



Detección de peso de pollos en fincas broiler

Autor:

Ing. Nicolás Martín Tertusio Iglesias

Director:

Ing. Maxim Dorogov (FIUBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 19 de junio de 2024 y el 17 de agosto de 2024.*

Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar	5
2. Identificación y análisis de los interesados	6
3. Propósito del proyecto	6
4. Alcance del proyecto	6
5. Supuestos del proyecto.	7
6. Requerimientos	7
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	8
8. Entregables principales del proyecto	9
9. Desglose del trabajo en tareas	9
10. Diagrama de Activity On Node.	10
11. Diagrama de Gantt	12
12. Presupuesto detallado del proyecto	14
13. Gestión de riesgos	14
14. Gestión de la calidad	16
15. Procesos de cierre	17

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	19 de junio de 2024
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	26 de junio de 2024
2	Se completa hasta el punto 9 inclusive	4 de julio de 2024
3	Se completa hasta el punto 12 inclusive	14 de julio de 2024
4	Se completa hasta el punto 15 inclusive	23 de julio de 2024

Acta de constitución del proyecto

Panamá, 19 de junio de 2024

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Nicolás Martín Tertusio Iglesias que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Inteligencia Artificial se titulará “Detección de peso de pollos en fincas broiler” y consistirá en la implementación de un sistema de detección de pesos de pollos en finca broiler por medio de *computer vision* (CV). El trabajo tendrá un presupuesto preliminar estimado de 640 horas y un costo estimado de \$19,500.00, con fecha de inicio el 19 de junio de 2024 y fecha de presentación pública el 31 de enero de 2025.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Ing. Marylin Melo de Simons
Empresas Melo S.A.

Ing. Maxim Dorogov
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

Empresas Melo S.A. es una empresa de Panamá con una integración vertical en la industria avícola. La compañía se encarga de todo el proceso productivo, desde la creación de alimentos para pollos a partir de materia prima, pasando por la crianza de pollos tipo broiler (de engorde), gallinas ponedoras de huevo y pollos para reproducción, hasta llegar a una planta de sacrificio donde se procesan los pollos según la demanda. Finalmente, los productos pueden ser enviados a una planta de valor agregado donde se crean artículos como milanesas, nuggets, entre otros.

El proyecto se enfoca en el segundo paso: la crianza de los pollos broiler. En las fincas, los pollos se crían en espacios, denominados fincas, que pueden albergar hasta 40.000 aves en 950 m². Actualmente, el peso de los pollos se determina mediante muestreos semanales de 100 a 300 ejemplares, lo que representa menos del 1 % del total, un método que no cumple con los estándares precisos exigidos por el mercado. Para resolver este problema, se propone la instalación de cámaras especializadas en *computer vision* (CV) dentro de las fincas. Estas cámaras capturan imágenes de los pollos y mediante modelos de inteligencia artificial (IA) determinan el peso de cada ave.

En la figura 1 se presenta el diagrama en bloques del sistema. El proceso comienza con las cámaras de video, que inician la detección de peso mediante el preprocesamiento de las imágenes. Estas imágenes se envían al primer modelo de segmentación y clasificación, cuyo resultado son recortes individuales de cada pollo detectado. A continuación, estos recortes alimentan el segundo modelo de predicción de peso, del cual se obtiene el peso individual de cada ave. Con esta información se calcula el peso promedio de los pollos en la finca y se determina la distribución de los mismos. Los resultados se envían a un sistema de monitoreo y reporte, que junto con la transmisión de video, es accesible para el personal de la finca. Esto permite supervisar el estado de los pollos y determinar el momento adecuado para enviarlos a la planta de sacrificio.

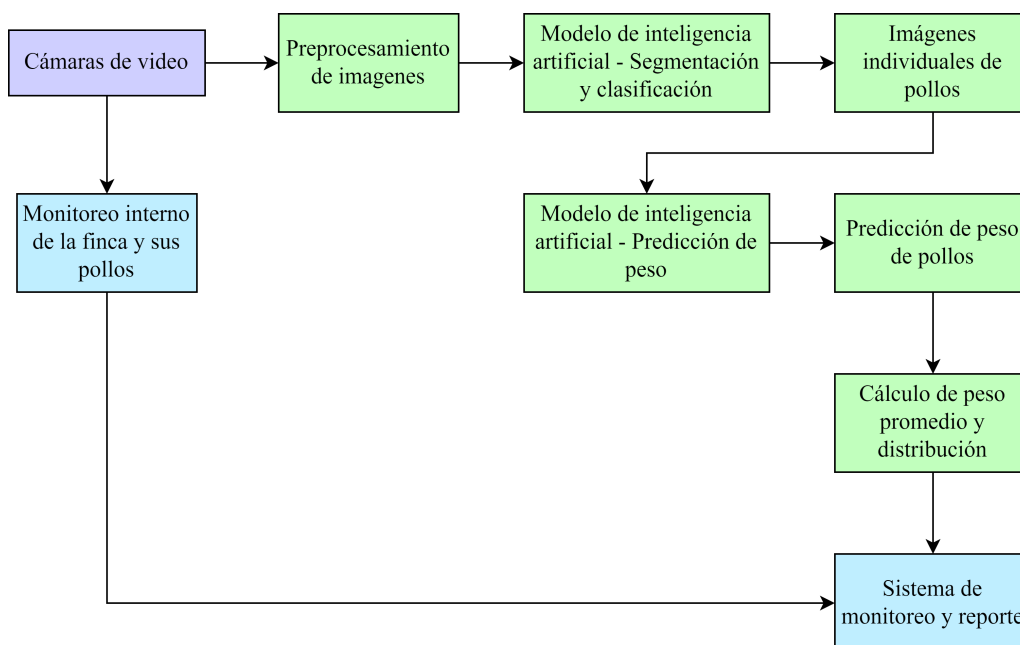


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema.

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Ing. Marylin Melo de Simons	Empresas Melo S.A.	Directora de operaciones (COO)
Responsable	Ing. Nicolás Martín Tertusio Iglesias	FIUBA	Alumno
Colaboradores	Kelvin Vega	Empresas Melo S.A.	Mantenimiento de fincas
Orientador	Ing. Maxim Dorogov	FIUBA	Director del Trabajo Final
Usuario final	Diógenes Becerra	Empresas Melo S.A.	Vicepresidente de división Producción

- Usuario final: se coloca al vicepresidente porque cumple con la figura de representar la división. Sin embargo, los usuarios finales son todo el personal operativo de la finca.

3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es desarrollar un sistema de monitoreo mediante cámaras de video instaladas en una finca, capaz de predecir el peso de los pollos utilizando técnicas de IA y CV. Este sistema ofrecerá una distribución de peso más precisa que el método de muestreo actual, eliminará el proceso manual de muestreo, permitirá conocer el momento exacto en el que se puede llevar la parvada a la planta de sacrificio y reducirá el consumo de alimento y agua de los pollos.

4. Alcance del proyecto

El proyecto contempla la parte de hardware y software a desarrollar para el diagrama en bloques especificado en la figura 1. A desarrollar por el estudiante están las siguientes tareas:

- Recibir las imágenes de las cámaras de video para iniciar el pipeline de preprocesamiento de las mismas.
- Implementación de un modelo que, por medio de técnicas de IA y CV, pueda distinguir por lo menos un 80 % de los pollos que se encuentren presentes en una foto.
 - Obtención de imágenes para el entrenamiento del modelo seleccionado.
 - Etiquetado de las imágenes para permitir aprendizaje supervisado.
- Preprocesamiento de las imágenes de salida del modelo anteriormente mencionado.
- Implementación de un modelo de IA capaz de predecir, por medio de características físicas y visuales de las aves, el peso de las mismas.
 - Al igual que para el primer modelo, se incluye la obtención de imágenes y etiquetado de las mismas.

- Desarrollo estadístico sobre la distribución de pesos de la parvada.
- Creación de una interfaz que muestre a los usuarios finales la distribución y peso promedio de los pollos dentro de la finca.

A pesar de que está incluido en el alcance del proyecto, no será desarrollado por el estudiante la instalación de cámaras de video. Esto será tercerizado por Empresas Melo S.A.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se dispone de 16 horas semanales para el desarrollo del mismo.
- Se tendrá acceso a un stream continuo de video de todas las cámaras instaladas dentro de la finca.
- Se cuenta con una computadora con capacidad computacional suficiente, o un servicio tercerizado similar, para el entrenamiento de los modelos de IA.
- Se tendrá disponibilidad limitada para ingresar a la finca y realizar trabajos dentro de la misma, dependiendo de la ocupación de la misma y la naturaleza de los trabajos a realizar.
- Se acepta una precisión dentro de un margen razonable de $\pm 10\%$ para la predicción de pesos de las aves.

6. Requerimientos

1. Requerimientos de entrenamiento

- 1.1. Se debe instalar cámaras de video dentro de la finca.
- 1.2. Se debe recabar la información de entrenamiento de los modelos desde cero y etiquetarla.

2. Requerimientos funcionales

- 2.1. El sistema debe ser capaz de identificar a un 80% de pollos que aparecen en cada cámara de video.
- 2.2. El sistema debe ser capaz de segmentar cada una de las aves por medio de coordenadas.
- 2.3. El sistema debe ser capaz de detectar características visuales de cada pollo.
- 2.4. El sistema debe ser capaz de predecir un peso a cada imagen de ave que identifique.

3. Requerimientos de documentación

- 3.1. Se debe elaborar un informe de avance del proyecto.
- 3.2. Se debe elaborar una memoria técnica del proyecto.
- 3.3. Se debe documentar todo el procesamiento de imágenes que se realice.

- 3.4. El proyecto debe tener un control de versiones por medio de un repositorio de GitHub o alguna herramienta similar.
4. Requerimiento de desempeño
 - 4.1. El procesamiento de video y las detecciones deben ser en tiempo real.
 - 4.2. El sistema debe ser capaz de predecir con un margen de $\pm 10\%$ el peso de cada pollo.
5. Requerimientos de la interfaz
 - 5.1. La interfaz debe mostrar la distribución de pesos de los pollos.
 - 5.2. La interfaz debe mostrar el peso promedio estimado de la parvada.
 - 5.3. La interfaz debe mostrar el peso promedio de la parvada a lo largo del tiempo.
 - 5.4. Se debe poder interactuar con la interfaz para dar inicio a un nuevo lote de pollos.

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

Para el desarrollo del sistema de detección de peso de pollos en fincas broiler, se presentan las siguientes historias de usuario. Cada historia se describe desde la perspectiva del usuario o cliente, indicando claramente el objetivo y la razón detrás de la solicitud.

Además, se ponderan utilizando la escala basada en complejidad, dificultad e incertidumbre, sumando los valores para aproximarlos al siguiente número de la serie de Fibonacci. Por ejemplo, si la complejidad del trabajo es media (5), la dificultad es alta (5) y la incertidumbre es baja (2), los *story points* serían 13 ($5 + 5 + 2 = 12$, que se aproxima al siguiente número de Fibonacci, que es 13). Los criterios para calcular los *story points* son los siguientes:

1. **Complejidad del trabajo:**
 - Alta: 8
 - Media: 5
 - Baja: 2
2. **Dificultad del trabajo:**
 - Alta: 5
 - Media: 3
 - Baja: 2
3. **Incertidumbre del trabajo:**
 - Alta: 8
 - Media: 3
 - Baja: 2

Historias de usuario:

1. Como gerente de producción, quiero ver la evolución del peso promedio de la parvada a lo largo del tiempo en la interfaz, para detectar tendencias y hacer ajustes en la crianza.
Story points: 8 (complejidad: 2, dificultad: 2, incertidumbre: 2)

2. Como supervisor de la finca, quiero interactuar con la interfaz del sistema para iniciar un nuevo lote de pollos, para asegurar un manejo ordenado y documentado de cada ciclo de producción.

Story points: 8 (complejidad: 2, dificultad: 2, incertidumbre: 3)

3. Como trabajador de la finca, quiero que el sistema prediga el peso de cada pollo basado en las imágenes, para tomar decisiones informadas sobre el momento adecuado para llevar las aves a la planta de sacrificio.

Story points: 21 (complejidad: 8, dificultad: 5, incertidumbre: 3)

4. Como gerente de operaciones, quiero que se guarde la información al iniciar un lote nuevo, para llevar un histórico de parvadas anteriores.

Story points: 21 (complejidad: 5, dificultad: 3, incertidumbre: 8)

8. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son (ejemplo):

- Informe de avance del proyecto.
- Manual de usuario.
- Código fuente del firmware.
- Interfaz web para ver el peso promedio, cambio en el tiempo de la misma y distribución de pesos actual.
- Memoria del trabajo final.

9. Desglose del trabajo en tareas

1. Compra de equipos (35 horas)
 - 1.1. Comprar las cámaras de video a utilizar e instalarlas dentro de la finca. (32 horas)
 - 1.2. Comprar un ordenador o contratar un servicio en la nube para el entrenamiento de los modelos de IA. (asíncrono, 3 horas)
2. Toma de datos (170 horas)
 - 2.1. Capturar imágenes de pollos en diferentes condiciones de iluminación y ángulos. (70 horas)
 - 2.2. Capturar imágenes de pollos junto con mediciones precisas de su peso. (70 horas)
 - 2.3. Control de calidad de imágenes capturadas: clasificación, ordenamiento, asegurar cantidades suficientes y variadas de imágenes para un entrenamiento correcto de los modelos de IA. (30 horas)
3. Etiquetado de datos (30 horas)
 - 3.1. Utilizar software de etiquetado para marcar y clasificar cada pollo en las imágenes. (15 horas)

- 3.2. Asociar cada imagen con el peso real del pollo. (15 horas)
- 4. Desarrollo del pipeline de preprocesamiento (30 horas)
 - 4.1. Escribir códigos para limpiar y preparar las imágenes. (20 horas)
 - 4.2. Aplicar técnicas de aumento de datos para mejorar la robustez del modelo. (10 horas)
- 5. Entrenamiento del modelo de segmentación y clasificación (120 horas)
 - 5.1. Seleccionar y configurar el modelo de IA apropiado. (20 horas)
 - 5.2. Entrenar el modelo utilizando las imágenes etiquetadas. (100 horas)
- 6. Entrenamiento del modelo de predicción de peso (75 horas)
 - 6.1. Seleccionar y configurar el modelo de IA apropiado. (15 horas)
 - 6.2. Entrenar el modelo utilizando las imágenes etiquetadas con peso. (60 horas)
- 7. Desarrollo de la interfaz web (75 horas)
 - 7.1. Desarrollar la interfaz utilizando tecnologías web. (15 horas)
 - 7.2. Integrar el backend para mostrar datos en tiempo real. (25 horas)
 - 7.3. Implementar gráficos para mostrar el peso promedio. (5 horas)
 - 7.4. Implementar gráficos históricos para mostrar la evolución del peso. (5 horas)
 - 7.5. Desarrollar funcionalidad para iniciar y gestionar nuevos lotes de pollos. (5 horas)
 - 7.6. Realizar pruebas de usabilidad con los usuarios finales. (20 horas)
- 8. Documentación (65 horas)
 - 8.1. Documentar el informe de avance del proyecto. (20 horas)
 - 8.2. Documentar la memoria técnica del proyecto. (20 horas)
 - 8.3. Documentar el etiquetado y preprocesamiento de imágenes. (15 horas)
 - 8.4. Documentar el entrenamiento y evaluación de los modelos de IA. (35 horas)
 - 8.5. Documentar el desarrollo e implementación de la interfaz web. (15 horas)

Cantidad total de horas: 640 horas.

10. Diagrama de Activity On Node

En la figura 3 se muestra el diagrama *Activity on Node* con las dependencias de las tareas del proyecto. Los grupos de actividades se identifican con diferentes colores como está descrito en la figura 2.

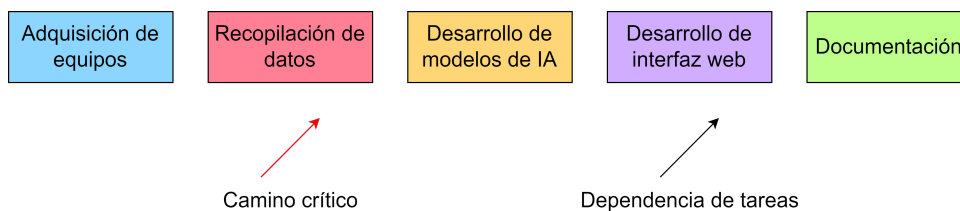


Figura 2. Cuadro indicativo del diagrama de *Activity on Node*.

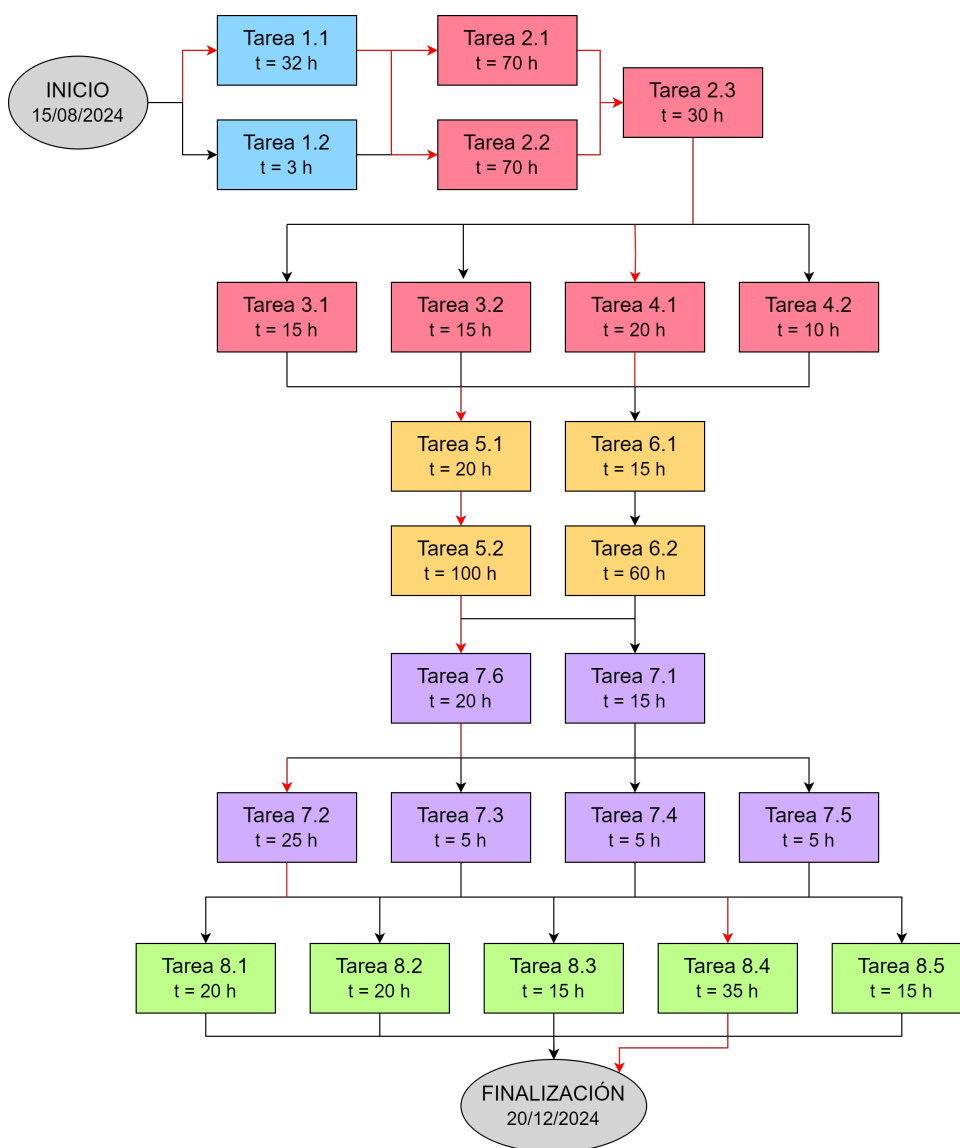


Figura 3. Diagrama de *Activity on Node*.

11. Diagrama de Gantt

En la figura 4 se muestra el diagrama de Gantt del proyecto.

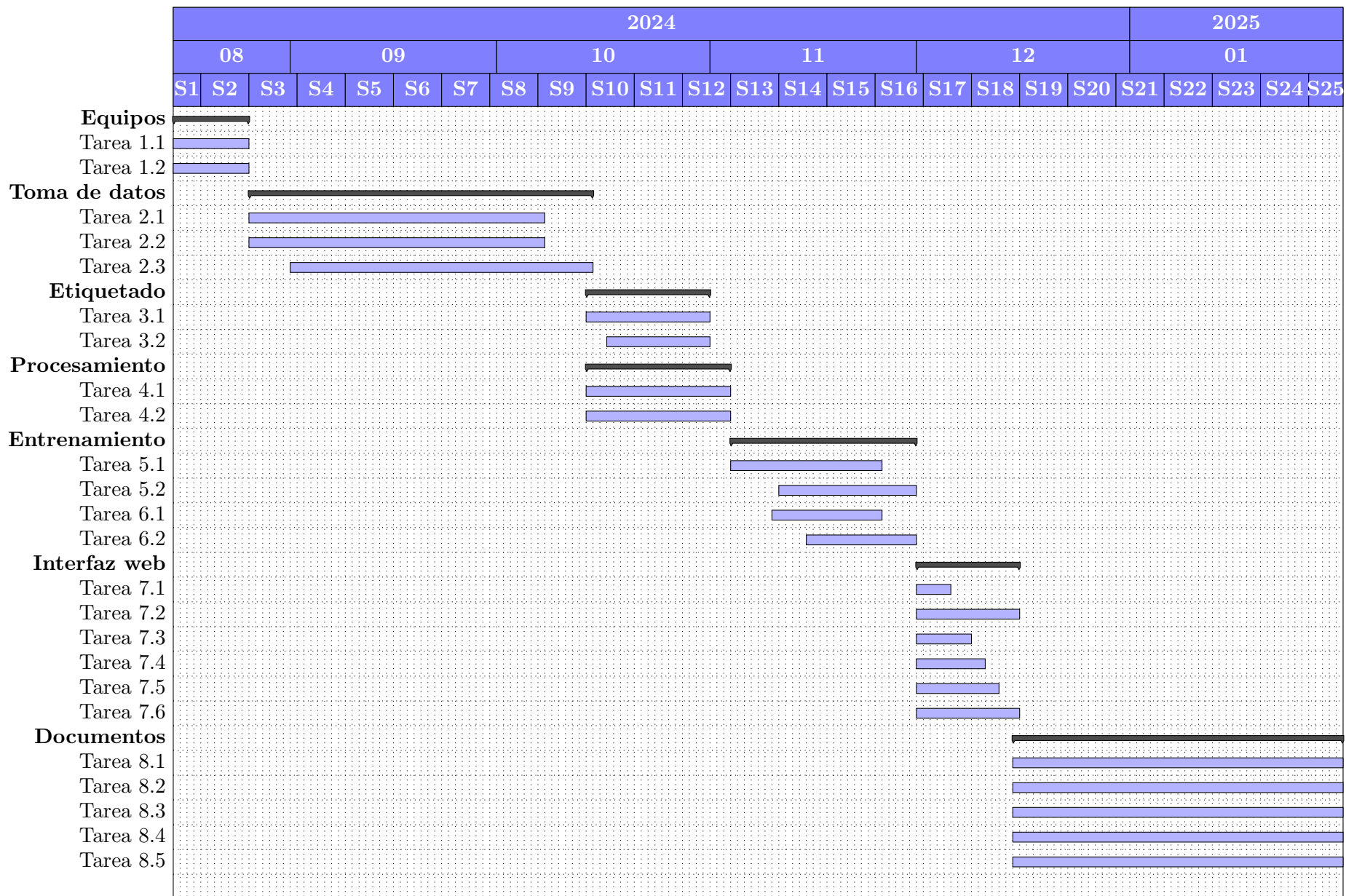


Figura 4. Diagrama de Gantt.

12. Presupuesto detallado del proyecto

A continuación, se presenta el análisis de costos del proyecto expresado en dólares estadounidenses (USD). La tasa de conversión al día 15 de julio de 2024 establece que \$922.24 ARS equivale a \$1.00 USD.

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Cámaras para CV	5	\$300.00	\$1,500.00
Instalación de cámaras y materiales	1	\$4,000.00	\$4,000.00
Computadora para entrenamiento de modelos	1	\$4,000.00	\$4,000.00
SUBTOTAL			\$9,500.00
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Meses de consumo eléctrico de equipos	4	\$100.00	\$400.00
Horas de trabajo	640	\$15.00	\$9,600.00
SUBTOTAL			\$10,000.00
TOTAL			\$19,500.00

13. Gestión de riesgos

A continuación se listan los potenciales riesgos que se podrían presentar en el desarrollo del proyecto. Para la estimación de la severidad (S) y la probabilidad de ocurrencia (O) de los riesgos se utiliza una escala del 1 al 10, donde 1 es el valor mínimo y 10 es el valor máximo.

a) Identificación de los riesgos (al menos cinco) y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: poder computacional reducido para entrenamiento de modelos.

- Severidad (S): 5.
Riesgo de severidad media. La repercusión de no contar con gran poder computacional afecta los tiempos de entrenamiento mas no el desempeño de los modelos.
- Probabilidad de ocurrencia (O): 2.
Se hará una investigación previa sobre los requisitos computacionales y el equipo a comprar/servicio a contratar, por lo que la posibilidad de este riesgo es baja.

Riesgo 2: retrasos en la entrega e instalación de equipos.

- Severidad (S): 3.
Riesgo de severidad baja. Se pueden ir adelantando otras tareas mientras los equipos se compran y son instalados.
- Probabilidad de ocurrencia (O): 7.
Los proveedores pueden experimentar problemas logísticos, especialmente en contextos internacionales, por lo que se asigna una probabilidad alta.

Riesgo 3: Problemas de conectividad.

- Severidad (S): 7.
La pérdida de conectividad puede interrumpir la transmisión de datos en tiempo real, lo que afecta la capacidad de respuesta del sistema.
- Probabilidad de ocurrencia (O): 5.
Las fincas pueden tener problemas de conectividad debido a infraestructura limitada por su naturaleza rural.

Riesgo 4: deterioro de cámaras dentro de la finca.

- Severidad (S): 8.
Las cámaras son fundamentales para el desarrollo el proyecto ya que ellas son las que obtienen los datos de entrada de los modelos de IA.
- Probabilidad de ocurrencia (O): 6.
El ambiente dentro de la finca es hostil para componentes electrónicos por la gran humedad en el aire y la orina de los pollos.

Riesgo 5: precisión baja del sistema para detectar peso de los pollos.

- Severidad (S): 8.
El objetivo principal del sistema es determinar el momento perfecto para llevar los pollos a la planta de sacrificio. Una baja precisión llevaría a perdidas o insatisfacción de los clientes.
- Probabilidad de ocurrencia (O): 3.
La precisión de los modelos se compara con los métodos actuales de muestreo, los cuales no son representativos de la parvada. El estado del arte en cuanto a modelos de IA para segmentación de instancias y detección de features son prometedores.

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

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*
Poder computacional reducido para entrenamiento de modelos.	5	2	10	-	-	-
Retrasos en la entrega e instalación de equipos.	3	7	21	-	-	-
Problemas de conectividad.	7	5	35	3	5	15
Deterioro de cámaras dentro de la finca.	8	6	48	8	1	8
Precisión baja del sistema para detectar peso de los pollos.	8	3	24	-	-	-

Criterio adoptado:

Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a 25.

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:

Riesgo 3: desarrollar la interfaz del sistema de modo que se pueda acceder a ella tanto remota como localmente.

- Severidad (S^*): 3. El personal de la finca utiliza medios que no requieren Internet para comunicarse entre ellos, por lo que se puede revisar el sistema localmente en la finca en caso de pérdidas de conexión.
- Probabilidad de ocurrencia (O^*): 5. La ocurrencia de los problemas de conexión se debe a la naturaleza rural de las fincas y disminuirlo implicaría hablar con los proveedores del servicio, lo cual escapa del alcance del proyecto.

Riesgo 4: comprar cámaras diseñadas para entornos hostiles.

- Severidad (S^*): 8. Daños en las cámaras sigue siendo devastador para el sistema.
- Probabilidad de ocurrencia (O^*): 1. Cámaras con protección adecuada, por ejemplo IP67, reducen significativamente la posibilidad de daños en las mismas.

14. Gestión de la calidad

- Req #1: precisión del sistema de detección de peso.
 - Verificación: comprobar las predicciones de peso arrojadas por el sistema contra los datos estadísticos de antiguas parvadas que mantiene el personal de las fincas.
 - Validación: mostrarle al cliente pesando pollos manualmente y comparándolo contra las predicciones del sistema.
- Req #2: efectividad en detección de instancias de pollos.
 - Verificación: verificar manual y visualmente que se identifique el porcentaje de pollos acordado en las imágenes capturadas por las cámaras.
 - Validación: mostrarle al cliente los resultados del sistema y asegurar su satisfacción.
- Req #3: durabilidad de las cámaras.
 - Verificación: inspecciones visuales de las cámaras durante el desarrollo del proyecto.
 - Validación: confirmar con el cliente que las cámaras funcionan correctamente después de un periodo de prueba en la finca.
- Req #4: facilidad de uso de la interfaz.
 - Verificación: realizar pruebas de usabilidad con usuarios representativos y recopilar feedback.
 - Validación: obtener aprobación del cliente mediante sesiones de capacitación y uso de la interfaz.
- Req #5: resiliencia a fallos de conectividad.
 - Verificación: simular fallos de conectividad y evaluar cómo responde el sistema.
 - Validación: asegurarse de que el cliente está satisfecho con el desempeño del sistema durante periodos de conectividad intermitente en la finca.

- Req #6: mantenimiento y soporte técnico.
 - Verificación: revisar los planes de mantenimiento y las capacidades de soporte técnico
 - Validación: elaborar un check list del mantenimiento a realizar y obtener la aprobación del cliente.

- Req #7: escalabilidad del sistema.
 - Verificación: realizar pruebas que demuestren que el sistema puede manejar un aumento en la carga sin degradar el desempeño.
 - Validación: confirmar con el cliente que el sistema puede expandirse, ya sea a otras fincas o colocando más cámaras, conforme a sus necesidades futuras.

- Req #8: tiempo de respuesta del sistema.
 - Verificación: medir el tiempo de procesamiento de las imágenes y la generación de resultados.
 - Validación: realizar pruebas en condiciones reales de uso y confirmar con el cliente que el sistema cumple con los tiempos de respuesta esperados.

- Req #9: funcionamiento continuo del sistema.
 - Verificación: simular fallos de fluido eléctrico y comprobar que el sistema no requiere manipulación para restablecerse.
 - Validación: asegurarse de que el cliente está satisfecho con el desempeño del sistema durante fallas en el fluido eléctrico en la finca.

- Req #10: documentación.
 - Verificación: crear manuales de usuario detallados y asegurar que sea comprensible.
 - Validación: presentar la documentación al cliente y asegurar su satisfacción con la misma.

15. Procesos de cierre

Finalmente, se describen las pautas de trabajo para realizar una reunión final de evaluación del proyecto:

- Pautas de trabajo que se seguirán para analizar si se respetó el Plan de Proyecto original:
 - Responsable: director del proyecto.
 - Procedimiento: revisión del cronograma, entregables y presupuesto original.

- Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles:
 - Responsable: desarrollador y director del proyecto.
 - Procedimiento: realizar una reunión donde se documenten las experiencias vividas durante el desarrollo, así como los problemas que surgieron y cómo fueron solucionados.

- Indicar quién organizará el acto de agradecimiento a todos los interesados, y en especial al equipo de trabajo y colaboradores:
 - Responsable: desarrollador del proyecto.
 - Procedimiento: abrir un espacio dentro de la memoria técnica final dedicado a detallar los agradecimientos correspondientes.