

# Predicción necesidades de repuestos e insumos según de fallos

Autor:

Ing. Daniel Gerardo Bazán

Director:

Dr. Camilo Enrique Argoty Pulido (FIUBA)

## Índice

<b>1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar . . . . .</b>	<b>5</b>
1.1 Introducción . . . . .	5
1.2 Estado del arte . . . . .	5
1.2.1 Referentes Internacionales . . . . .	6
1.2.2 Avances Regionales . . . . .	6
1.2.3 Oportunidad para el Ejército Argentino . . . . .	6
<b>Proyecto . . . . .</b>	<b>6</b>
<b>2. Identificación y análisis de los interesados . . . . .</b>	<b>7</b>
<b>3. Propósito del proyecto . . . . .</b>	<b>8</b>
<b>4. Alcance del proyecto . . . . .</b>	<b>8</b>
<b>5. Supuestos del proyecto . . . . .</b>	<b>8</b>
<b>6. Product Backlog . . . . .</b>	<b>9</b>
<b>7. Criterios de aceptación de historias de usuario . . . . .</b>	<b>10</b>
<b>8. Fases de CRISP-DM . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>9. Desglose del trabajo en tareas . . . . .</b>	<b>12</b>
<b>10. Planificación de Sprints . . . . .</b>	<b>14</b>
<b>11. Diagrama de Gantt (sprints) . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>12. Gobernanza de datos . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>13. Gestión de riesgos . . . . .</b>	<b>20</b>
<b>14. Sprint Review . . . . .</b>	<b>23</b>
<b>15. Sprint Retrospective . . . . .</b>	<b>24</b>

## Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	21 de octubre de 2025
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	03 de noviembre de 2025
2	Se completa hasta el punto 9 inclusive	11 de noviembre de 2025
3	Se completa hasta el punto 12 inclusive	22 de noviembre de 2025
4	Se completa el plan	03 de diciembre de 2025

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 21 de octubre de 2025

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Daniel Gerardo Bazán que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Inteligencia Artificial se titulará “Predicción necesidades de repuestos e insumos según de fallos” y consistirá en la implementación del prototipo de un sistema de predicción de repuestos e insumos de acuerdo con las fallas que presenta el equipo electrónico. El trabajo tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 horas y un costo estimado de \$ 6.000.000, con fecha de inicio el 21 de octubre de 2025 y fecha de presentación pública el de junio de 2026.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Ing. Marcelo Alberto García  
Batallón de Mantenimiento de Comunicaciones 601 - EA

Dr. Camilo Enrique Argoty Pulido  
Director del Trabajo Final

## 1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

### 1.1. Introducción

El Ejército Argentino (EA) cuenta con un sistema logístico para mantenimiento de equipamiento de electrónica. El **Batallón de Mantenimiento de Comunicaciones 601 (B Mant Com 601)**, situado en la localidad de City Bell – La Plata, es la dependencia encargada de realizar esta tarea.

La situación particular se presenta en que los elementos dependientes del EA, a quienes pertenecen los efectos electrónicos, se encuentran desplegados en todo el territorio nacional.

Considerando que las tareas de mantenimiento y reparación se realizan *in situ*, el Centro de Mantenimiento cuenta con un programa que contempla recorrer todos los elementos del EA en un periodo de tres años. Para ello, se dispone de la logística necesaria que incluye el instrumental específico, los insumos y los repuestos requeridos para la ejecución de los trabajos.

Para el planeamiento, preparación y ejecución del programa de mantenimiento, los elementos seleccionados deben elevar al Centro de Mantenimiento un informe con el detalle de todos los efectos electrónicos, en el cual se deben especificar los siguientes datos:

- **Nombre Nacional de Efecto (NNE):** según la catalogación interna del EA. Ejemplo: *Radio HF Yaesu 470*.
- **Número de Identificación (NI):** número único asignado a cada equipo, conforme a la catalogación interna. Ejemplo: *C421*.
- **Cantidad de efectos fuera de servicio.**
- **Fallas que presenta cada equipo.**

A partir de los datos mencionados, y utilizando tanto estadísticas como la experiencia de los técnicos especialistas en cada rubro, se elabora una lista de repuestos e insumos necesarios para su adquisición. Dado que el presupuesto destinado a tal fin constituye un recurso exiguo, esta etapa resulta crítica para optimizar la planificación de las compras.

Una vez aprobados por las distintas instancias administrativas, los requerimientos son sometidos a un proceso de licitación abierta a proveedores del Estado. El proceso de compra antes descrito requiere entre cuatro y seis meses para adquisiciones locales, y de seis a doce meses para compras en el exterior. Dichos plazos son gestionados por otros organismos del EA, fuera del control directo del Centro de Mantenimiento.

### 1.2. Estado del arte

Las estrategias de *Condition-Based Maintenance (CBM/CBM+)* combinan mantenimiento predictivo, inteligencia artificial y gestión de repuestos, lo que logra:

- Mayor disponibilidad operativa.
- Reducción significativa de costos.

Estudios recientes confirman la madurez de los modelos de *Machine Learning* para anticipar fallas y vincular predicciones con planes de inventario como se puede encontrar en los siguientes publicaciones:

- *B. Zhang, et al. (2025) — Maintenance Decision-Making Using Intelligent Machine Learning for Spare Parts, S. Tapia, et al. (2024) — Mantenimiento predictivo basado en machine learning: una revisión sistemática.*
- *M. Ifraz, et al. (2025) — A Systematic Literature Review on Spare Parts Inventory Management.*

### 1.2.1. Referentes Internacionales

- **Defensa:** El Departamento de Defensa de EE.UU. impulsa CBM+ como marco doctrinario; la OTAN promueve su adopción en sistemas complejos.
- **Industria:** Reportes técnicos y consultoras (KPMG) destacan la integración de algoritmos predictivos con gestión de inventarios para priorizar piezas críticas y reducir tiempos de reposición.

### 1.2.2. Avances Regionales

- **Brasil:** Implementa mantenimiento predictivo en procesos oficiales del Exército Brasileiro.
- **Chile:** Investiga IA aplicada a predicción de fallas, con desafíos en calidad de datos.
- **Argentina:** Industria 4.0 impulsa proyectos en entornos operativos, como los centros de inteligencia de YPF, demostrando la viabilidad de analítica avanzada.

### 1.2.3. Oportunidad para el Ejército Argentino

La convergencia entre analítica predictiva, CBM y gestión automatizada de repuestos permite:

- Anticipar necesidades logísticas.
- Optimizar licitaciones.
- Reducir tiempos de inactividad.

Este marco sustenta el desarrollo del presente proyecto para el mantenimiento del equipamiento electrónico del Ejército Argentino.

## Proyecto

El presente trabajo se desarrollará en el B Mant Com 601 dedicado al mantenimiento y reparación de una amplia gama de equipos electrónicos, sistemas de comunicaciones

(militarizados y no militarizados), centrales telefónicas, equipos informáticos, simuladores y tecnología satelital, entre otros.

La diversidad de dispositivos y la falta de acceso físico previo al material a reparar dificultan la identificación precisa de fallas y la determinación de los repuestos necesarios. Esta situación obliga a realizar solicitudes de compra de insumos con hasta seis meses de antelación, basadas en estimaciones estadísticas y en la experiencia de los técnicos especialistas, lo que genera procesos de adquisición ineficientes.

En respuesta a esta problemática, el desarrollo propuesto en este proyecto busca optimizar la gestión de compra de repuestos e insumos, mejorando la precisión en las estimaciones de los requerimientos de acuerdo con las fallas que presenta cada equipo electrónico, reduciendo los márgenes de error y optimizando los tiempos de respuesta de los requerimientos.

1. El *dataset* será elaborado a partir de la base de datos del Ejército Argentino, con el apoyo de los especialistas técnicos electrónicos que registran sistemáticamente las actividades de mantenimiento y reparación.
2. Además, este *dataset* podrá ser enriquecido con la información proveniente de los programas de mantenimiento posteriores, mejorando de esta manera el entrenamiento de los modelos de inteligencia artificial utilizados en el sistema.

## 2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante	–	Ejército Argentino	–
Cliente	Ing. Marcelo Alberto García	Batallón de Mantenimiento de Comunicaciones 601 - EA	Jefe
Responsable	Ing. Daniel Gerardo Bazán	FIUBA	Alumno
Orientador	Dr. Camilo Enrique Argoty Pulido	FIUBA	Director del Trabajo Final
Equipo	Especialistas del B Mant Com 601	–	–
Usuario final	–	B Mant Com 601	–

Cuadro 1. Identificación de los interesados

- Cliente: Jefe del centro de mantenimiento y el responsable antes las instancias superiores de tener una dependencia eficiente en los procesos que buscamos mejorar.
- Orientador: es experto en la temática y va a ayudar con la definición de los requerimientos y el desarrollo de la IA.
- Auspiciante: Interesado en mejorar el proceso de adquisición de repuestos e insumos para lograr un mantenimiento más eficiente. Asume los costes tanto de la especialización técnica como de los gastos asociados al proyecto.
- Conformado por 13 técnicos electrónicos dedicados a la reparación de los equipos del EA, bajo la coordinación del responsable del proyecto.

### 3. Propósito del proyecto

Mejorar la deficiencia en la **adquisición de insumos y repuestos** para la reparación de equipos electrónicos del **Ejército Argentino**.

### 4. Alcance del proyecto

El proyecto incluye:

- API ChatBot que le permita al usuario hacer consultas y cargar la solicitud de mantenimiento.
- Sistema de procesamiento de datos.
  - Lista de repuestos separados por tipo de efecto.
  - Lista de insumos.
  - Listado de efectos a reparar por usuarios o efectos (NNE) según lo solicitado por el usuario.

El proyecto no incluye mejoras propuestas como:

- Guardar especificaciones técnicas relevantes de componentes y equipos electrónicos.
- Realizar el control de stock de insumos y repuestos.
- Mantener un historial de reparaciones de los efectos, agrupados por categorías (equipos de comunicaciones RF, satelitales, informática, guerra electrónica), por Nombre Nacional de Efecto (NNE) y por Número de Identificación (NI).
- Módulo de generación de informes estadísticos.
- Módulo de control de detección por imágenes de entrada y salida de efectos electrónicos y accesorios.
- Módulo de control de detección por imágenes de entrada y salida de repuestos.
- Alerta generada por equipos que se encuentran próximos a alcanzar el límite del período estipulado para su reparación.

### 5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- El B Mant Com 601 pone a disposición todos los especialistas necesarios para la ejecución de las tareas técnicas y de validación.
- Se cuenta con acceso a los sistemas de registro de efectos electrónicos del EA, que permiten identificar los equipos asignados a cada usuario.

- Se dispone del entorno *Cloud* del EA para el montaje, prueba y operación de la API desarrollada.
- Que el modelo de clasificación es el correcto.
- Que el tiempo estipulado es el correcto.
- Que el EA mantenga los recursos económicos necesarios para llevar a cabo el proyecto.
- Que los interesados no modifiquen el entregable propuesto.

## 6. Product Backlog

Cada historia de usuario debe incluir una ponderación en *Story Points*, un número entero que representa el tamaño relativo de la historia. El criterio para calcular los Story Points debe indicarse explícitamente.

### ■ Épica 1 - Optimizar el proceso de carga de datos.

- HU1 - *"Como jefe de las líneas de mantenimiento, quiero que la carga de datos de las solicitudes incluya al menos cinco campos obligatorios (identificación del usuario, descripción de equipo, ubicación, tipo de falla, pruebas realizadas) para que el especialista comprenda el problema con un 90 % de precisión en la primera revisión."*
  - Dificultad: 8
  - Complejidad: 10
  - Incertidumbre: 10
  - Suma: 28 → Story Points: 34
- HU2 - *"Como usuario, quiero una guía paso a paso al cargar la solicitud de mantenimiento de equipos electrónicos, para reducir errores en la carga y asegurar que las solicitudes ingresen completas y correctas."*
  - Dificultad: 3
  - Complejidad: 5
  - Incertidumbre: 2
  - Suma: 10 → Story Points: 13

### ■ Épica 2 - Optimizar el proceso de consulta y designación de tareas.

- HU3 - *"Como jefe de las líneas de mantenimiento, quiero que los especialistas solo atiendan consultas sobre problemas no estandarizados, para optimizar el proceso de consulta y asegurar que los especialistas dediquen su tiempo únicamente a tareas que requieran análisis técnico avanzado, lograr una eficiencia del 70 % en las respuestas del chatbot."*
  - Dificultad: 6
  - Complejidad: 8
  - Incertidumbre: 6
  - Suma: 20 → Story Points: 21
- HU4 - *"Como usuario, quiero recibir respuestas rápidas antes de cinco minutos, para resolver el problemas sin demoras y evitar interrupciones en mis tareas operativas."*

- Dificultad: 5
- Complejidad: 5
- Incertidumbre: 6
- Suma: 16 → Story Points: 21

▪ **Épica 3 - Optimizar el proceso de compras.**

- HU5 - *"Como jefe de las líneas de mantenimiento, quiero disponer de un sistema asistido que procese necesidades y genere solicitudes de compra de repuestos e insumos en menos de tres minutos con una eficiencia del 95 %."*
  - Dificultad: 5
  - Complejidad: 3
  - Incertidumbre: 8
  - Suma: 16 → Story Points: 21
- HU6 - *"Como jefe de las líneas de mantenimiento, quiero recibir reportes del estado de los repuestos e insumos incluyendo cantidad y porcentajes de disponibilidad, uso y descarte por falla con alertas cuando el stock sea insuficiente para mantener el control y asegurar una eficiencia del 95 % en la gestión del depósito."*
  - Dificultad: 4
  - Complejidad: 4
  - Incertidumbre: 8
  - Suma: 16 → Story Points: 21

▪ **Épica 4 - Control del estado de mantenimiento de los equipos electrónicos.**

- HU7 - *"Como jefe de la línea de mantenimiento, quiero controlar la eficiencia del tiempo empleado en reparaciones a través de una plataforma que muestre el especialista, la falla, tiempo de reparación y una alerta cuando se supere el 15 % los tiempos estimados, para control de eficiencia y optimizar la gestión logística."*
  - Dificultad: 3
  - Complejidad: 2
  - Incertidumbre: 2
  - Suma: 7 → Story Points: 8
- HU8 - *"Como jefe de la línea de mantenimiento, quiero contar con informes periódicos (mensuales, semestrales y anuales) sobre las tareas realizadas, la cantidad de equipos reparados, no reparados en la espera de repuestos y los equipos que no admiten reparación para control de eficiencia y optimizar la gestión logística."*
  - Dificultad: 3
  - Complejidad: 2
  - Incertidumbre: 2
  - Suma: 7 → Story Points: 8

## 7. Criterios de aceptación de historias de usuario

▪ **Épica 1**

- **Criterios de aceptación HU1**

- Permitir que el usuario inicie sesión, cargue sus datos, seleccione uno o varios equipos para mantenimiento y especifique el tipo de falla.
- Incluir un chatbot que guíe al usuario para describir la falla en lenguaje natural.
- Mostrar un resumen de la información cargada y solicitar confirmación antes de enviar la solicitud.

• **Criterios de aceptación HU2**

- Ofrecer un menú de opciones para seleccionar el equipo electrónico y la problemática detectada.
- Incorporar un chatbot para resolver dudas en cada paso del proceso de carga.
- Permitir que el usuario visualice, modifique y confirme la solicitud, generando un número de orden para seguimiento del estado de mantenimiento.

▪ **Épica 2**

• Criterios de aceptación HU3

- El chatbot debe responder automáticamente a problemas estandarizados. Si el problema no está en la base, debe generar un ticket y asignarlo a un especialista.
- Mostrar en la interfaz un estado claro: “Resuelto por chatbot” o “Derivado a especialista”.
- Permitir guardar la solución del especialista en la base de datos.

• Criterios de aceptación HU4

- El chatbot debe responder automáticamente a problemas estandarizados en menos de cinco segundos, preguntando si el problema fue resuelto y si tiene otra consulta.
- Mostrar la respuesta del chatbot en formato claro, con pasos numerados y opción para “Solicitar asistencia a un especialista”.
- El chatbot debe soportar al menos diez consultas simultáneas y guardar el resultado de las consultas para métrica de la eficiencia del proceso.

▪ **Épica 3**

• Criterios de aceptación HU5

- Permitir a los especialistas registrar en la base de datos los repuestos e insumos utilizados para el mantenimiento y reparación de los equipos electrónicos.
- Generar una lista de insumos y repuestos necesarios para el mantenimiento y/o reparación de los equipos electrónicos, de acuerdo con las solicitudes de los usuarios.
- Permitir al responsable visualizar, modificar y confirmar la lista de repuestos e insumos, generando un archivo en formato XLSX para su descarga.

• Criterios de aceptación HU6

- Permitir al especialista solicitar al depósito los repuestos necesarios para realizar el mantenimiento o reparación de los equipos electrónicos.
- Permitir al encargado de insumos y repuestos aceptar o rechazar la solicitud, o generar un pedido en caso de no contar con stock.
- Mostrar estadísticas de uso de repuestos e insumos, incluyendo alertas cuando el stock sea insuficiente.

▪ **Épica 4**

• Criterios de aceptación HU7

- El sistema debe calcular automáticamente el tiempo total empleado en cada reparación y compararlo con el tiempo estimado definido para el equipo.
- Mostrar en el panel de control un indicador (verde, amarillo, rojo) que refleje el estado del tiempo respecto al estimado.
- Generar una alerta automática cuando el tiempo real supere el estimado en más del 10 %.
- Criterios de aceptación HU8
  - El sistema debe permitir generar informes en formato PDF y Excel con el detalle de tareas realizadas en los períodos seleccionados (mensual, semestral, anual).
  - Los informes deben incluir gráficos de barras y tablas con métricas clave (tiempo promedio de reparación, cantidad de equipos atendidos, alertas generadas).
  - El sistema debe almacenar los informes generados en un repositorio seguro y permitir su descarga.

## 8. Fases de CRISP-DM

### 1. Comprensión del negocio:

- Objetivo: Reducir tiempos de mantenimiento.
- Valor agregado: Optimización logística.
- Métricas: % reducción de tiempo, ahorro en costo.

### 2. Comprensión de los datos:

- Tipo: Datos históricos de fallas.
- Origen: Sistema de mantenimiento del B Mant Com 601.
- Cantidad: Suficiente.
- Calidad: Habrá datos faltante de acuerdo a cada equipo electrónico.

### 3. Preparación de los datos:

- Eliminar duplicados.
- Imputar valores faltantes.
- Crear variables como “tiempo entre fallas” .
- Normalizar.

### 4. Modelado:

- Clasificación de intención (ML o Deep Learning).
- Motor de búsqueda semántico para recuperar respuestas.
- Modelo de procesamiento de lenguaje natural.

### 5. Evaluación del modelo:

- Métricas: Accuracy, F1-score, ROC-AUC.

### 6. Despliegue del modelo (opcional):

- API en un servidor interno.

## 9. Desglose del trabajo en tareas

<b>Historia de usuario</b>	<b>Tarea técnica</b>	<b>Estimación</b>	<b>Prioridad</b>
HU1	Tarea 1: Diseñar formulario dinámico de carga de solicitudes.	8 h	Alta
HU1	Tarea 2: Implementar validaciones automáticas de datos.	8 h	Alta
HU1	Tarea 3: Integrar vista de revisión previa al envío.	7 h	Media
HU1	Tarea 4: Registrar logs de errores y validaciones fallidas con alerta al usuario.	5 h	Media
HU2	Tarea 1: Diseñar guía interactiva paso a paso (wizard).	5 h	Alta
HU2	Tarea 2: Implementar tutorial contextual (ayuda emergente).	4 h	Media
HU2	Tarea 3: Crear documentación o video corto de referencia.	3 h	Baja
HU3	Tarea 1: Diseñar motor de categorización de solicitudes.	8 h	Alta
HU3	Tarea 2: Configurar panel de consultas filtradas para especialistas.	8 h	Alta
HU3	Tarea 3: Probar y ajustar criterios de clasificación.	4 h	Media
HU4	Tarea 1: Desarrollar módulo de respuestas automáticas (FAQ / plantillas).	7 h	Alta
HU4	Tarea 2: Integrar notificaciones instantáneas (email / app).	6 h	Alta
HU4	Tarea 3: Monitorear tiempos de respuesta y generar métricas.	6 h	Media
HU5	Tarea 1: Diseñar flujo automatizado para generación de pedidos.	8 h	Alta
HU5	Tarea 2: Integrar con base de datos de inventario.	7 h	Alta
HU5	Tarea 3: Validar casos de excepción (errores de stock o duplicados).	4 h	Media
HU6	Tarea 1: Desarrollar módulo de monitoreo de stock.	6 h	Alta
HU6	Tarea 2: Configurar sistema de alertas automáticas.	8 h	Alta
HU6	Tarea 3: Desarrollar módulo para solicitud de repuesto por parte del especialista al depósito.	8 h	Alta

<b>Historia de usuario</b>	<b>Tarea técnica</b>	<b>Estimación</b>	<b>Prioridad</b>
HU7	Tarea 1: Implementar registro de tiempos por tarea.	3 h	Baja
HU7	Tarea 2: Configurar alertas por desviación de tiempos.	2 h	Baja
HU7	Tarea 3: Diseñar dashboard de eficiencia por equipo o técnico.	5 h	Media
HU8	Tarea 1: Diseñar modelo de reporte automatizado (mensual/semestral/anual).	4 h	Media
HU8	Tarea 2: Implementar exportación de reportes (PDF / Excel).	3 h	Media
HU8	Tarea 3: Programar envío automático de reportes por correo.	2 h	Baja

Cuadro 2. Desglose de tareas técnicas por historia de usuario.

## 10. Planificación de Sprints

Sprint	HU o fase	Tarea	Horas / SP	Responsable	% Completado
Sprint 0	Planificación	Definir alcance y cronograma.	15 h	Alumno	100 %
Sprint 0	Planificación	Reunión con el tutor/cliente.	10 h	Alumno	50 %
Sprint 0	Planificación	Ajuste de los entregables.	10 h	Alumno	25 %
Sprint 1	HU1	Tarea 1 HU1.	8 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 1	HU1	Tarea 2 HU1.	8 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 1	HU1	Tarea 3 HU1.	7 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 1	HU1	Tarea 4 HU1.	5 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 1	HU1	Prueba e integración del HU1.	24 h / 15 SP	Alumno	0 %

Sprint	HU o fase	Tarea	Horas / SP	Responsable	% Completado
Sprint 1	HU1	Reuniones de seguimiento: Validación con el cliente, revisiones de sprint, demostraciones y feedback del HU1.	4 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 1	HU1	Revisión de código, optimización y refactorización del HU1.	8 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 1	HU1	Documentación técnica: Documentar, manuales de uso, Control de versiones, mantenimiento del repositorio (Git) del HU1.	16 h / 21 SP	Alumno	0 %
Sprint 2	HU2	Tarea 1 HU2.	5 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 2	HU2	Tarea 2 HU2.	4 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 2	HU2	Tarea 3 HU2.	3 h / 2 SP	Alumno	0 %
Sprint 2	HU2	Prueba e integración del HU2.	24 h / 15 SP	Alumno	0 %
Sprint 2	HU2	Reuniones de seguimiento: Validación con el cliente, revisiones de sprint, demostraciones y feedback del HU2.	4 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 2	HU2	Revisión de código, optimización y refactorización del HU2.	8 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 2	HU2	Documentación técnica: Documentar, manuales de uso, Control de versiones, mantenimiento del repositorio (Git) del HU2.	16 h / 21 SP	Alumno	0 %
Sprint 3	HU3	Tarea 1 HU3.	8 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 3	HU3	Tarea 2 HU3.	8 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 3	HU3	Tarea 3 HU3.	4 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 3	HU3	Prueba e integración del HU3.	24 h / 21 SP	Alumno	0 %

Sprint	HU o fase	Tarea	Horas / SP	Responsable	% Completado
Sprint 3	HU3	Reuniones de seguimiento: Validación con el cliente, revisiones de sprint, demostraciones y feedback del HU3.	4 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 3	HU3	Revisión de código, optimización y refactorización del HU3.	8 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 3	HU3	Documentación técnica: Documentar, manuales de uso, Control de versiones, mantenimiento del repositorio (Git) del HU3.	16 h / 21 SP	Alumno	0 %
Sprint 4	HU4	Tarea 1 HU4.	7 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 4	HU4	Tarea 2 HU4.	6 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 4	HU4	Tarea 3 HU4.	6 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 4	HU4	Prueba e integración del HU4.	24 h / 21 SP	Alumno	0 %
Sprint 4	HU4	Reuniones de seguimiento: Validación con el cliente, revisiones de sprint, demostraciones y feedback del HU4.	4 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 4	HU4	Revisión de código, optimización y refactorización del HU4.	8 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 4	HU4	Documentación técnica: Documentar, manuales de uso, Control de versiones, mantenimiento del repositorio (Git) del HU4.	16 h / 21 SP	Alumno	0 %
Sprint 5	HU5	Tarea 1 HU5.	8 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 5	HU5	Tarea 2 HU5.	7 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 5	HU5	Tarea 3 HU5.	4 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 5	HU5	Prueba e integración del HU5.	24 h / 21 SP	Alumno	0 %

Sprint	HU o fase	Tarea	Horas / SP	Responsable	% Completado
Sprint 5	HU5	Reuniones de seguimiento: Validación con el cliente, revisiones de sprint, demostraciones y feedback del HU5.	4 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 5	HU5	Revisión de código, optimización y refactorización del HU5.	8 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 5	HU5	Documentación técnica: Documentar, manuales de uso, Control de versiones, mantenimiento del repositorio (Git) del HU5.	16 h / 21 SP	Alumno	0 %
Sprint 6	HU6	Tarea 1 HU6.	6 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 6	HU6	Tarea 2 HU6.	8 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 6	HU6	Tarea 3 HU6.	8 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 6	HU6	Prueba e integración del HU6.	24 h / 21 SP	Alumno	0 %
Sprint 6	HU6	Reuniones de seguimiento: Validación con el cliente, revisiones de sprint, demostraciones y feedback del HU6.	4 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 6	HU6	Revisión de código, optimización y refactorización del HU6.	8 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 6	HU6	Documentación técnica: Documentar, manuales de uso, Control de versiones, mantenimiento del repositorio (Git) del HU6.	16 h / 21 SP	Alumno	0 %
Sprint 7	HU7	Tarea 1 HU7.	3 h / 2 SP	Alumno	0 %
Sprint 7	HU7	Tarea 2 HU7.	2 h / 1 SP	Alumno	0 %
Sprint 7	HU7	Tarea 3 HU7.	5 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 7	HU7	Prueba e integración del HU7.	24 h / 21 SP	Alumno	0 %

Sprint	HU o fase	Tarea	Horas / SP	Responsable	% Completado
Sprint 7	HU7	Reuniones de seguimiento: Validación con el cliente, revisiones de sprint, demostraciones y feedback del HU7.	4 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 7	HU7	Revisión de código, optimización y refactorización del HU7.	8 h / 5 SP	Alumno	0 %
Sprint 7	HU7	Documentación técnica: Documentar, manuales de uso, Control de versiones, mantenimiento del repositorio (Git) del HU7.	16 h / 21 SP	Alumno	0 %
Sprint 8	HU8	Tarea 1 HU8.	4 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 8	HU8	Tarea 2 HU8.	3 h / 2 SP	Alumno	0 %
Sprint 8	HU8	Tarea 3 HU8.	2 h / 1 SP	Alumno	0 %
Sprint 8	HU8	Prueba e integración del HU8.	24 h / 21 SP	Alumno	0 %
Sprint 8	HU8	Reuniones de seguimiento: Validación con el cliente, revisiones de sprint, demostraciones y feedback del HU8.	4 h / 3 SP	Alumno	0 %
Sprint 8	HU8	Revisión de código, optimización y refactorización del HU8.	8 h / 21 SP	Alumno	0 %
Sprint 8	HU8	Documentación técnica: Documentar, manuales de uso, Control de versiones, mantenimiento del repositorio (Git) del HU8.	16 h / 21 SP	Alumno	0 %
Sprint 9	Prueba	Prueba e integración final.	36 h / 34 SP	Alumno	0 %

Sprint	HU o fase	Tarea	Horas / SP	Responsable	% Completado
Sprint 10	Escritura	Redacción memoria.	96 h / 89 SP	Alumno	0 %
Sprint 11	Defensa	Preparación de la exposición.	20 h / 13 SP	Alumno	0 %

Cuadro 3. Sprint

## 11. Diagrama de Gantt (sprints)

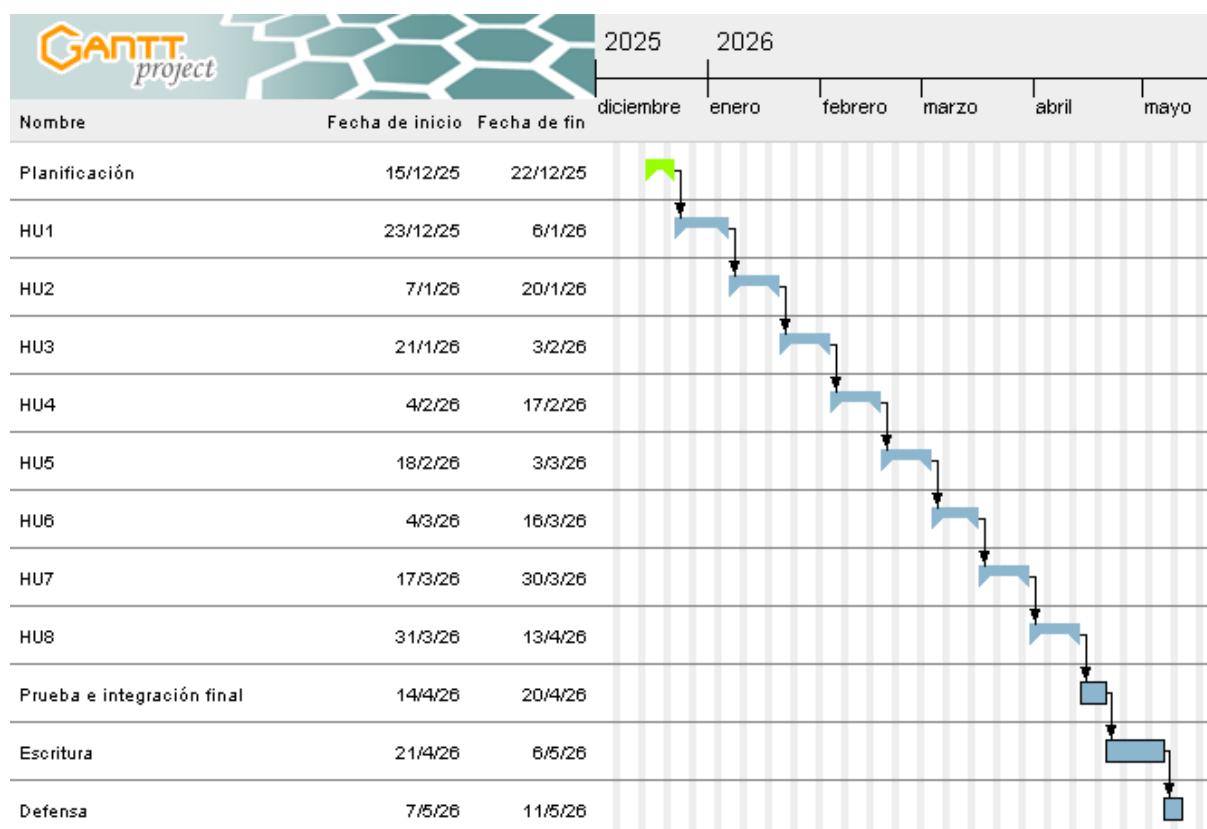


Figura 1. Diagrama de Gantt del proyecto - Resumen.

## 12. Gobernanza de datos

### 12.1 Cumplimiento normativo

Los datos pertenecen al Ejército Arntino. No son de acceso público por lo que algunos datos tienen un cambio de referencia para mantener la confidencialidad de los mismos.

Asimismo, se cuenta con los permisos correspondientes para utilizarlos.

## 12.2 Ética en el uso de inteligencia artificial

El empleo de inteligencia artificial en procesos de mantenimiento implica abordar desafíos éticos relacionados con la transparencia algorítmica, la protección de datos y la equidad en la toma de decisiones. La literatura señala que los modelos pueden heredar sesgos provenientes de los datos de entrenamiento, lo que podría afectar negativamente la priorización de tareas o la interpretación de fallas (Barocas & Selbst, 2016).

Asimismo, la automatización sin supervisión adecuada puede generar riesgos vinculados a la pérdida de trazabilidad y a la reducción del control humano sobre decisiones críticas (Floridi et al., 2018). Para mitigar estos riesgos, se recomienda implementar auditorías continuas, mecanismos de explicabilidad algorítmica, controles de acceso y supervisión humana en etapas sensibles del proceso. Estas medidas contribuyen a garantizar un sistema ético, transparente y alineado con buenas prácticas internacionales.

Referencias:

- Barocas, S., & Selbst, A. D. (2016). Big Data's Disparate Impact. *California Law Review*, 104(3), 671–732.
- Floridi, L., et al. (2018). AI4People—An Ethical Framework for a Good AI Society. *Minds and Machines*, 28, 689–707.

## 13. Gestión de riesgos

a) Identificación de los riesgos y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: Retraso en el desarrollo del modelo IA

- **Severidad (S): 8.**

*Justificación:* Un retraso impacta directamente en el cronograma y puede comprometer la entrega del prototipo.

- **Probabilidad de ocurrencia (O): 6.**

*Justificación:* La complejidad técnica del modelo y ajustes en el entrenamiento hacen que este riesgo sea moderadamente probable.

Riesgo 2: Fallo en la infraestructura local para pruebas

- **Severidad (S): 7.**

*Justificación:* Si el hardware no soporta las pruebas, se detiene el avance del proyecto.

- **Probabilidad de ocurrencia (O): 5.**

*Justificación:* Aunque se cuenta con recursos locales, pueden surgir que sea insuficiente, incompatibilidades o fallos inesperados.

Riesgo 3: Errores en la calidad de datos

- **Severidad (S): 9.**

*Justificación:* Datos incompletos o inconsistentes afectan la precisión del modelo y su validación.

- **Probabilidad de ocurrencia (O): 4.**

*Justificación:* Existe riesgo moderado por registros históricos aunque resulta posible que sean insuficientes.

Riesgo 4: Falta de disponibilidad de especialistas para validación

- **Severidad (S): 6.**

*Justificación:* Sin validación experta, el modelo puede no cumplir los objetivos.

- **Probabilidad de ocurrencia (O): 5.**

*Justificación:* Riesgo moderado por agendas ocupadas del personal técnico.

Riesgo 5: Incumplimiento de protocolos de seguridad del EA

- **Severidad (S): 10.**

*Justificación:* Implica sanciones y bloqueo del proyecto.

- **Probabilidad de ocurrencia (O): 3.**

*Justificación:* Poco probable si se siguen los lineamientos, pero no imposible.

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como  $RPN = S \times O$ )

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*
Retraso en desarrollo IA	8	6	48	6	4	24
Fallo infraestructura local	7	5	35	5	3	15
Errores en calidad de datos	9	4	36	6	3	18
Falta de especialistas	6	5	30	5	3	15
Incumplimiento protocolos EA	10	3	30	8	2	16

Cuadro 4. Tabla de gestión de riesgos con RPN antes y después de mitigación.

Criterio adoptado:

Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a 35. Para valores menores a 35 y mayores a 20 se consideran moderado, se controla y se revisa periódicamente para evaluar el riesgo y en caso necesario se aplicará la mitigación.

Nota: los valores marcados con (\*) en la tabla corresponden luego de haber aplicado la mitigación.

c) Plan de mitigación de los riesgos que originalmente excedían el RPN máximo establecido:

Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

### **Riesgo 1: Retraso en el desarrollo del modelo IA**

- **Plan de mitigación:** Elaborar cronograma detallado con hitos intermedios, usar librerías probadas, revisiones semanales y pruebas incrementales.

- **Severidad (S\*): 6.**

*Justificación:* Con planificación y control, el impacto disminuye porque se reduce la probabilidad de retrasos críticos.

- **Probabilidad (O\*): 4.**

*Justificación:* La ocurrencia baja gracias a buenas prácticas y revisiones periódicas.

### Riesgo 2: Fallo en la infraestructura local para pruebas

- **Plan de mitigación:** Observación semanal del estado del hardware y, en caso necesario, aplicar medidas como mantenimiento preventivo o uso de equipos alternativos.

- **Severidad (S\*): 7.**

*Justificación:* El impacto se mantiene porque depende del hardware, pero se controla con monitoreo.

- **Probabilidad (O\*): 4.**

*Justificación:* Con revisiones semanales, la probabilidad baja.

### Riesgo 3: Errores en la calidad de datos

- **Plan de mitigación:** Implementar validación automática y limpieza previa del dataset, además de pruebas piloto.

- **Severidad (S\*): 6.**

*Justificación:* El impacto se reduce porque se asegura la calidad antes del modelado.

- **Probabilidad (O\*): 3.**

*Justificación:* Con validación y limpieza, la probabilidad de errores disminuye significativamente.

### Riesgo 4: Falta de disponibilidad de especialistas para validación

- **Plan de mitigación:** Observación semanal de la agenda y coordinación anticipada; aplicar mitigación solo si se detecta falta de disponibilidad.

- **Severidad (S\*): 5.**

*Justificación:* El impacto se mantiene, pero se reduce el riesgo con planificación.

- **Probabilidad (O\*): 3.**

*Justificación:* Con coordinación anticipada, la probabilidad baja.

### Riesgo 5: Incumplimiento de protocolos de seguridad del EA

- **Plan de mitigación:** Observación semanal del cumplimiento normativo; aplicar medidas correctivas si se detecta desviación.

- **Severidad (S\*): 8.**

*Justificación:* El impacto sigue siendo alto, pero se reduce con controles regulares.

- **Probabilidad (O\*): 2.**

*Justificación:* Con monitoreo y capacitación, la probabilidad baja.

## 14. Sprint Review

HU seleccionada	Tareas asociadas	Entregable esperado	¿Cómo sabrás que está cumplida?	Observaciones o riesgos
HU1	Diseñar formulario dinámico de carga.	Módulo funcional para carga de solicitudes.	Cumple criterios: validación automática, resumen previo y confirmación.	Validación con el tutor y pruebas de usabilidad.
	Implementar validaciones automáticas.			
HU3	Diseñar motor de categorización de solicitudes.	Panel de consultas filtradas y categorización.	Cumple criterios: chatbot responde problemas estandarizados y deriva casos complejos.	Requiere datos reales para pruebas y ajuste de clasificación.
	Configurar panel de consultas filtradas.			
HU5	Diseñar flujo automatizado para generación de pedidos.	Panel de gestión de solicitudes de compra.	Cumple criterios: generación de lista en menos de 3 minutos y exportación en formato xlsx.	Riesgo en integración con base de datos de inventario.
	Integrar con base de datos de inventario.			
HU6	Desarrollar módulo de monitoreo de stock.	Sistema de alertas y reportes de stock.	Cumple criterios: alertas automáticas y estadísticas claras.	Puede requerir ajuste en la lógica de alertas.
	Configurar sistema de alertas automáticas.			

Cuadro 5. Tabla de revisión proyectada de Sprint para HU seleccionadas.

### Justificación de la selección de HU:

Se han elegido las cuatro Historias de Usuario más críticas para el éxito del proyecto, considerando los siguientes criterios:

- **Impacto en el objetivo principal:** Las HU seleccionadas son esenciales para optimizar la adquisición de insumos y repuestos, que constituye el propósito central del proyecto.

- **Dependencias funcionales:** HU1 asegura la correcta carga y validación de datos, base indispensable para el funcionamiento del sistema. HU3 permite la categorización y filtrado eficiente, reduciendo la carga operativa.
- **Valor para el cliente:** HU5 conecta la predicción con la acción logística mediante la generación automática de pedidos, mientras que HU6 garantiza el control del stock y alertas oportunas, evitando interrupciones en el mantenimiento.
- **Complejidad y riesgo:** Estas HU presentan alta complejidad técnica y son prioritarias para evitar retrasos y garantizar la funcionalidad clave del sistema.

Por estos motivos, se priorizan HU1, HU3, HU5 y HU6 para la revisión proyectada de Sprint.

## 15. Sprint Retrospective

En este proyecto la retrospectiva se aplicará mediante el método *Estrella*, como herramienta para reflexionar sobre el trabajo realizado y definir acciones concretas que mejoren la organización, reduzcan riesgos y optimicen el desarrollo en cada sprint.

Sprint tipo y N°	¿Qué hacer más?	¿Qué hacer menos?	¿Qué mantener?	¿Qué empezar a hacer?	¿Qué dejar de hacer?
Sprint técnico - 1	Validaciones continuas con el alumno.	Cambios sin versión registrada.	Pruebas con datos simulados.	Documentar cambios propuestos.	Ajustes sin análisis de impacto.
Sprint técnico - 6	Validar rendimiento en diferentes entornos.	Cambiar configuraciones sin registro.	Uso de logs para trazabilidad.	Planificar pruebas de estrés.	Postergar correcciones críticas.
Sprint técnico - 8	Comparar correlaciones con casos previos.	Cambiar parámetros sin justificar.	Revisión cruzada de métricas.	Anotar configuraciones usadas.	Trabajar sin respaldo de datos.
Sprint no técnico - 10 (Documentación)	Redactar secciones con ejemplos claros.	Cambiar estructura sin revisión.	Uso de plantillas oficiales.	Incluir gráficos explicativos.	Agregar contenido redundante.
Sprint no técnico - 12 (Defensa)	Ensayos orales con feedback.	Cambiar contenidos en la memoria sin control.	Material visual claro.	Dividir la presentación por bloques.	Agregar gráficos difíciles de explicar.

Cuadro 6. Tabla de Retrospectiva de Sprint.