiscutible. En respuesta a esta necesidad, surge el proyecto de mejoramiento y adaptación de un robot buscaminas, destinado a revolucionar la manera en que abordamos la remoción de minas.

El propósito de este proyecto de grado es diseñar, desarrollar e implementar un prototipo robot buscaminas mejorado, capaz de competir eficazmente en el escenario global proporcionado por la competencia mundial Minesweepers. Este objetivo no solo pone a prueba las capacidades de nuestro diseño en un entorno competitivo y riguroso, sino que también enfatiza la importancia de la seguridad, la eficiencia y la innovación en la práctica de la detección de minas.

El proyecto tiene justificación en múltiples frentes. Desde una perspectiva tecnológica, el despliegue de un robot buscaminas altamente especializado promete la integración y la sinergia de sensores de vanguardia y algoritmos de detección refinados. Económicamente, la automatización de la detección de minas promete disminuir los costos operativos y los riesgos asociados con las operaciones de desminado. Socialmente, la seguridad mejorada en las áreas minadas podría traducirse directamente en la protección de vidas humanas y la mejora de la calidad de vida de comunidades afectadas por estos artefactos. Además, nuestra participación en la competencia Minesweepers no solo eleva el perfil de nuestro proyecto, sino que también fomenta una valiosa colaboración internacional y un intercambio de conocimientos técnicos.

En el ámbito medioambiental, la robotización de la detección de minas promete una reducción significativa en la perturbación de hábitats sensibles, protegiendo la biodiversidad local y mitigando el impacto ambiental de las operaciones de desminado.

Este proyecto, por lo tanto, no solo representa una contribución técnica al campo de la robótica y la detección de minas terrestres, sino que también tiene el potencial de generar impactos positivos sustanciales en los aspectos sociales, económicos y medioambientales. La experiencia y los resultados que se obtendrán en la competencia mundial Minesweepers de 2023, sirven como testimonio del potencial del robot buscaminas y establecen un precedente para futuras iniciativas en este campo vital.

## **Descripción del Proyecto**

### **Antecedentes**

#### **Antecedentes sobre la detección de minas terrestres**

#### **Impacto humanitario y socioeconómico de las minas terrestres**

La detección de minas terrestres es un problema de gran importancia debido a su impacto humanitario y socioeconómico. Estas minas representan una grave amenaza para la seguridad de las personas, tanto durante como después de los conflictos armados. No solo pueden causar lesiones y muertes, sino que también dejan secuelas físicas y psicológicas a largo plazo. Además, limitan el acceso a tierras agrícolas, recursos naturales, infraestructura y servicios básicos, dificultando el desarrollo de las comunidades y países afectados. Asimismo, las minas pueden provocar el desplazamiento de personas de sus hogares y comunidades, generando crisis humanitarias y aumentando la carga sobre los servicios de ayuda y rehabilitación.

#### **Métodos tradicionales de detección de minas**

Los métodos tradicionales de detección de minas, como la detección manual y el uso de animales entrenados, presentan limitaciones significativas. La detección manual es peligrosa y lenta, dependiendo en gran medida de la experiencia y habilidad de los operadores. Por otro lado, el uso de animales entrenados, como perros o ratas, puede ser efectivo, pero también presenta riesgos para la seguridad tanto de los animales como del personal encargado de la detección.

### **Antecedentes de la Competencia**

#### **Competencia Minesweepers**

La primera competencia internacional que tiene como objetivo sensibilizar al público sobre la gravedad de la contaminación por minas terrestres y municiones sin explotar (MUSE), fomentar la investigación en robótica y sus aplicaciones en el área del desminado humanitario en el mundo y contribuir activamente al logro de algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) adoptados por los Estados miembros de la ONU.

En esta competencia, cada equipo participante construye un vehículo terrestre/aéreo no tripulado teleoperado/autónomo que debe ser capaz de buscar minas terrestres antipersonales y MUSE enterradas y colocadas en la superficie.

La posición y el tipo de cada objeto detectado se visualizan y superponen en un mapa de campo minado.

El objetivo final de la competencia Buscaminas es aplicar la tecnología robótica para resolver el problema de las minas terrestres, lo que coincide con la nueva misión estratégica de IEEE, "... fomentar la innovación tecnológica y la excelencia en beneficio de la humanidad".

Para servir como un foro educativo y de investigación para brindar soluciones eficientes, confiables, adaptables y rentables para el grave problema del desminado humanitario en muchos

países afectados del mundo, la competencia motiva a los participantes a crear nuevas empresas e industrias orientadas a los campos minados. Tecnologías de reconocimiento y cartografía.

Además, la aplicabilidad de los sistemas robóticos presentados en esta competencia puede extenderse a una amplia gama de otras aplicaciones, como seguridad y vigilancia, búsqueda y rescate, monitoreo de salud de infraestructura civil, monitoreo de tuberías y monitoreo ambiental.

### **Minesweepers en Bolivia**

Años atrás inicio esta iniciativa en la ciudad de La Paz, realizándose el evento Minesweepers, los primeros 4 años esta competencia se realizaba a nivel nacional pero solo Universidades de la misma ciudad eran las que participaban.

Con la finalidad de poder participar en esta competencia, con esfuerzo propio y de la carrera, el año (2019) estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática fueron capacitados en la ciudad de La Paz para el armado de un robot buscaminas y de esa manera ser parte del concurso Nacional Minesweepers en el cual se obtuvo el 3er lugar de la categoría Academia, habilitándose al Regional Latinoamericano en esa misma gestión.

Gracias a varias gestiones y el apoyo de autoridades Facultativas y Universitarias. La competencia Latinoamericana se llevó acabo en la ciudad de Tarija en fechas 28, 29 y 30 de septiembre con la colaboración externa de la Fautapo para su realización; en la que se logró sacar un merecido 4to lugar para el equipo de la UAJMS denominado “Rezagados de Asgard”.

El año (2022) se volvió a participar en dicha competencia, en fecha 8 de octubre en predios del futuro Centro de Investigaciones de Robótica Aplicada en el municipio de Viacha – La Paz, en la que el equipo de la UAJMS “MAKER” en esa oportunidad logro conseguir un merecido 2do lugar.

El haber logrado el 2do lugar en esta competencia habilita a este equipo para poder participar en la Competencia Mundial Minesweepers 2023 en Alamein City – Egipto.

### **Antecedentes de trabajos similares**

Existen trabajos sobre la detección y eliminación de minas antipersonales utilizando robots entre estos esta:

El artículo "Mobile robot for landmine detection using infrared and ground penetrating radar" describe el diseño y la implementación de un robot móvil terrestre equipado con un radar de penetración en el suelo y una cámara infrarroja para la detección de minas terrestres.

El sistema utiliza el radar de penetración en el suelo para detectar objetos metálicos enterrados, mientras que la cámara infrarroja se utiliza para detectar cambios en la temperatura del suelo que puedan indicar la presencia de una mina terrestre.

El robot está diseñado para ser operado de forma remota, lo que minimiza el riesgo para los operadores humanos. El artículo describe los resultados de pruebas de campo realizadas en

diferentes terrenos y condiciones climáticas, demostrando la efectividad del sistema en la detección de minas terrestres.

El artículo "Development of a Teleoperated Mobile Robot for Mine Detection" se enfoca en el diseño y desarrollo de un robot móvil teleoperado para la detección de minas antipersonales. Los autores presentan una plataforma de robot móvil que utiliza sensores para detectar minas terrestres y está controlada por un operador humano a través de una conexión inalámbrica. El robot también está equipado con una cámara para capturar imágenes en tiempo real y un sistema de visualización para ayudar al operador en la identificación de las minas.

El artículo describe el proceso de diseño y construcción del robot, así como la evaluación de su rendimiento en pruebas de campo realizadas en una zona minada. Los resultados de las pruebas demuestran que el robot es capaz de detectar minas antipersonales de manera efectiva y que el operador humano puede controlar el robot de forma segura y precisa a través de la conexión inalámbrica.

El artículo ofrece una visión interesante sobre cómo la tecnología de los robots móviles puede ser utilizada para mejorar la detección de minas antipersonales, lo que podría tener un impacto significativo en la reducción de víctimas de estos dispositivos explosivos en zonas de conflicto.

### **Justificación del Proyecto**

#### **Tecnológico**

Existe la tecnología necesaria para abordar los desafíos planteados en el proyecto. La implementación se llevará a cabo mediante tecnologías robóticas avanzadas, aprovechando las últimas innovaciones en el ámbito de la robótica y sistemas de detección de minas.

La elección de estas tecnologías se basa en su capacidad para proporcionar soluciones integrales y adaptarse a las demandas específicas del proyecto.

Además, se seguirán las normativas y estándares relevantes, como los establecidos por IEEE 830, para garantizar que el sistema cumpla con los requisitos específicos del proyecto.

#### **Económico**

Se justifica económicamente debido a que se cuenta con los recursos para desarrollar el proyecto, será financiado por el estudiante postulante y conseguir financiamiento por medios externos.

Las áreas contaminadas con minas antipersonales suelen estar inutilizadas, impidiendo actividades económicas como la agricultura o el turismo. Al despejar estas áreas, se reintegran al circuito económico, generando oportunidades de empleo y fomentando el desarrollo local.

#### **Social**

La presencia de minas genera una sombra de temor sobre las comunidades afectadas. Este proyecto tiene el potencial de restaurar la seguridad y la confianza en estas áreas, permitiendo a la población afectada moverse con libertad y acceder a sus recursos sin miedo y preocupaciones.

#### **Humanitaria**

Las minas antipersonales son responsables de incontables daños y pérdidas de vidas humanas. Este proyecto se orienta a mitigar el sufrimiento humano y salvaguardar a las comunidades en riesgo, alineándose con los principios y objetivos humanitarios de la comunidad internacional.

### **Planteamiento del Problema**

El diseño actual del robot buscaminas enfrenta limitaciones técnicas y funcionales significativas que comprometen su eficacia y seguridad, impidiendo su operación óptima tanto en competencias internacionales como en aplicaciones prácticas de desminado. Estas limitaciones se manifiestan en la incapacidad del detector de minas para ajustar su altura y proximidad al suelo, lo que resulta en una detección imprecisa y aumenta el riesgo de detonaciones accidentales. Además, la configuración actual de las ruedas del robot no está adecuada para la navegación en terrenos arenosos, lo que representa un desafío particular para la competencia mundial Minesweepers 2023 en Egipto. A esto se suma la mala integración de los circuitos, lo que lleva a fallos eléctricos y sobrecalentamiento que no solo dañan los componentes, sino que también pueden comprometer la integridad del robot durante su funcionamiento.

El proyecto de mejora del robot buscaminas tiene el desafío de rediseñar y adaptar el robot para superar estas limitaciones. La solución requiere una innovación significativa en el diseño del sistema de detección que permita ajustes en tiempo real y una mayor flexibilidad en su operación. Además, se necesita una revisión del sistema de movilidad del robot para asegurar su funcionamiento en una variedad de entornos, y una mejora en la integración de circuitos para garantizar la fiabilidad y seguridad del robot. Lo que resume en:

**“Limitaciones técnicas y funcionales del diseño actual del robot buscaminas comprometen su eficacia y seguridad.”**

### **Propuesta de solución**

La propuesta de este proyecto se centra en una revisión integral y mejora del robot buscaminas actual, dirigiendo la atención a tres aspectos críticos del diseño: la detección de minas, la movilidad en terrenos desafiantes y la fiabilidad de los sistemas eléctricos. La solución propuesta contempla la implementación de un sistema de detección con capacidades ajustables, proporcionando así una mayor flexibilidad y precisión, y reduciendo simultáneamente el riesgo de detonaciones. Se prevé una mejora en la movilidad con un diseño innovador de tracción que permitirá al robot maniobrar eficazmente sobre arena y otros tipos de terrenos complejos que podrían encontrarse en la competencia Minesweepers y en entornos reales afectados por minas. Además, se llevará a cabo una optimización de la integración de los circuitos para garantizar la estabilidad y la seguridad eléctrica del sistema, lo que es esencial para la operación continua y segura del robot.

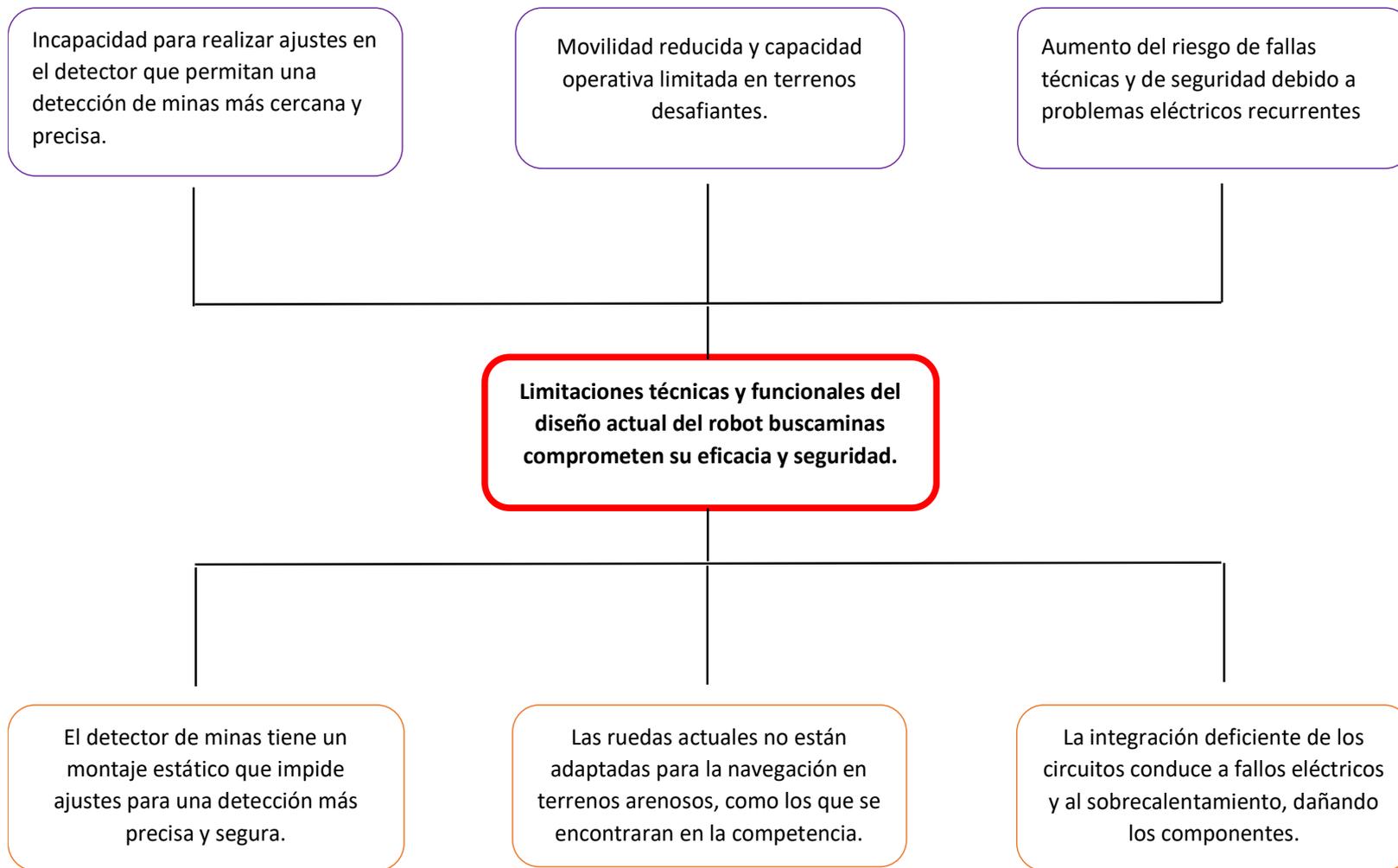
Este enfoque multidimensional asegura que cada mejora contribuya significativamente al rendimiento general del robot. La finalización del prototipo incluirá pruebas rigurosas para confirmar que las actualizaciones cumplen con los objetivos propuestos de eficiencia y seguridad. La documentación detallada del proceso de diseño y los resultados de las pruebas facilitarán la replicación y el mantenimiento futuros, así como la posibilidad de compartir los conocimientos adquiridos con la comunidad científica y técnica. Con este proyecto, se espera

no solo mejorar el diseño del robot buscaminas sino también avanzar en el campo de la robótica aplicada a la seguridad humanitaria.

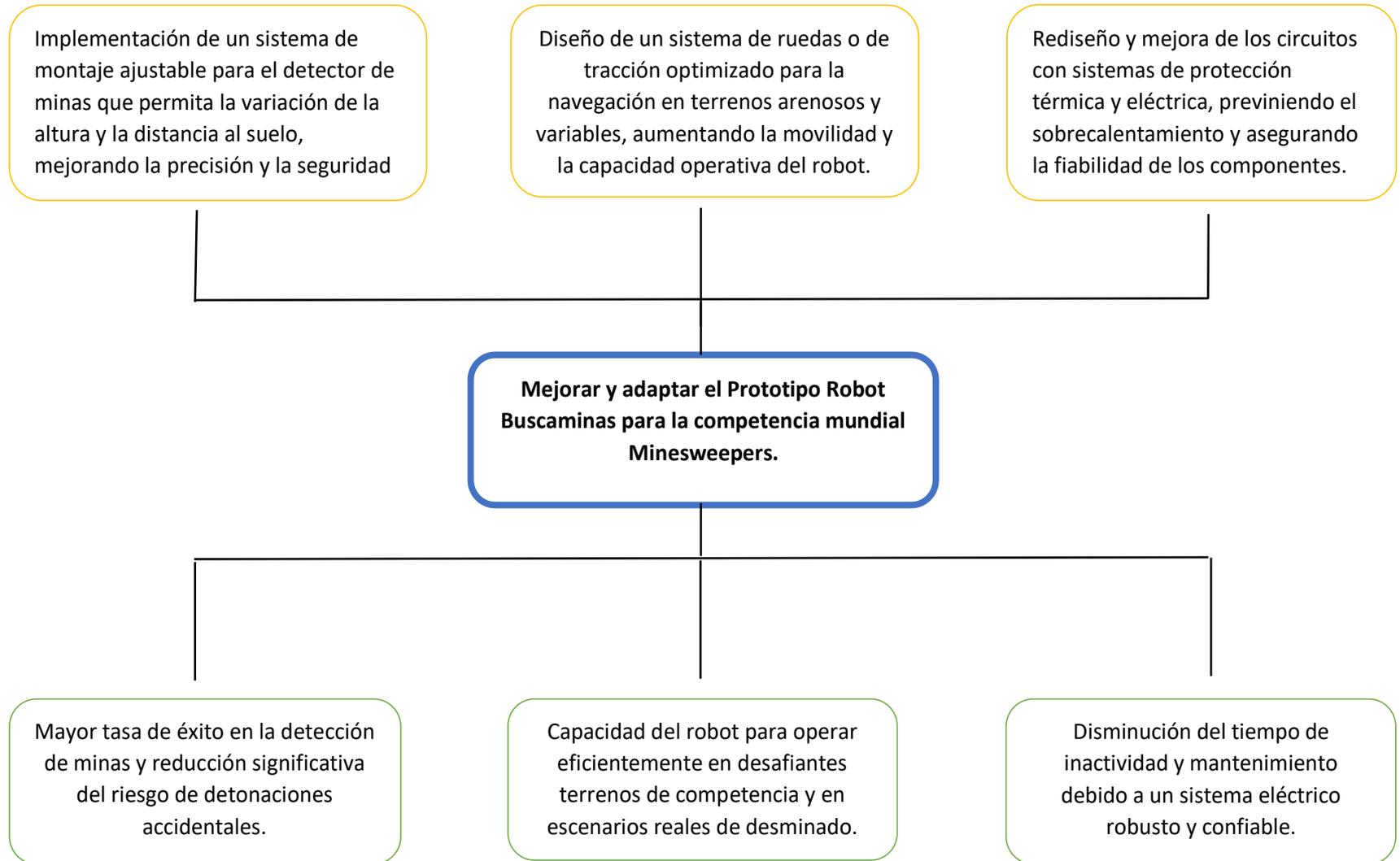
**Cuadro de Involucrados**

<b>Involucrado</b>	<b>Intereses</b>	<b>Problemas</b>	<b>Recursos/Mandatos</b>
Investigador	Contribuir al avance de la tecnología robótica	Limitaciones técnicas, falta de experiencia, recursos limitados	Conocimientos en robótica, acceso a herramientas y tecnología
Asesores	Avance en la investigación y aplicaciones	Disponibilidad limitada, divergencia de opiniones	Experiencia en robótica, conocimientos especializados
Equipo de desarrollo	Desarrollo de un robot eficiente y seguro	Problemas de coordinación, falta de recursos, restricciones de tiempo	Conocimientos técnicos, acceso a equipos y herramientas
Comunidad afectada	Seguridad y eliminación de minas	Peligro de minas terrestres, limitaciones de acceso	Experiencia en áreas minadas, apoyo a la implementación
Organizadores de competencias	Promover avances en tecnología robótica	Requisitos y reglas restrictivas, limitaciones presupuestarias	Establecimiento de las reglas de la competencia, apoyo logístico
Autoridades gubernamentales/ Instituciones académicas	Promover la investigación y la innovación	Limitaciones de financiamiento, enfoque en proyectos específicos	Recursos de investigación, acceso a instalaciones y laboratorios
Expertos en desminado	Mejorar las técnicas de desminado	Limitaciones en las técnicas actuales, falta de acceso a nuevas tecnologías	Conocimientos especializados, experiencia en desminado

### Árbol de Problemas



## Árbol de Objetivos



### Situación planteada con y sin proyecto

Este enfoque resalta la importancia del proyecto desde una perspectiva humanitaria, mostrando cómo la implementación de la tecnología no solo mejora la eficiencia, sino que también reduce riesgos asociados a la detección manual de minas.

Situación	Sin proyecto	Con proyecto
Método de Detección	Detección Manual de Minas con Riesgos Humanos	Detección Automatizada con Reducción de Riesgos
Riesgos Asociados a la Detección Manual	Exposición a Minas, Peligro para el Personal.	Reducción del Riesgo para el Personal.
Contribución Humanitaria	Limitada Capacidad para Manejar Situaciones de Riesgo.	Mayor Capacidad Humanitaria con la Tecnología Implementada.
Tasa de Detección y Seguridad	Menor Eficiencia, eficacia y Seguridad	Mejora en la Eficiencia y Mayor Seguridad

### Objetivos

#### Objetivo General

Mejorar y adaptar el Prototipo Robot Buscaminas para la competencia mundial Minesweepers.

#### Objetivos Específicos

- Diseñar, ensamblar y programar un prototipo robot buscaminas mejorando así la movilidad, precisión y durabilidad del prototipo.
- Socializar el prototipo Robot en la competencia Mundial Minesweepers.

### Limitaciones

#### Tecnológicas

- El prototipo está diseñado para trabajar en un rango específico de condiciones ambientales (No está diseñado para operar bajo la lluvia o en terrenos extremadamente rocosos).
- La precisión de la detección puede verse limitada por la calidad y especificación de los sensores utilizados.
- El prototipo opera con una autonomía limitada, basada en la capacidad de la batería.

#### Operacionales

- El robot no está diseñado para desactivar minas, solo para detectarlas y recolectarlas.
- Se requiere supervisión constante durante las operaciones del robot para garantizar la seguridad.

**Alcances**

Estos son los alcances del proyecto, que describen de manera detallada las áreas y aspectos que serán abordados, así como las metas específicas que se aspiran a alcanzar en cada una de ellas.

**Diseño y Desarrollo**

- Diseño conceptual y técnico detallado de mejoras en el robot.
- Desarrollo y fabricación de componentes modificados.

**Integración y Pruebas**

- Integración de sistemas mecánicos, eléctricos y de software mejorados.
- Pruebas de funcionamiento en diferentes terrenos y condiciones ambientales.
- Ajustes basados en los resultados de las pruebas.

**Documentación Completa**

- Documentación exhaustiva que cubre el diseño, desarrollo y pruebas del robot, incluyendo especificaciones técnicas y registros de pruebas.
- Diagramas de UML que proporcionan una representación visual clara de la estructura y el comportamiento del sistema.

**Matriz de Marco Lógico**

<b>Resumen Narrativo del Proyecto</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de Verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<p><b>Fin</b></p> <p>Contribuir a la iniciativa global de seguridad humanitaria a través del desarrollo de tecnologías robóticas innovadoras que asistan en la detección de minas antipersonales.</p>	<p>Después de un año desde su implementación, se proyecta que el robot buscaminas logre una tasa de detección precisa, minimizando los errores. Este desempeño respaldará su papel en la seguridad humanitaria global, asegurando la protección efectiva contra minas antipersonales.</p>	<p>Análisis comparativo entre el desempeño del prototipo robot buscaminas y los estándares previos sin él proyecto.</p> <p>Registros y resultados de la participación del robot en competición Minesweepers.</p>	<p>Se cuenta con la maquinaria y/o herramientas necesarias para alcanzar el acabado del prototipo</p>
<p><b>Objetivo General (Propósito)</b></p> <p>Mejorar y adaptar el Prototipo Robot Buscaminas para la competencia mundial Minesweepers.</p>	$IP = \frac{\text{Nro. procesos culminados}}{\text{Nro. total de procesos}} * 100$ <p>6. Diseño Mecánico 7. Diseño Electrónico 8. Programación del prototipo 9. Ensamblaje del prototipo 10. Participación en la competencia</p> $IP = \frac{5}{5} * 100 = 100\%$ <p>Finalizado el proyecto habrá un 100% de los procesos asociados a este.</p>	<p>Documentación de la tesis de grado y certificación de participación en la competencia mundial.</p>	<p>Se cuenta con el apoyo de las autoridades académicas de la Universidad para que siga adelante este proyecto.</p> <p>En cuanto a software y dispositivos electrónicos se tienen los necesarios para continuar con el proyecto.</p>

<b>Objetivos Específicos (Componentes)</b>			
<p>C1. Diseñar, ensamblar y programar un prototipo robot buscaminas mejorando así la movilidad, precisión y durabilidad del prototipo.</p> <p>C2. Socialización del Prototipo Robot en la Competencia Mundial Minesweepers</p>	<p>C1. El prototipo estará concluido en un 90% en el mes de septiembre</p> <p>Finalización del prototipo robot buscaminas funcional, contra versión anterior del prototipo.</p> <p>C2. Participación activa y reconocimiento positivo en la competencia.</p>	<p>C1. Revisión de planos y diagramas detallados del diseño.</p> <p>Modelos 3D del prototipo.</p> <p>Análisis del cuadro comparativo de mejoras, destacando la evolución en diseño, programación y ensamblaje respecto a la versión anterior del prototipo.</p> <p>C2. Retroalimentación y comentarios recopilados de jueces, competidores y asistentes durante el evento.</p> <p>Publicaciones en medios de comunicación o reconocimientos oficiales obtenidos durante o después de la competencia.</p>	<p>C1. Acceso a herramientas de diseño asistido por computadora (CAD).</p> <p>Conocimiento técnico para abordar los desafíos de diseño.</p> <p>Disponibilidad de materiales y componentes necesarios para el prototipo.</p> <p>C2. Aprobación y aceptación de la participación del prototipo en la competencia.</p> <p>Condiciones favorables para la presentación y demostración del robot.</p> <p>Respuesta positiva y constructiva de la comunidad en la competencia.</p>

<b>Actividades</b>			
<b>Componente 1</b>	Resume del presupuesto	Informe presupuestario del proyecto, avalado por el director.	Los desembolsos se realizarán de acuerdo con el cronograma.
1. Planificación y Diseño Inicial	10000. Servicios Personales		
2. Desarrollo del Sistema Mecánico	25600 Bs		
3. Desarrollo del Sistema Electrónico	20000 Servicios no Personales		
4. Programación y pruebas del prototipo robot	4000 Bs		
5. Ensamblaje del prototipo robot	30000 Materiales y suministros		
<b>Componente 2</b>	4020 Bs		
6. Participación en la competencia Minesweepers	40000 Activos reales		
7. Documentación final del proyecto	13150 Bs		
	<b>Total</b>		
	<b>46770 Bs</b>		

## Metodología de Desarrollo

Para el desarrollo del proyecto "Mejoramiento y Adaptación del Robot Buscaminas para la Competencia Mundial Minesweepers", se ha seleccionado un enfoque híbrido que incorpora la metodología SCRUM junto con el Lenguaje Unificado de Modelado (UML). SCRUM, un marco de trabajo ágil, estructurará el proceso de desarrollo en sprints iterativos y permitirá una adaptabilidad y una respuesta eficiente ante cualquier cambio o ajuste necesario. La naturaleza colaborativa de SCRUM fomentará la comunicación constante y el trabajo en equipo, asegurando que todas las partes involucradas estén alineadas con los objetivos y progresos del proyecto. Paralelamente, UML se utilizará para crear una representación estandarizada y detallada del diseño del sistema. A través de una variedad de diagramas de UML, se modelará la arquitectura del prototipo, los procesos operativos y las interacciones del robot buscaminas, lo que garantizará una documentación clara y la transferencia efectiva del conocimiento técnico. La combinación de SCRUM y UML proporcionará un marco sólido para el desarrollo sistemático y la documentación integral del proyecto.

### Sprints del Proyecto

#### *Sprint 1: Planificación y Diseño Inicial*

Objetivos	Duración
Establecer el alcance y los entregables.	1 semana
Definir los componentes a utilizar.	2 semanas
Diseñar la arquitectura general del robot.	2 semanas

#### *Sprint 2: Desarrollo del Sistema Mecánico*

Objetivos	Duración
Elaborar la plataforma superior del robot	2 semanas
Implementar el sistema de tracción	1 semana
Integración del sistema de tracción con la plataforma superior del robot	1 semanas
Mecanismo para recolección de minas	2 semanas
Mecanismo de elevación o ajuste de altura	2 semanas

#### *Sprint 3: Desarrollo del Sistema Electrónico*

Objetivos	Duración
Pruebas con el detector de metales	1 semana
Pruebas con los drivers de motor	1 semana
Pruebas del control de distancia	1 semana
Desarrollo de la placa PCB	3 semanas

Diseñar piezas en 3D para la placa PCB y driver motor	1 semana
---	----------

***Sprint 4: Pruebas y programación del prototipo robot***

Objetivos	Duración
Adaptar los códigos de prueba para que funcionen en un solo código y tener el código final del prototipo	3 semanas

***Sprint 5: Ensamblaje del prototipo robot***

Objetivos	Duración
Ensamblaje del sistema mecánico	1 semana
Integración del sistema electrónico	1 semana
Verificar la programación que funcione correctamente en el robot ensamblado y/o corregir	1 semana

***Sprint 6: Participación en la competencia Minesweepers***

Objetivos	Duración
Ensamblaje final del prototipo robot	1 semana
Preparación de documentación para exposición dentro de la competencia	1 semana
Preparación y practica del idioma Ingles	3 semanas
Presentar el prototipo en la competencia Minesweepers	1 semana

***Sprint 7: Documentación final del proyecto***

Objetivos	Duración
Documentación del proceso de diseño y desarrollo.	4 semanas

**Resultados Esperados**

**Diseño del Prototipo**

- Documentación completa del diseño del prototipo, que incluya los detalles de la tracción, el sistema de detección ajustable y la integración del circuito eléctrico.
- Prototipo físico del robot buscaminas diseñado y listo para su ensamblaje.

**Ensamblaje y Programación**

- Prototipo ensamblado y funcional con el sistema de tracción, detección ajustable e integración del circuito eléctrico implementados con éxito.
- Código fuente del programa utilizado para programar el prototipo, junto con la documentación técnica correspondiente.

**Socialización en Minesweepers**

- Participación exitosa en la competencia Mundial Minesweepers.
- Retroalimentación y reconocimiento de la comunidad científica y otros competidores.
- Posicionamiento del robot en la competencia y posibles premios o menciones obtenidas.

**Beneficiarios****Beneficiarios Directos**

- Participantes y colaboradores directos en el desarrollo del proyecto.
- Estudiantes que podrían aprender sobre robótica, diseño, y programación a través de la documentación y resultados obtenidos.

**Beneficiarios Indirectos**

- Otros investigadores y científicos pueden beneficiarse de la documentación técnica y avances en el diseño y programación del robot buscaminas.
- Otros participantes en la competencia pueden obtener conocimientos y experiencias al observar y competir contra el prototipo.
- Empresas y profesionales del sector tecnológico pueden encontrar inspiración o conocimientos valiosos para aplicaciones futuras.
- A largo plazo, las comunidades que se benefician del desminado podrían ver mejoras gracias a la tecnología desarrollada.



**Presupuesto General**

<b>N°</b>	<b>RUBROS</b>	<b>Aporte Universidad</b>	<b>Otro Aporte</b>	<b>TOTAL (Bs)</b>
10000	SERVICIOS PERSONALES			
	12000 Empleados no permanentes		25600	25600
	Sub total componente			25600
20000	SERVICIOS NO PERSONALES			
	21000 Servicios Básicos		4000	4000
	Sub total componente			4000
30000	MATERIALES Y SUMINISTROS			
	31000 Alimentos y Productos Agroforestales		320	320
	32000 Productos de Papel, Cartón e Impresos		250	250
	39000 Productos Varios	3450		3450
	Sub total componente			4020
40000	ACTIVOS REALES			
	43000 Maquinaria y Equipo	8150	5000	13150
	Sub total componente			13150
<b>TOTAL</b>				<b>46770</b>

**10000 SERVICIOS PERSONALES**

Gastos por concepto de servicios prestados por el personal permanente y no permanente, incluyendo el total de remuneraciones; así como los aportes al sistema de previsión social, otros aportes y provisiones para incrementos salariales.

**2.7.1. 12000 Empleados No Permanentes**

Nº	Descripción	Remuneración	Tiempo/mes	Total (Bs)
<b>12100</b>	<b>Personal Eventual</b>	<b>3200</b>	<b>8</b>	<b>25600</b>
Total				25600

Fuente: Elaboración propia

**SERVICIOS NO PERSONALES**

Gastos para atender los pagos por la prestación de servicios de carácter no personal, el uso de bienes muebles e inmuebles de terceros, así como por su mantenimiento y reparación. Incluye asignaciones para el pago de servicios profesionales y comerciales prestados por personas naturales o jurídicas y por instituciones públicas o privadas.

**21000 Servicios Básicos**

Nº	Descripción	Remuneración	Tiempo/mes	Total (Bs)
21200	Energía Eléctrica	100	8	800
21300	Agua	60	8	480
21400	Telefonía	100	8	800
21600	Internet	240	8	1920
Total				4000

Fuente: Elaboración propia

**30000 MATERIALES Y SUMINISTROS**

Comprende la adquisición de artículos, materiales y bienes que se consumen o cambian de valor durante la gestión. Se incluye los materiales que se destinan a conservación y reparación de bienes de capital.

**31000 Alimentos y Productos Agroforestales**

Nº	Descripción	Cantidad	Costo	Total (Bs)
31300	Productos Agrícolas, Pecuarios y Forestales			
	Madera trupan 9mm 275x183cm	2	170	320
Total				320

Fuente: Elaboración propia

**32000 Productos de Papel, Cartón e Impresos**

Nº	Descripción	Cantidad	Costo	Total (Bs)
32100	Papel de escritorio (Resma)	10	25	250
Total				250

Fuente: Elaboración propia

**39000 Productos Varios**

N°	Descripción	Cantidad	Costo	Total (Bs)
39700	Útiles y Materiales Eléctricos			
	Cables 2,5mm	20 metros	3	60
	Jumpers MM HM HH	300	0.5	150
	Resistencias	50	1	50
	Transistores	50	3	150
	Capacitores	10	1	10
	Diodo	10	0,5	5
	Bloque terminal	20	2	40
	Reductor de voltaje	2	15	30
	Placa Virgen PCB 1x1m	3	60	180
	Placa esp32	3	75	225
Total				900

Fuente: Elaboración propia

**40000 ACTIVOS REALES**

Gastos para la adquisición de bienes duraderos, construcción de obras por terceros, compra de maquinaria y equipo y semovientes. Se incluyen los estudios, investigaciones y proyectos realizados por terceros y la contratación de servicios de supervisión de construcciones y mejoras de bienes públicos de dominio privado y público, cuando corresponda incluirlos como parte del activo institucional. Comprende asimismo los activos intangibles.

**43000 Maquinaria y Equipo**

N°	Descripción	Cantidad	Costo	Total (Bs)
43120	Equipo de Computación	1	5000	5000
43200	Maquinaria y Equipo de Producción			
	Impresora 3D	1	2500	2500
	Amoladora	1	300	300
	Taladro	1	350	350
	Detector de Metales	1	1500	1500
43320	Vehículos Livianos para Proyectos de Inversión Pública			
	Coche eléctrico	1	3500	3500
Total				13150

Fuente: Elaboración propia

**Referencias Bibliográficas**

P. Gómez, J. C. Rodríguez, and M. A. Hinojosa, "Sistemas robóticos para la detección de minas terrestres," Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, vol. 12, 2015.

- A. L. López-López et al., "Detección y eliminación de minas terrestres utilizando un robot autónomo," *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, vol. 16, 2019.
- E. P. García et al., "Implementación de un sistema de detección de minas terrestres utilizando un robot móvil autónomo," *Revista Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 26, 2018.
- R. Del Toro et al., "Revisión de tecnologías y métodos de detección de minas terrestres," *Revista Ingeniería Biomédica*, vol. 14, 2020.
- J. C. Carrasco and A. R. Martínez, "Sistemas de detección y desactivación de minas terrestres: estado del arte y perspectivas futuras," *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol. 43, 2019.
- S. Ramakrishnan and S. Balamuralidhar, "Robot Operating System (ROS) for Autonomous Mobile Robots," in *Robotics and Autonomous Systems: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, IGI Global, 2019.
- C. P. R. Cardoso et al., "Unmanned Aerial Vehicles in Landmine Detection: A Review," in *Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 2020.
- M. H. Cao et al., "A Review of Landmine Detection Technologies," in *Proceedings of the International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, 2021.

---

## **Especificación de requisitos de software**

**Proyecto: Mejorar y adaptar el prototipo robot  
buscaminas para la competencia mundial minesweepers**

Revisión 1.0

## 1. Introducción

Este documento es una Especificación de Requisitos Software (ERS) para el sistema que ocupara el prototipo robot buscaminas. Esta especificación se ha estructurado basándose en las directrices dadas por el estándar IEEE Práctica Recomendada para Especificaciones de Requisitos Software ANSI/IEEE 830, 1998.

### 1.1 Propósito

El propósito de esta especificación de requerimientos es definir los requisitos del sistema para el desarrollo e implementación del proyecto " Mejorar y adaptar el prototipo robot buscaminas para la competencia mundial minesweepers". Esta especificación servirá como guía para el diseño, construcción y evaluación del robot buscaminas.

### 1.2 Ámbito del Sistema

El sistema incluirá el diseño y construcción del robot buscaminas, así como los algoritmos de detección y reconocimiento de minas. El enfoque principal será la detección de minas terrestres en áreas específicas, con el objetivo de reducir los riesgos y mejorar la eficiencia en las operaciones de desminado.

### 1.3 Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

**ERS.** Especificación de Requisitos de Software

**RF.** El estándar seguido para la especificación del identificador de cada requisito funcional será de la siguiente manera:

R= Requisito

F= Funcional

**RNF.** El estándar seguido para la especificación del identificador de cada requisito no funcional será de la siguiente manera:

R= Requisito

NF= No Funcional

### 1.4 Referencias

P. Gómez, J. C. Rodríguez, and M. A. Hinojosa, "Sistemas robóticos para la detección de minas terrestres," Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, vol. 12, 2015.

A. L. López-López et al., "Detección y eliminación de minas terrestres utilizando un robot autónomo," Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, vol. 16, 2019.

E. P. García et al., "Implementación de un sistema de detección de minas terrestres utilizando un robot móvil autónomo," Revista Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 26, 2018.

R. Del Toro et al., "Revisión de tecnologías y métodos de detección de minas terrestres," Revista Ingeniería Biomédica, vol. 14, 2020.

J. C. Carrasco and A. R. Martínez, "Sistemas de detección y desactivación de minas terrestres: estado del arte y perspectivas futuras," Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, vol. 43, 2019.

S. Ramakrishnan and S. Balamuralidhar, "Robot Operating System (ROS) for Autonomous Mobile Robots," in Robotics and Autonomous Systems: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications, IGI Global, 2019.

C. P. R. Cardoso et al., "Unmanned Aerial Vehicles in Landmine Detection: A Review," in Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2020.

M. H. Cao et al., "A Review of Landmine Detection Technologies," in Proceedings of the International Conference on Machine Learning and Cybernetics, 2021.

### **1.5 Visión General del Documento**

Este documento consta de tres secciones. Esta sección es la Introducción y proporciona una visión general de la ERS. En la segunda sección se da una descripción general del sistema, con el fin de conocer las principales funciones que debe realizar, los datos asociados y los factores, restricciones, supuestos y dependencias que afectan al desarrollo, sin entrar en excesivos detalles. En la sección 3 se definen con más detalle los requisitos que debe satisfacer el sistema.

## **2. Descripción General**

El proyecto tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia y seguridad en la detección de minas terrestres mediante el desarrollo e implementación de un robot prototipo buscaminas.

El robot buscaminas será diseñado y construido para realizar la detección de minas aprovechando los sensores, actuadores y algoritmos especializados

El proyecto se enfocará en investigar y analizar las tecnologías y componentes necesarios para la construcción del robot buscaminas, considerando aspectos como la precisión de detección, la velocidad de desplazamiento y la seguridad en la operación. Se llevarán a cabo pruebas y ajustes para optimizar el funcionamiento del robot y garantizar su efectividad en la detección de minas.

Además, se tiene como meta participar en la competencia mundial Minesweepers 2023, donde el robot será evaluado en diversos aspectos, como su capacidad de detección, su precisión en la ubicación de minas y su desempeño general. La competencia proporcionará una oportunidad valiosa para medir el rendimiento del robot y compararlo con otros desarrollos a nivel internacional.

### **2.1 Perspectiva del Producto**

El robot buscaminas se considerará como un sistema diseñado para la detección de minas terrestres.

### **2.2 Funciones del Producto**

Las funciones principales del robot buscaminas incluirán la detección de minas utilizando sensores y actuadores especializados, la navegación en terrenos difíciles y la comunicación con el operador o el sistema central.

### **2.3 Características de los Usuarios**

El robot buscaminas estará diseñado para ser utilizado por personal capacitado en operaciones de desminado. Los usuarios deberán tener conocimientos técnicos y experiencia en la manipulación y control de robots.

## **2.4 Restricciones**

El desarrollo del robot buscaminas estará sujeto a las siguientes restricciones:

- Presupuesto limitado para la adquisición de componentes y materiales.
- Plazos de entrega establecidos para la finalización del prototipo.
- Cumplimiento de las normativas y regulaciones relacionadas con la seguridad y la detección de minas terrestres.

## **2.5 Suposiciones y Dependencias**

El desarrollo e implementación del robot buscaminas dependerá de las siguientes suposiciones y dependencias:

- Disponibilidad de expertos en desminado para brindar conocimientos técnicos y asesoramiento durante el proceso.
- Colaboración con instituciones y organizaciones involucradas en la investigación y desarrollo de tecnologías.

## **2.6 Requisitos Futuros**

Se contemplará la posibilidad de futuras mejoras y actualizaciones del robot buscaminas, considerando avances tecnológicos, retroalimentación de los usuarios y nuevas necesidades en el campo del desminado.

## **3. Requisitos Específicos**

Esta sección describe los requisitos a un nivel de detalle suficiente para permitir a los diseñadores crear un sistema que cumpla con estos requisitos, y permite al equipo de pruebas planificar y realizar las pruebas necesarias para demostrar si el sistema cumple o no con los requisitos. Todos los requisitos especificados aquí describen el comportamiento externo del sistema, perceptible por los usuarios, operadores y otros sistemas.

### **3.1 Interfaces Externas**

#### **3.1.1 Interfaz de Usuario**

- El sistema debe contar con una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar.
- Los usuarios deben poder interactuar con el sistema mediante mando a distancia, teclado y/o mediante una interfaz gráfica.

#### **3.1.2 Interfaz de Sensores**

El sistema debe ser capaz de recibir datos de sensores externos, como sensores de detección de metales.

### 3.2 Funciones

#### 3.2.1 Requerimientos Funcionales

Número de requisito	1
Nombre de requisito	Desplazamiento del robot
Tipo	RF
Fuente del requisito	<ul style="list-style-type: none"> <li>El prototipo debe ser capaz de moverse de manera eficiente en todas las direcciones por terrenos accidentados o irregulares.</li> <li>El prototipo robot debe poder ajustar la velocidad de desplazamiento.</li> </ul>
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	2
Nombre de requisito	Detección de minas
Tipo	RF
Fuente del requisito	<ul style="list-style-type: none"> <li>El prototipo debe contar con sensores de detección de minas.</li> <li>El prototipo robot debe ser capaz de identificar la ubicación exacta de las minas.</li> </ul>
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	3
Nombre de requisito	Retroalimentación Visual y Sonora
Tipo	RF
Fuente del requisito	El prototipo deberá proporcionar retroalimentación visual mediante el encendido/apagado del LED (pinLed) y retroalimentación sonora mediante el zumbador (pinBuzzer) según la detección de minas.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	4
Nombre de requisito	Ajuste de Velocidad de Motores

Tipo	RF
Fuente del requisito	El prototipo deberá permitir ajustar dinámicamente la velocidad de los motores.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	5
Nombre de requisito	Reporte de Estado
Tipo	RF
Fuente del requisito	El prototipo deberá ser capaz de enviar informes de estado a través del monitor Serial para facilitar el monitoreo y la depuración.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	6
Nombre de requisito	Calibración Automática del Sensor
Tipo	RF
Fuente del requisito	El prototipo deberá incluir una función de calibración automática del sensor para adaptarse a diferentes condiciones ambientales y mejorar la precisión de la detección.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

### 3.2.2 Requerimientos no Funcionales

Número de requisito	1
Nombre de requisito	Eficiencia en el Uso de Recursos
Tipo	RNF
Fuente del requisito	El prototipo debe ser eficiente en el uso de recursos del microcontrolador para garantizar un rendimiento óptimo.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	2
Nombre de requisito	Tiempo de Respuesta
Tipo	RNF
Fuente del requisito	El prototipo debe tener un tiempo de respuesta rápido para interpretar los comandos del controlador y realizar las acciones correspondientes.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	3
Nombre de requisito	Robustez y Estabilidad
Tipo	RNF
Fuente del requisito	El sistema debe ser robusto y estable, capaz de manejar posibles situaciones de error y recuperarse adecuadamente.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	4
Nombre de requisito	Documentación del Código
Tipo	RNF
Fuente del requisito	El código debe estar debidamente documentado, incluyendo comentarios que expliquen la lógica detrás de cada sección y función.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	5
Nombre de requisito	Mantenibilidad
Tipo	RNF
Fuente del requisito	El código debe estar estructurado de manera que sea fácil de entender y mantener para futuras modificaciones o mejoras.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	6
Nombre de requisito	Tasa de éxito en detección de minas
Tipo	RNF
Fuente del requisito	El prototipo debe demostrar una alta tasa de éxito en la detección de minas, minimizando los falsos positivos y falsos negativos.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	7
Nombre de requisito	Modularidad y facilidad de reemplazo de componentes
Tipo	RNF
Fuente del requisito	El prototipo debe contar con un diseño modular que permita un fácil reemplazo y mantenimiento de sus componentes individuales.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	11
Nombre de requisito	Capacidad de mejora y adición de funcionalidades
Tipo	RNF
Fuente del requisito	El prototipo debe ser escalable, permitiendo la incorporación de nuevas funcionalidades y mejoras en futuras versiones.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	12
Nombre de requisito	Adaptabilidad a diferentes terrenos y condiciones
Tipo	RNF
Fuente del requisito	El sistema debe ser capaz de adaptarse y operar de manera efectiva en diferentes tipos de terrenos y condiciones ambientales.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	15
Nombre de requisito	Tamaño y Peso
Tipo	RNF
Fuente del requisito	El prototipo debe tener un tamaño y peso adecuados para poder moverse de manera ágil y eficiente por terrenos difíciles y sin sobrepasar los 40kg.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	16
Nombre de requisito	Consumo de Energía
Tipo	RNF
Fuente del requisito	El sistema debe ser eficiente en el consumo de energía para permitir una operación prolongada sin necesidad de recarga frecuente.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

Número de requisito	17
Nombre de requisito	Documentación
Tipo	RNF
Fuente del requisito	Se debe proporcionar una documentación completa del sistema, incluyendo manuales de usuario, manuales de mantenimiento y diagramas de arquitectura.
Prioridad del requisito	Alta/Esencial

**Programación del prototipo robot**

```

#include <PS4Controller.h>

//*****//

//*****//

const int delayTime = 60; // tiempo para leer el sensor despues de lanzar el pulso
const int frecuencia = 100; // frecuencia del pulso de 50-200 hz
const int anchoPulso = 230; // ancho del pulso de 100us - 300us

//*****//

long periodo = 100000;

unsigned long actualMicrosegundos;
unsigned long anteriorMicrosegundos;
int sensorValue = 0.0f;

class PS4ControllerClass {
public:
    const int M1 = 19, E1 = 21, M2 = 23, E2 = 22, M3 = 26, E3 = 25, M4 = 32, E4 = 33,
    IMAN = 27;

    int valor = 200; // Valor inicial
    int estado = 0; // Estado actual

    void initialize() {
        Serial.begin(115200);
        PS4.begin("60:5b:b4:b1:db:14");
        Serial.println("Ready.");
        pinMode(M1, OUTPUT);
        pinMode(E1, OUTPUT);
        pinMode(M2, OUTPUT);
        pinMode(E2, OUTPUT);
    }
}

```

```
pinMode(M3, OUTPUT);
pinMode(E3, OUTPUT);
pinMode(M4, OUTPUT);
pinMode(E4, OUTPUT);
pinMode(IMAN, OUTPUT);
}

void update() {
  if (PS4.isConnected()) {
    // Todos los comandos relacionados con PS4Controller aquí...
    if (PS4.Right()) Serial.println("Right Button");
    if (PS4.Down()) Serial.println("Down Button");
    if (PS4.Up()) Serial.println("Up Button");
    if (PS4.Left()) Serial.println("Left Button");

    if (PS4.Square()) Serial.println("Square Button");
    if (PS4.Cross()){
      Serial.println("Cross Button");
      digitalWrite(IMAN,HIGH);
    }
    if (PS4.Circle()){
      Serial.println("Circle Button");
      digitalWrite(IMAN,LOW);
    }
    if (PS4.Triangle()) Serial.println("Triangle Button");

    if (PS4.UpRight()) Serial.println("Up Right");
    if (PS4.DownRight()) Serial.println("Down Right");
```

```
if (PS4.UpLeft()) Serial.println("Up Left");  
if (PS4.DownLeft()) Serial.println("Down Left");
```

```
if (PS4.Share()) Serial.println("Share Button");  
if (PS4.Options()) Serial.println("Options Button");  
if (PS4.L3()) Serial.println("L3 Button");
```

```
if (PS4.PSButton()) Serial.println("PS Button");  
if (PS4.Touchpad()) Serial.println("Touch Pad Button");
```

```
analogWrite(E1,0);  
analogWrite(E2,0);  
analogWrite(E3,0);  
analogWrite(E4,0);
```

```
if (PS4.R3()) {  
    // Comportamiento deseado al presionar R3  
  
    if (estado == 0) {  
        valor = 250;  
        estado = 1;
```

```

} else if (estado == 1) {
    valor = 220;
    estado = 2;
} else if (estado == 2) {
    valor = 200;
    estado = 0;
}

```

botón // Espera un breve periodo para evitar lecturas múltiples debido al rebote del

```

delay(100);
}

if (PS4.LStickX()) {
    // Serial.printf("Left Stick x at %d\n", PS4.LStickX());
}

```

```

if (PS4.R1()){
    // Serial.println("R1 Button");
    digitalWrite(M2,HIGH);
    analogWrite(E2,200);
}

if (PS4.R2()) {
    // Serial.printf("R2 button at %d\n", PS4.R2Value());
    digitalWrite(M2,LOW);
    analogWrite(E2,200);
}

```

```
}

if (PS4.L1()) {
  // Serial.println("L1 Button");
  digitalWrite(M4,HIGH);
  analogWrite(E4,170);
  Serial.println("BRAZO ARRIBA");
}

if (PS4.L2()) {
  // Serial.printf("L2 button at %d\n", PS4.L2Value());
  digitalWrite(M4,LOW);
  analogWrite(E4,120);
  Serial.println("BRAZO ABAJO");
}

if (PS4.LStickY(>30) {
  // Serial.printf("Left Stick y at %d\n", PS4.LStickY());
  digitalWrite(M1,HIGH);
  digitalWrite(M3,HIGH);
  analogWrite(E1,valor);
  analogWrite(E3,valor);
  Serial.println("DETECTOR ARRIBA");
}

if (PS4.LStickY(<-30) {
  // Serial.printf("Left Stick y at %d\n", PS4.LStickY());
```

```
digitalWrite(M1,LOW);
digitalWrite(M3,LOW);
analogWrite(E1,valor);
analogWrite(E3,valor);
Serial.println("DETECTOR ABAJO");
}

if (PS4.RStickX(>30) {
  // Serial.printf("Right Stick x at %d\n", PS4.RStickX());
  digitalWrite(M1,LOW);
  analogWrite(E1,valor);
  digitalWrite(M3,HIGH);
  analogWrite(E3,valor);
  Serial.println("DERECHA");
}

if (PS4.RStickX(<-30) {
  // Serial.printf("Right Stick x at %d\n", PS4.RStickX());
  digitalWrite(M1,HIGH);
  analogWrite(E1,valor);
  digitalWrite(M3,LOW);
  analogWrite(E3,valor);
  Serial.println("IZQUIERDA");
}

if (PS4.RStickY(>100) {
  // Serial.printf("Right Stick y at %d\n", PS4.RStickY());
```

```

    }
    if (PS4.RStickY()<-100) {
        // Serial.printf("Right Stick y at %d\n", PS4.RStickY());

    }

    if (PS4.Charging()) Serial.println("The controller is charging");
    if (PS4.Audio()) Serial.println("The controller has headphones attached");
    if (PS4.Mic()) Serial.println("The controller has a mic attached");

    Serial.printf("Battery Level : %d\n", PS4.Battery());

    Serial.println();
    // This delay is to make the output more human readable
    // Remove it when you're not trying to see the output
    delay(200);
}else{
    digitalWrite(E1,0);
    digitalWrite(E2,0);
    digitalWrite(E3,0);
    digitalWrite(E4,0);
}
}
};

class SensorDetectorClass {
public:
    const int pulsePine = 17, pinLed = 2, pinBuzzer = 12, analogPin = A0;

```

```
long periodo = 100000;
unsigned long actualMicrosegundos;
unsigned long anteriorMicrosegundos;
int sensorValue = 0.0f;

void initialize() {
    Serial.begin(115200);
    pinMode(pulsePine, OUTPUT);
    pinMode(pinBuzzer, OUTPUT);
    pinMode(pinLed, OUTPUT);
}

void update() {
    actualMicrosegundos = micros();
    if (actualMicrosegundos - anteriorMicrosegundos >= periodo) {
        // Todos los comandos relacionados con SensorDetector aquí...
        periodo = 1000000 / frecuencia;
        digitalWrite(pulsePine, HIGH);
        delayMicroseconds(anchoPulso);
        digitalWrite(pulsePine, LOW);
        delayMicroseconds(delayTime);
        sensorValue = analogRead(analogPin);
        sensorValue = sensorValue / 10;

        Serial.print("frecuencia_");Serial.print( frecuencia);
        Serial.print(" AnchoPulso_"),Serial.print(anchoPulso);
        Serial.print(" sensor_"),Serial.println( sensorValue);
    }
}
```

```
    if(sensorValue<=150){
        digitalWrite(pinBuzzer,1);
        digitalWrite(pinLed,1);
    }else{
        digitalWrite(pinBuzzer,0);
        digitalWrite(pinLed,0);
    }

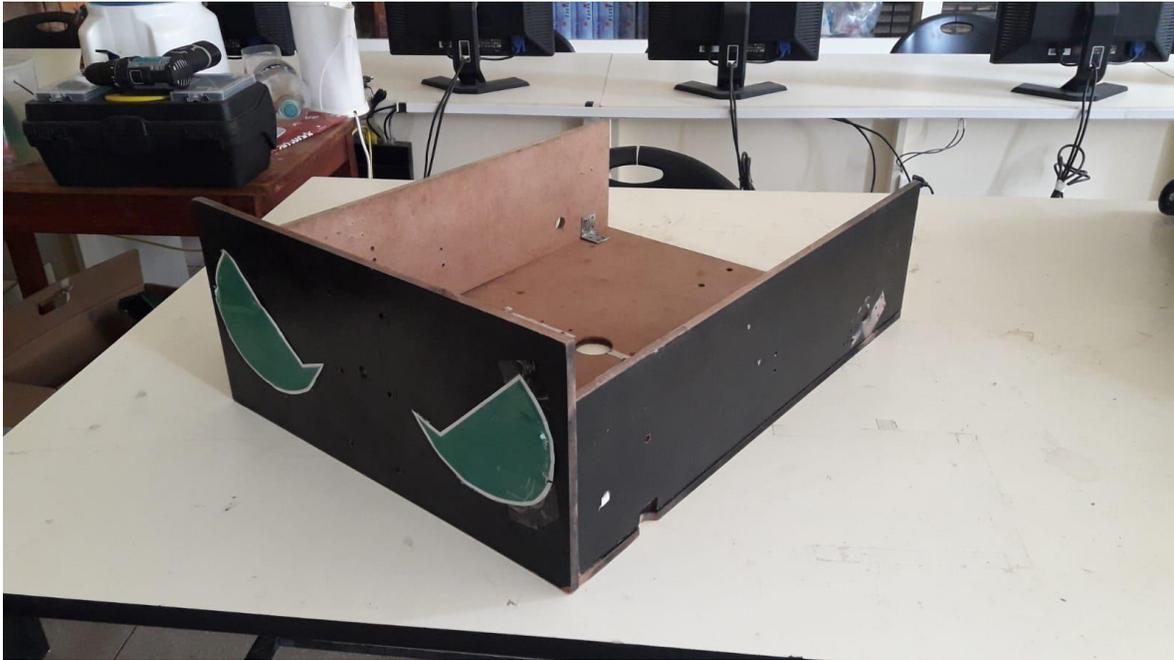
    anteriorMicrosegundos = actualMicrosegundos;
}
}
};
```

```
PS4ControllerClass ps4Controller;
SensorDetectorClass sensorDetector;
```

```
void setup() {
    ps4Controller.initialize();
    sensorDetector.initialize();
}
```

```
void loop() {
    ps4Controller.update();
    sensorDetector.update();
}
```

### Ensamblado del prototipo robot





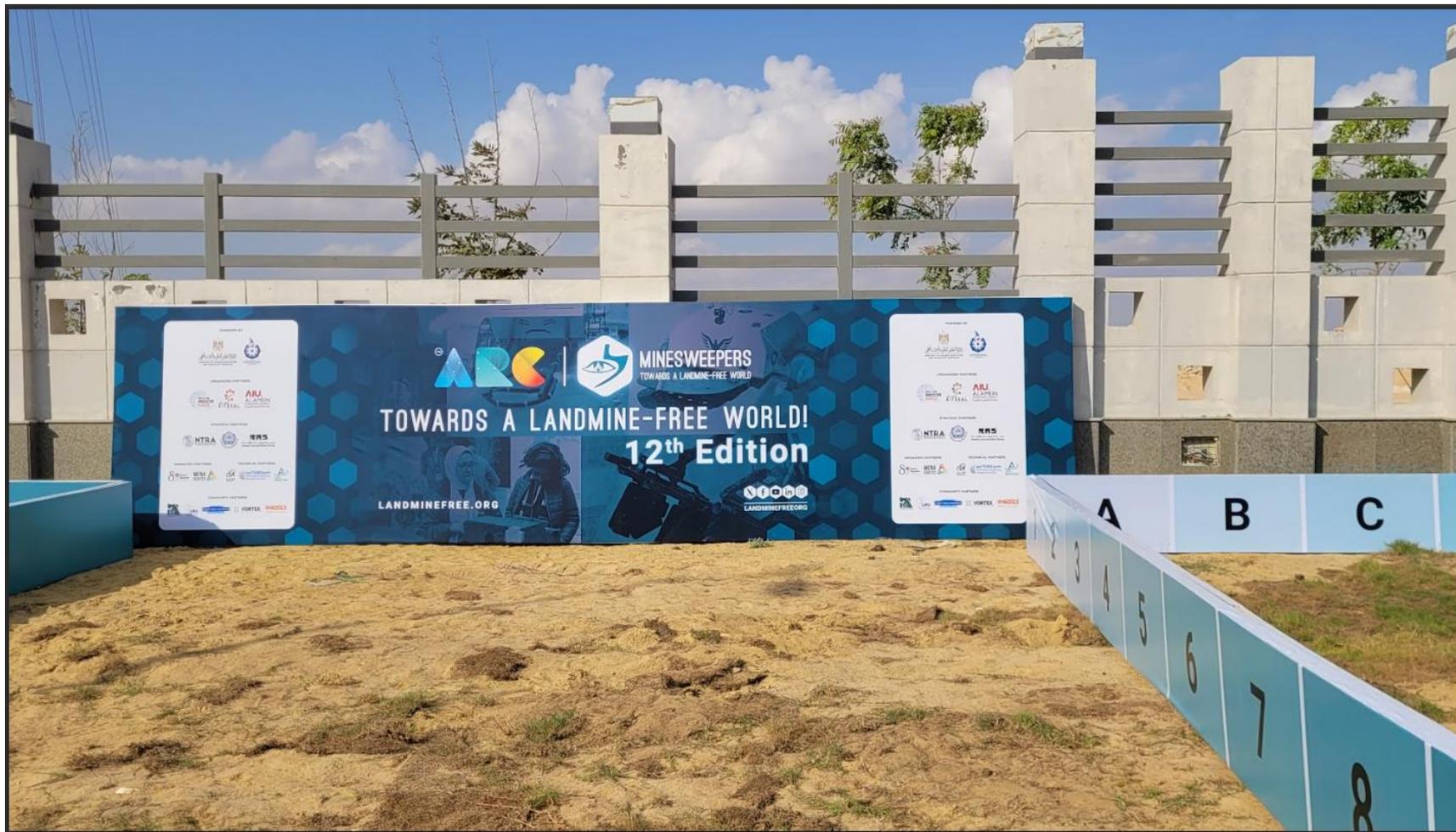




### Participación en la competencia Minesweepers











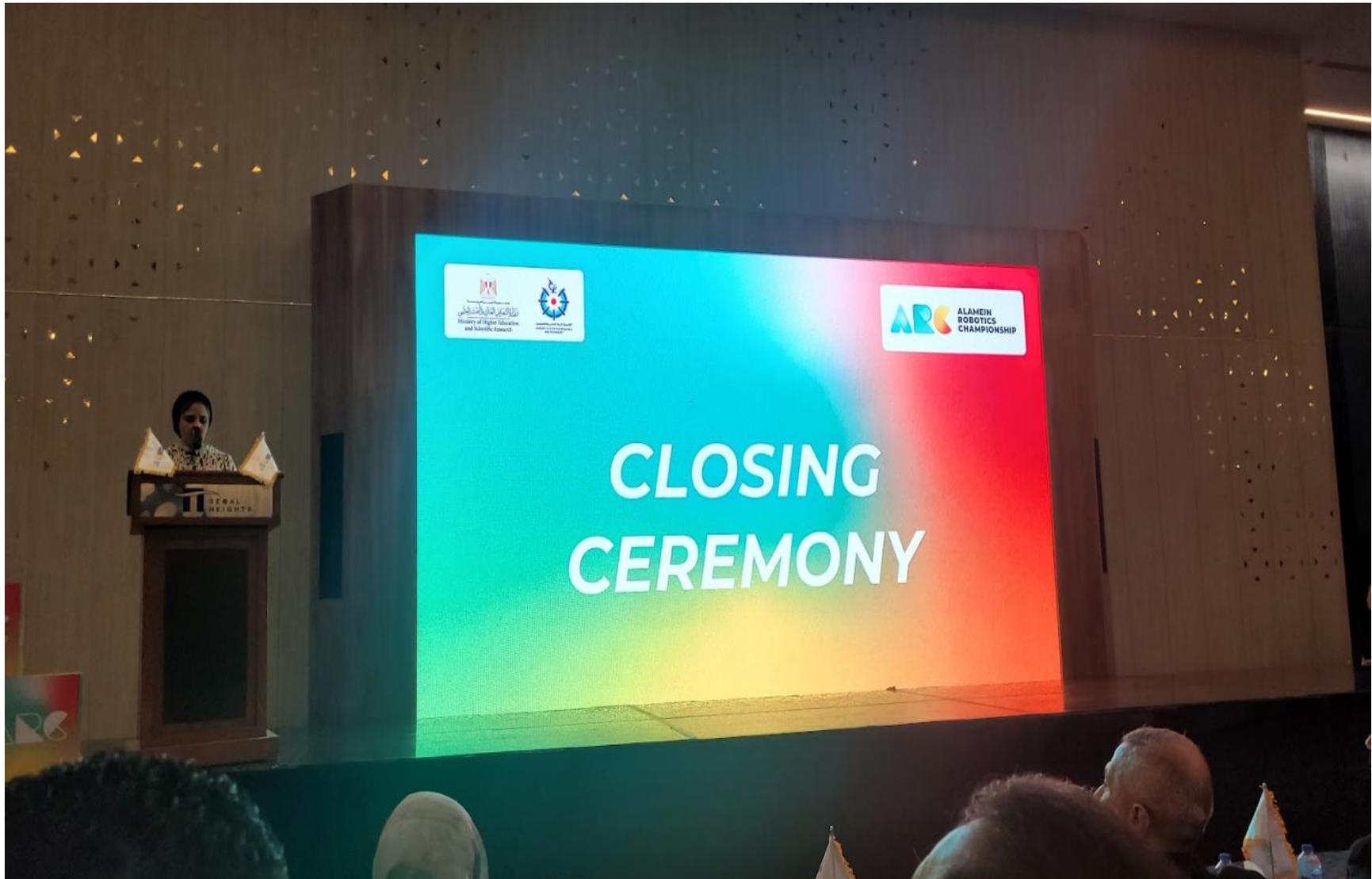












**Certificado de participación**



**Clasificación en la competencia categoría academia**

<b>Team Name</b>	<b>Rank</b>	<b>Special Award</b>	<b>Entity</b>
QAMAQi	First Place	Best Mapping	HIGHER UNIVERSITY OF SAN ANDRES (UMSA) Universidad Mayor de San Andrés
E-JUST Robotics Club A	Second Place		Egypt-Japan University of Science and Technology
Mind Cloud	Third Place	Best Presentation	Alexandria University
Cobra	Fourth Place		October 6 University
ROBO-TECH	Fifth Place		Alexandria University
Robotics Alamein	Sixth Place		Alamein international university
Makers Lab	Seventh Place	Most Innovative Idea	UAJMS
M.I.A. Robotics	Eighth Place	Best Mechanical Design	Alexandria University
BUE Detectrons	Ninth Place		BUE
MAMBA	Tenth Place	Best Team Spirit	Al-Balqa Applied University, Jordan
EJUST Robotics Club B	Eleventh Place		Egypt-Japan University of Science and Technology
Top-G	Twelfth Place		October 6 University
TKHRobotics	Thirteenth Place		The Knowledge Hub Universities
IEEE E-JUST SB	Fourteenth Place		Egypt-Japan University of Science and Technology
TITANS	Fifteenth Place		Heliopolis University For Sustainable Development
Techamdeics	Sixteenth Place		Techamdeics

Al_Siddiq	Seventeenth Place		Higher Technological institute
Anubis	Eighteenth Place		New mansoura university
Aquila Zewail	Nineteenth Place		University of Science and Technology in Zewail City
AUCweepers	Twentieth Place		The American University in Cairo
Robotics-FCDS	Twenty-First Place		Alexandria University
RSO SERKET	Twenty-Second Place		Helwan university
Robotics	Twenty-Third Place		Alexandria University
Orchestra82	Twenty-Fourth Place		Tanta university
Nile Legends	Twenty-Fifth Place		Nile University
RPM NU	Twenty-Sixth Place		Nile university
K.A.M.A	Twenty-Seventh Place		The Egyptian Chinese University
Seekers	Twenty-Eighth Place		Bolivia

Fuente: Minesweepers, Scores 2023

<https://landminefree.org/2023-scores/>