



# Sistema de alarmas para el mantenimiento de videocámaras

Autor:

Ing. Marco Joel Isidro

Director:

Ing. Maxim Dorogov (FIUBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos  
entre el 23 de abril de 2024 y el 18 de junio de 2024.*

## Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar . . . . .	5
2. Identificación y análisis de los interesados . . . . .	6
3. Propósito del proyecto . . . . .	7
4. Alcance del proyecto . . . . .	7
5. Supuestos del proyecto. . . . .	7
6. Requerimientos . . . . .	8
7. Historias de usuarios ( <i>Product backlog</i> ). . . . .	9
8. Entregables principales del proyecto . . . . .	10
9. Desglose del trabajo en tareas . . . . .	10
10. Diagrama de Activity On Node. . . . .	11
11. Diagrama de Gantt . . . . .	13
12. Presupuesto detallado del proyecto . . . . .	15

## Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	23 de abril de 2024
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	06 de mayo de 2024
2	Se completa hasta el punto 9 inclusive	14 de mayo de 2024
3	Se completa hasta el punto 12 inclusive	21 de mayo de 2024

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 23 de abril de 2024

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Marco Joel Isidro que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Inteligencia Artificial se titulará “Sistema de alarmas para el mantenimiento de videocámaras” y consistirá en la implementación de un conjunto de métodos que permitirán detectar cambios significativos en las transmisiones de video de cámaras IP. El trabajo tendrá un presupuesto preliminar estimado de 665 horas y un costo estimado de \$33.275.500, con fecha de inicio el 23 de abril de 2024 y fecha de presentación pública el 06 de noviembre de 2024.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Julia Yebra  
Arcelormittal Acindar

Ing. Maxim Dorogov  
Director del Trabajo Final

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

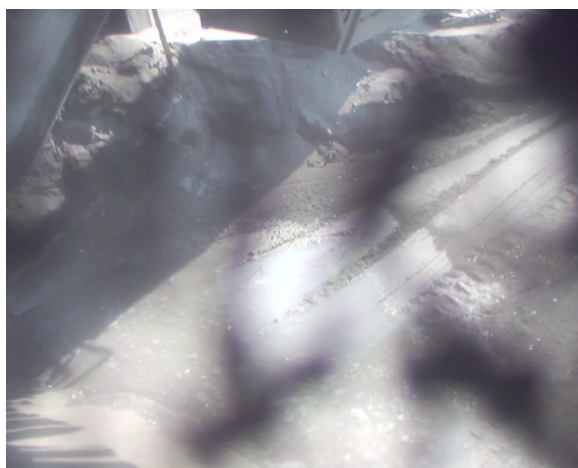
Aunque inicialmente el uso de videocámaras en las industrias estaba destinado exclusivamente a temas de vigilancia, en la actualidad esta realidad ha experimentado una transformación significativa. El campo de acción de las cámaras se ha ampliado considerablemente, incorporándose en actividades tales como la operación remota de equipos o la automatización de tareas mediante el uso de algoritmos de visión artificial (VA). Arcelormittal Acindar no es la excepción en esta tendencia de la industria. En tiempos recientes, las más de 600 cámaras distribuidas en las distintas instalaciones de la compañía se han comenzado a emplear en soluciones de VA y operación remota. La detección de intrusos, el análisis de deformaciones en las palanquillas o la automatización de procesos de carga de camiones son algunos ejemplos de las soluciones implementadas.

En este contexto, se destaca la importancia de que las cámaras se mantengan en óptimas condiciones para garantizar el correcto funcionamiento de las soluciones. Es crucial tener en cuenta que las videocámaras no solo pueden ser afectadas por las condiciones del entorno, como la polución o las vibraciones, sino que en ocasiones, estos cambios son provocados por los operarios. Por esta razón, Arcelormittal Acindar dedica una considerable cantidad de recursos en su mantenimiento. Los problemas a tener en cuenta que pueden presentar las cámaras y afectar el funcionamiento adecuado de los proyectos de visión artificial son los siguientes:

- Obstrucción total o parcial.
- Suciedad en el lente. Para una mayor comprensión, consultar la figura 1.
- Rotación respecto a su eje.
- Inestabilidad de la conexión de red.



(a) Lente en óptimas condiciones.



(b) Lente en malas condiciones.

Figura 1. Problema de suciedad en lentes que pueden presentar las cámaras, debido al entorno en el que se encuentran.

Esta problemática da lugar a la necesidad de desarrollar un sistema que permita conocer el estado actual de las principales cámaras de la empresa. Al tener información precisa sobre las condiciones en las que se encuentran, los resultados de los algoritmos de visión artificial van a ser los esperados y se pueden planificar las rondas de mantenimiento solo en caso de ser necesarias.

Como se puede observar en el diagrama de la figura 2, la implementación del sistema requiere la configuración de los servicios necesarios para mantener el contenedor y la base de datos SQL Server a utilizar. El contenedor desplegado en las instalaciones locales (on-premises) accederá a todas las cámaras necesarias y analizará los problemas mencionados, registrando el estado actual en una tabla y generando las alarmas configuradas. Posteriormente, cada sector interesado podrá desarrollar los tableros necesarios para visualizar las cámaras de su interés. Las herramientas principales para crear las visualizaciones serán PIMS de AVEVA y PowerBI de Microsoft.

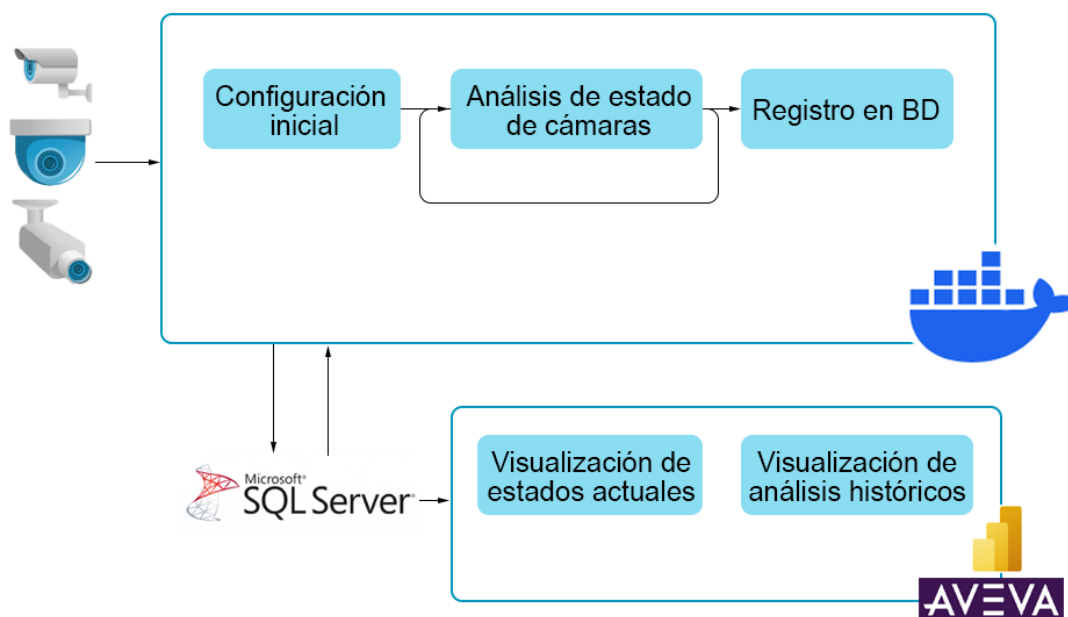


Figura 2. Diagrama en bloques del sistema.

## 2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Julia Yebra	Arcelormittal Acindar	Ger. Área Innov. & Des.
Responsable	Ing. Marco Joel Isidro	FIUBA	Alumno
Colaboradores	Pablo Rufach	Arcelormittal Acindar	BP Innovación
Orientador	Ing. Maxim Dorogov	FIUBA	Director del Trabajo Final
Usuario final	-	Prosegur y Arcelormittal Acindar	-

- Colaboradores: Pablo Rufach experto en infraestructura colaborará con el despliegue de los servicios necesarios y puesta en marcha de los servidores.
- Usuario final: personal de Prosegur encargado de la video vigilancia y equipo de mantenimiento perteneciente a Arcelormittal Acindar.

### 3. Propósito del proyecto

Continuando con la estrategia de optimización de recursos implementada por Arcelormittal Acindar, el objetivo es establecer un sistema de monitoreo para evaluar el estado y detectar posibles problemas en las cámaras de manera proactiva. Se espera lograr un ahorro significativo al identificar y abordar los problemas de las cámaras antes de que afecten negativamente a las operaciones productivas. Además, este enfoque permitirá una toma de decisiones más informada en lo que respecta al mantenimiento preventivo, contribuyendo así a la reducción de costos y al aumento de la disponibilidad y fiabilidad de los sistemas.

### 4. Alcance del proyecto

El proyecto abarcará los siguientes puntos y etapas:

- Investigación de métodos y técnicas de VA para la detección y estimación de los problemas que se pueden presentar en las cámaras, listados en la sección 1.
- Implementación en las cámaras más relevantes de los algoritmos de Visión Artificial investigados, garantizando que satisfagan los requisitos establecidos.
- Desarrollo del algoritmo para la toma de decisiones que generará las alertas.
- Definición de la estructura y creación de la base de datos utilizando SQL Server.
- Despliegue de la solución, mediante la utilización de contenedores, en el datacenter de Arcelormittal Acindar.

Puntos no comprendidos en el proyecto:

- Diseño y desarrollo de una interfaz de usuario para facilitar la configuración del sistema.
- Incorporación de las visualizaciones especificadas en la figura 2.
- Mejora del rendimiento, con el objetivo de lograr velocidades óptimas en la detección y estimación.

### 5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se contará con el tiempo suficiente para la realización del proyecto a pesar de las obligaciones personales, académicas y laborales.
- Existen métodos y técnicas de visión artificial que permitan obtener los resultados esperados.
- Se tendrá disponibilidad de los equipos necesarios para el desarrollo e implementación del sistema, destacando la necesidad de un servidor en condiciones y una notebook con GPU.

- La gerencia de infraestructura de Arcelormittal Acindar otorgará el acceso al servidor y las cámaras dentro de los plazos establecidos.
- Se cuenta con una conectividad confiable y estable entre el servidor y las cámaras a utilizar.
- Los usuarios finales contarán con el tiempo necesario para recibir las capacitaciones requeridas.

## 6. Requerimientos

### 1. Requerimientos funcionales:

- 1.1. El sistema debe permitir al usuario seleccionar los análisis a realizar para cada cámara integrada.
- 1.2. Se requiere estimar los grados de rotación experimentados por la cámara durante el intervalo de tiempo configurado, además de detectar la suciedad en sus lentes ópticos.
- 1.3. Debe ser capaz de generar alertas cuando las condiciones de las cámaras no cumplan con los parámetros definidos inicialmente.
- 1.4. El sistema debe generar registros de las detecciones realizadas.
- 1.5. Se necesitan realizar análisis periódicos de las cámaras configuradas.
- 1.6. Se debe registrar el tiempo de inicio y finalización de cada alarma generada.

### 2. Requerimientos durante el desarrollo/diseño:

- 2.1. El código debe ser desarrollado utilizando control de versiones con Git.
- 2.2. Se debe garantizar la escalabilidad del sistema en términos de cantidad de cámaras y tipos de detecciones.
- 2.3. Se deberá seleccionar el método de análisis que utilice la menor cantidad de recursos, siempre y cuando cumpla con los requerimientos funcionales.
- 2.4. Se prefiere que el código sea desarrollado en Python.
- 2.5. El diseño del sistema debe ser modular.
- 2.6. El sistema debe implementarse en un ambiente on-premise.
- 2.7. La base de datos generada por el sistema debe contener información sobre las cámaras, los resultados de los análisis, la configuración y los registros de estado interno del sistema.

### 3. Requerimientos de documentación:

- 3.1. Se debe generar un manual de usuario que incluya los pasos a seguir frente a las alertas generadas por el sistema.

### 4. Requerimientos de prueba y validación:

- 4.1. El sistema debe lograr una precisión superior al 90 % en la generación de alarmas.
- 4.2. Se deben realizar pruebas del sistema en un entorno industrial para validar su confiabilidad.

### 5. Requerimiento de seguridad de la información:



- 5.1. El sistema no debe permitir a los usuarios acceder a la visualización directa de las cámaras. La visualización debe realizarse únicamente a través del sistema de CCTV centralizado de Arcelormittal Acindar.
- 5.2. El acceso a la información generada por el sistema debe estar restringido y protegido adecuadamente.

## 7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

Para comenzar, se identifican los roles de las personas involucradas con un mayor detalle:

- Gerente área innovación & desarrollo: responsable de la supervisión y dirección estratégica de proyectos de innovación tecnológica en la empresa.
- Ingeniero de mantenimiento: encargado de garantizar el funcionamiento óptimo de las cámaras de vigilancia y de implementar medidas preventivas y correctivas.
- Técnico de mantenimiento: apoya al ingeniero de mantenimiento en la ejecución de tareas diarias de inspección y mantenimiento de las cámaras.
- Gerente de seguridad: encargado de supervisar y asegurar la integridad y confidencialidad de los sistemas de seguridad y vigilancia.
- Técnico operador de Prosegur: personal encargado de la operación y monitoreo diario de las cámaras de seguridad.
- Analista de Datos: profesional encargado de analizar los datos generados por el sistema y diseñar visualizaciones efectivas para comunicar la información de manera clara y comprensible.

A continuación, se presentan las historias de usuario, ponderadas según los siguientes criterios: tiempo requerido, complejidad e incertidumbre. A cada uno se le asigna un puntaje, de acuerdo a la secuencia de Fibonacci, en el rango de 1 (bajo) a 5 (alto). Los *story points* se calculan como el inmediato superior a la suma de los aspectos individuales dentro de la serie.

1. Como técnico de mantenimiento, necesito que el sistema pueda estimar la rotación de las cámaras y detectar suciedad en sus lentes, para detectar posibles manipulaciones indebidas y garantizar la integridad de las imágenes capturadas.  
*Story points*: 13 (tiempo requerido: 5, complejidad: 5, incertidumbre: 3)
2. Como gerente del área de innovación & desarrollo, deseo que los algoritmos desarrollados consuman los menos recursos posibles, para minimizar la inversión en servidores y su posterior mantenimiento.  
*Story points*: 13 (tiempo requerido: 3, complejidad: 3, incertidumbre: 3)
3. Como gerente de seguridad, necesito que el sistema garantice la confidencialidad y restricción del acceso a la información generada, para proteger la privacidad de las imágenes y los datos capturados por las cámaras de vigilancia.  
*Story points*: 8 (tiempo requerido: 2, complejidad: 3, incertidumbre: 2)

4. Como gerente de seguridad, deseo recibir alertas cuando las cámaras no se encuentren en condiciones óptimas, para tomar acciones preventivas y garantizar la continuidad de la vigilancia en la planta.

*Story points:* 5 (tiempo requerido: 1, complejidad: 1, incertidumbre: 2)

5. Como técnico operador de Prosegur, deseo un manual que explique los pasos a seguir frente a las alertas generadas por el sistema, para poder responder eficazmente a situaciones de riesgo o anomalías en las cámaras.

*Story points:* 5 (tiempo requerido: 2, complejidad: 2, incertidumbre: 1)

6. Como analista de datos, deseo tener toda la información necesaria centralizada en una única base de datos, para facilitar el desarrollo de las visualizaciones necesarias por los usuarios finales.

*Story points:* 3 (tiempo requerido: 1, complejidad: 1, incertidumbre: 1)

7. Como técnico de mantenimiento, quiero poder seleccionar los análisis a realizar para cada cámara, para personalizar la evaluación según las necesidades específicas de cada área de la empresa.

*Story points:* 3 (tiempo requerido: 1, complejidad: 1, incertidumbre: 1)

8. Como ingeniero de mantenimiento, necesito tener la trazabilidad del estado de las cámaras, para poder evaluar el desempeño de los técnicos y poder identificar las zonas más problemáticas.

*Story points:* 3 (tiempo requerido: 1, complejidad: 1, incertidumbre: 1)

## 8. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son:

- Documentación sobre los datos almacenados y la estructura de la base de datos.
- Código fuente del software.
- Diagramas sobre el funcionamiento del sistema.
- Memoria del trabajo final.

## 9. Desglose del trabajo en tareas

### 1. Planificación (50 h)

- 1.1. Reuniones con el personal involucrado en el proyecto. (10 h)
- 1.2. Análisis de alcance y requerimientos. (10 h)
- 1.3. Realizar el plan del proyecto. (30 h)

### 2. Investigación preliminar (110 h)

- 2.1. Evaluar los requisitos de seguridad. (20 h)
- 2.2. Explorar proyectos relacionados y mejores prácticas. (20 h)

- 2.3. Investigar modelos pre-entrenados. (20 h)
- 2.4. Investigar algoritmos de visión artificial. (30 h)
- 2.5. Estudiar las herramientas y tecnologías para la implementación. (20 h)
3. Diseño y desarrollo (285 h)
  - 3.1. Diseñar la arquitectura del sistema. (20 h)
  - 3.2. Crear la estructura de la base de datos e implementarla. (10 h)
  - 3.3. Desarrollar la estimación del ángulo de rotación. (40 h)
  - 3.4. Desarrollar la detección de la suciedad en el lente óptico. (40 h)
  - 3.5. Desarrollar la detección de obstrucciones total o parciales. (40 h)
  - 3.6. Diseñar el sistema de alarmas. (25 h)
  - 3.7. Pruebas de integración y validación. (40 h)
  - 3.8. Dockerizar la solución desarrollada. (40 h)
  - 3.9. Optimización y búsqueda de errores. (30 h)
4. Implementación y capacitaciones (115 h)
  - 4.1. Preparar el servidor a utilizar y los servicios necesarios. (40 h)
  - 4.2. Crear los pipeline y configuraciones necesarias para el despliegue. (30 h)
  - 4.3. Implementar la solución. (30 h)
  - 4.4. Preparación de materiales de capacitación. (5 h)
  - 4.5. Organizar y Realizar sesiones de capacitación. (10 h)
5. Documentos finales (105 h)
  - 5.1. Redacción de la documentación sobre los datos almacenados y la estructura de la base de datos. (5 h)
  - 5.2. Elaboración de diagramas sobre el funcionamiento del sistema. (5 h)
  - 5.3. Confección de informe de avance. (15 h)
  - 5.4. Redacción de memoria del trabajo. (60 h)
  - 5.5. Elaboración de la presentación final. (20 h)

Cantidad total de horas: 665 h.

## 10. Diagrama de Activity On Node

En la figura 3 se presenta el diagrama de *Activity On Node* (AoN), construido de acuerdo con las siguientes referencias:

- Cada nodo representa una tarea del WBS, detallado en la sección 9, e incluye su duración en horas.
- El camino crítico está destacado con flechas más gruesas.
- Los diferentes colores corresponden a los grupos de tareas del WBS.

Es importante aclarar que, aunque el camino crítico tiene una duración de 445 horas, esto se basa en la premisa de que algunas tareas se pueden realizar en paralelo. Sin embargo, en este proyecto, dado que se cuenta con un único recurso, las tareas se llevarán a cabo de manera secuencial.

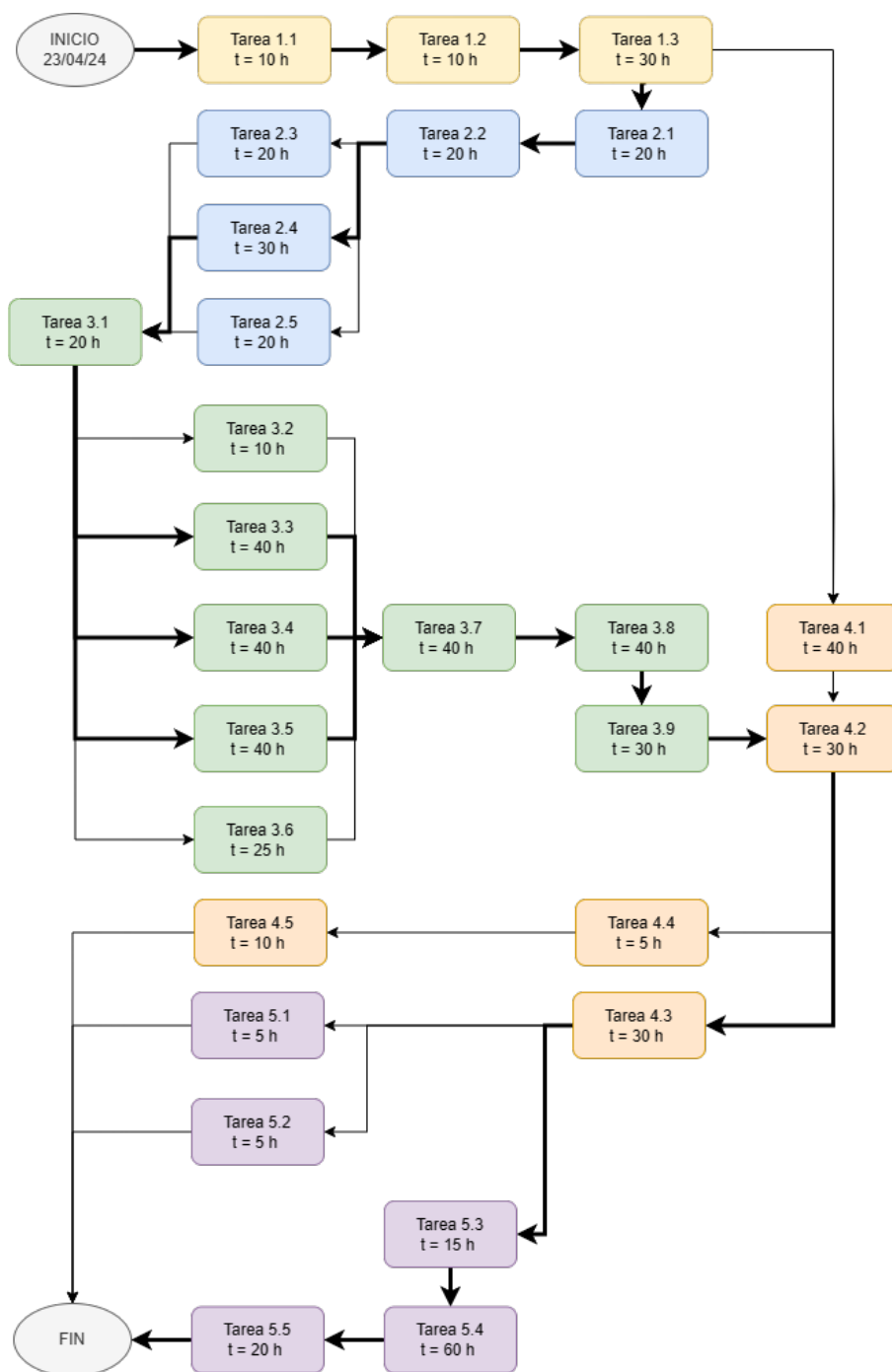


Figura 3. Diagrama de *Activity on Node*.

## 11. Diagrama de Gantt

En la figura 4, se presenta la planificación del proyecto mediante un diagrama de Gantt, teniendo en cuenta una carga de trabajo de 25 horas semanales. Para facilitar la comprensión y visualización de las fechas de inicio y finalización de cada tarea, se adjunta la tabla 1.

Nombre	Inicio	Fin	Trabajo
1.1 Reuniones con el personal involucrado en el proyecto	23/4/24	24/4/24	2d
1.2 Análisis de alcance y requerimientos	25/4/24	26/4/24	2d
1.3 Realizar el plan del proyecto	29/4/24	6/5/24	6d
2.1 Evaluar los requisitos de seguridad	7/5/24	10/5/24	4d
2.2 Explorar proyectos relacionados y mejores prácticas	13/5/24	16/5/24	4d
2.3 Investigar modelos preentrenados	17/5/24	28/5/24	8d
2.4 Investigar algoritmos de visión artificial	17/5/24	30/5/24	10d
2.5 Estudiar las herramientas y tecnologías para la implementación	31/5/24	5/6/24	4d
3.1 Diseñar la arquitectura del sistema	6/6/24	11/6/24	4d
3.2 Crear la estructura de la base de datos e implementarla	12/6/24	21/6/24	8d
3.3 Desarrollar la estimación del ángulo de rotación	24/6/24	3/7/24	8d
3.4 Desarrollar la detección de la suciedad en el lente óptico	4/7/24	15/7/24	8d
3.5 Desarrollar la detección de obstrucciones total o parciales	16/7/24	25/7/24	8d
3.6 Diseñar el sistema de alarmas	26/7/24	1/8/24	5d
3.7 Pruebas de integración y validación	2/8/24	13/8/24	8d
3.8 Dockerizar la solución desarrollada	14/8/24	23/8/24	8d
3.9 Optimización y búsqueda de errores	26/8/24	2/9/24	6d
4.1 Preparar el servidor a utilizar y los servicios necesarios	3/9/24	12/9/24	8d
4.2 Crear los pipeline y configuraciones necesarias para el despliegue	13/9/24	20/9/24	6d
4.3 Implementar la solución	23/9/24	30/9/24	6d
4.4 Preparación de materiales de capacitación	1/10/24	1/10/24	1d
4.5 Organizar y Realizar sesiones de capacitación	2/10/24	3/10/24	2d
5.1 Redacción de la documentación sobre los datos almacenados y la estructura de la base de datos	4/10/24	4/10/24	1d
5.2 Elaboración de diagramas sobre el funcionamiento del sistema	7/10/24	7/10/24	1d
5.3 Confección de informe de avance	8/10/24	10/10/24	3d
5.4 Redacción de memoria del trabajo	11/10/24	31/10/24	15d
5.5 Elaboración de la presentación final	1/11/24	6/11/24	4d

Cuadro 1. Tabla de tareas para confeccionar el diagrama de Gantt.

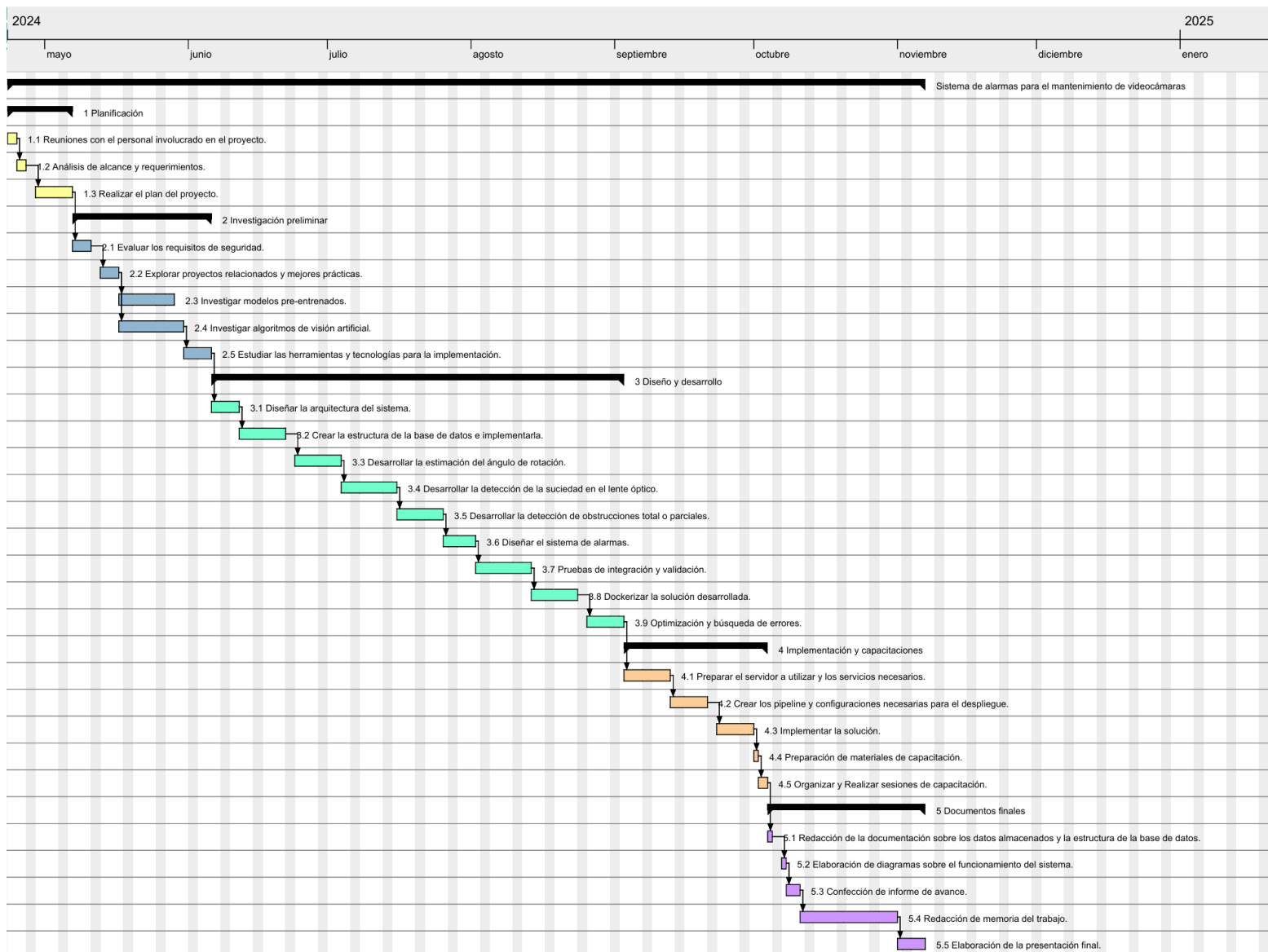


Figura 4. Diagrama de Gantt.

## 12. Presupuesto detallado del proyecto

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Horas desarrollador	665 h	\$8.500 / h	\$5.652.500
Servidor	1	\$25.000.000	\$25.000.000
SUBTOTAL			\$30.652.500
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Soporte y Mantenimiento del Servidor	1 año	\$2.500.000 / año	\$2.500.000
Horas de capacitación del personal	25 h	\$6.000 / h	\$150.000
SUBTOTAL			\$2.650.000
TOTAL			\$33.275.500