Imagen que contiene Texto

Descripción generada automáticamente

**PROFESOR PATROCINANTE:**

**GERMÁN BARRIENTOS**

**ESCUELA DE INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES**

**LandMossaic Vision**

Proyecto Asignatura Proceso de Portafolio de Título

Para optar

al título de **Ingeniero(a) en Informática**

**ESCARLETT CARRASCO – FELIPE JIMENEZ – JOAQUIN OSORIO**

**PUERTO MONTT – CHILE**

**2024**

# DEDICATORIA

# AGRADECIMIENTOS

**Escarlett Carrasco**

**Quisiera agradecer primeramente a Valentina, por haberme apoyado en todo momento y acompañado en mis momentos de estrés y frustración. Por consolarme cuando me sentía mal y siempre estar ahí para cuando lo necesitara.**

**También quisiera agradecer a mis apreciadas amigas; Sol, Vanessa, Ivette, Barbara, Anna, Karin y todas nuestras preciadas amigas que nos acompañaron, que durante estos 4 años han estado apoyándome en todo lo posible, cada día enviando frases de aliento que sin importar lo que sucediera ahí estarían.**

**Por último, quisiera agradecer a esa persona que estuvo a mi lado en estos momentos complicados, que me dio palabras de aliento y me acompañó cuando entraba en alguna crisis. Solo desearles muchas gracias a todas estas personas, por el tiempo y haberme dado un pequeño espacio para poder expresarme libremente sin juzgar. Gracias**

**Felipe Jimenez**

**Quisiera agradecer a mi familia y a mi pareja Yoan Ignacia Nauto Soto, la cual me ha apoyado durante todo este periodo de tiempo. Agradecer a todas las personas que conoci en el camino educacional, además de una mención especial para las personas que me apoyaron en el desarrollo académico, gente que conocí en el ámbito virtual y me enseñaron diferentes tips, para el trabajo en producción. Para ellos, mi mayor agradecimiento.**

**A mi pareja que es mi pilar durante toda mi vida.**

**Al profesor German, que me dio la oportunidad de surgir en el ámbito laboral, dándome consejos y enseñándome un trabajo que me ayudara a defenderme en el futuro.**

**A mi mascota Ari, que murió en mi proceso académico, ella era una parte muy importante de mi. Además de mis 2 perritas que llegaron posteriormente, para intentar cubrir el enorme vacío emocional que me dejó. Gracias a todos**

**Joaquin Osorio**

* **Quisiera agradecer a mi pequeña familia y a mis amigos, por apoyarme en aquellos momentos donde quise dar un paso al costado. A mis compañeros de carrera que se convirtieron en mis amigos luego de todos estos años, por quererme tanto con mis virtudes como mis defectos. Quiero agradecer a mis distintos profesores por los distintos aspectos que me enseñaron durante el transcurso de mi carrera universitaria. Agradecer al Profesor Giocrisrai Godoy por su buena disposición para enseñar y por su paciencia, agradecer al Profesor Luis Yagi por haberme hecho presentar tantas veces para ganar confianza en mismo, agradecer al Profesor Francisco Calfun por enseñarme a ser más flexible y a ver que la mayoría de los problemas se pueden solucionar, agradecer al Profesor Anibal Faundez por enseñarme a ser ordenado y estructurado cuando se es necesario, agradecer al Profesor Germán Barrientos por enseñarme a dar lo mejor de mi, por enseñarme que soy capaz de muchas cosas las cuales yo antes me veía incapaz, agradecer también a la Directora** [**Carolina Martinez B.**](mailto:cmartinezb@duoc.cl)**por estar tan presente durante los años que estudié la carrera, por su preocupación porque tuviéramos un nivel de educación de calidad. Quiero agradecer al Profesor Claudio Gonzalez, quien fue la persona que más influyó en mi, me hizo generar un enfoque positivo distinto respecto a cómo actuar profesionalmente, me hizo entender que debo ser una persona correcta en cada momento y me motivó a seguir adelante cuando tuve mis dudas respecto a terminar la carrera.**
* **Finalmente, quiero agradecer a mis dos compañeros de Capstone. Agradecer a Felipe Jimenez por todo su esfuerzo y dedicación reflejados en el proyecto, por su carisma y sus ganas de estar constante luchando por el bien del proyecto. Agradecer a Escarlett, que para mi es más que una compañera de carrera, es una amiga y muchas veces fue mi salvavidas, nunca me sentí solo mientras ella me apoyaba. También quiero agradecer a mi mismo, por haber tomado la decisión de elegir esta carrera y esta institución cuando tuve que hacerlo, no se que hubiera sido de mi en otras circunstancias.**

# SUMARIO

**En el presente informe se describe el proceso de desarrollo y los resultados obtenidos para el Proyecto de Reconocimiento de Plantaciones mediante Deep Learning en Imágenes Satelitales, realizado en el marco de la asignatura Proceso de Portafolio de Título. Su objetivo consiste en abordar la optimización de la gestión agrícola mediante la identificación y clasificación de las plantaciones en la Región de Los Lagos, Chile, con técnicas avanzadas de inteligencia artificial.**

**En conjunto con el Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, el presente proyecto consideró un conjunto de etapas y procesos esenciales para la identificación, desde la recolección y preprocesamiento de datos satelitales, pasando por la implementación de un modelo de deep learning basado en YOLOv8, hasta el diseño de una interfaz gráfica llamativa e intuitiva para el cliente. Al respecto, se implementó el marco de trabajo Kanban, una metodología ágil que se caracteriza por su constante retroalimentación y administración eficiente dado que es un método que se basa en el uso de fases y tarjetas, implicando que todos los miembros sepan en todo momento el avance y las tareas que se han ido realizando.**

**Entre los logros alcanzados, se destacan la optimización del proceso de etiquetado, la mejora en la precisión del modelo y el avance en el diseño del front-end. Sin embargo, respecto a los retos, se resalta la dificultad del etiquetado manual y la necesidad de ajuste de la arquitectura del modelo para mejor usarlo en situaciones reales. Por ende, este informe se compone de cuatro secciones principales. La primera trata de antecedentes generales, donde se explica el objetivo, la situación problemática y la fundamentación del proyecto. La segunda sección es sobre el diseño metodológico. Aquí, la autora menciona las etapas del desarrollo y detalla las actividades. La tercera parte contiene los resultados, entre los cuales las evidencias de avance y logros son competentes. Finalmente, la cuarta sección incluye las conclusiones, reflexiones finales, y recomendaciones para futuras implementaciones.**

**Hasta este punto, los resultados logrados demuestran el potencial del sistema para mejorar la administración de recursos en la agricultura regional, subrayando la necesidad de aplicar tecnologías emergentes en áreas críticas. Además, este proyecto equivale a una contribución relevante al área de la informática aplicada, junto con proporcionar a los estudiantes la posibilidad de obtener competencias profesionales en un entorno práctico.**

# ÍNDICE

[DEDICATORIA 1](#_heading=h.gjdgxs)

[AGRADECIMIENTOS 2](#_heading=h.30j0zll)

[SUMARIO 4](#_heading=h.1fob9te)

[ÍNDICE 6](#_heading=h.2et92p0)

[ÍNDICE DE TABLAS 7](#_heading=h.tyjcwt)

[ÍNDICE DE FIGURAS 8](#_heading=h.3dy6vkm)

[ÍNDICE DE ANEXOS 9](#_heading=h.1t3h5sf)

[1. ANTECEDENTES GENERALES 10](#_heading=h.4d34og8)

[1.1. Introducción 10](#_heading=h.2s8eyo1)

[1.2. Descripción del Proyecto 11](#_heading=h.17dp8vu)

[1.2.1. Tema 11](#_heading=h.3rdcrjn)

[1.2.2. Áreas de Desempeño 11](#_heading=h.26in1rg)

[1.2.3. Competencias o Unidades de Competencias 12](#_heading=h.lnxbz9)

[1.3. Fundamentación Proyecto APT 13](#_heading=h.35nkun2)

[1.3.1. Relevancia del proyecto APT 13](#_heading=h.1ksv4uv)

[1.3.2. Descripción de Proyecto APT 13](#_heading=h.44sinio)

[1.3.3. Pertinencia del proyecto con el perfil de egreso 13](#_heading=h.2jxsxqh)

[1.3.4. Relación con los intereses profesionales 13](#_heading=h.z337ya)

[1.3.5. Fortalezas y debilidades para desarrollar el proyecto APT 14](#_heading=h.hyl8b6cdnvk3)

[Fortalezas 14](#_heading=h.6z607j7pvmed)

[1.4. Planteamiento del problema 15](#_heading=h.1y810tw)

[1.5. Objetivos 16](#_heading=h.4i7ojhp)

[1.5.1. Objetivo General 16](#_heading=h.ow218wfquvym)

[1.5.2. Objetivos Específicos 16](#_heading=h.1ci93xb)

[2. DISEÑO METODOLÓGICO 17](#_heading=h.3whwml4)

[Tabla 1: Diagrama del diseño metodológico. 17](#_heading=h.2bn6wsx)

[2.1. ETAPA N°1 18](#_heading=h.qsh70q)

[3. RESULTADOS 21](#_heading=h.1pxezwc)

[4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 22](#_heading=h.49x2ik5)

[4.1. Conclusiones 22](#_heading=h.2p2csry)

[4.2. Limitaciones y Recomendaciones. 23](#_heading=h.147n2zr)

[BIBLIOGRAFÍA 25](#_heading=h.3o7alnk)

[LINKOGRAFÍA 26](#_heading=h.23ckvvd)

[ANEXO A: 27](#_heading=h.ihv636)

[ANEXO B: 27](#_heading=h.32hioqz)

[ANEXO C: 27](#_heading=h.1hmsyys)

[ANEXO D: 27](#_heading=h.41mghml)

# ÍNDICE DE TABLAS

[Tabla 1: Diagrama del diseño metodológico. 15](#_heading=h.2bn6wsx)

# ÍNDICE DE FIGURAS

# ÍNDICE DE ANEXOS

# ANTECEDENTES GENERALES

## Introducción

En el siguiente reporte se presentarán los progresos realizados en el proyecto que corresponde a la materia Capstone asociada a la institución Duoc UC, mediante la sede en Puerto Montt. El proyecto tiene como objetivo principal abordar la aplicación de un modelo de aprendizaje profundo en la Región de Los Lagos para detectar y categorizar plantaciones agrícolas en esta región, particularmente en una primera etapa en Los Muermos, ubicado en las cercanías de la ciudad capital Puerto Montt, en base a imágenes satelitales. Lo anterior, con el fin de mejorar la administración de la actividad agrícola, haciendo más accesible la fiscalización de las plantaciones y proporcionando herramientas para una toma de decisiones informada en entidades como en el Servicio Agrícola y Ganadero.

La ubicación de este proyecto es vital para la agricultura de Chile, ya que es uno de los principales centros de producción agrícola. Dada la cantidad de cultivos y la diversificación de los métodos de producción, la región se enfrenta a un desafío en lo que respecta a los métodos de supervisión y gestión en general. La mayoría de los cultivos de la región son hortalizas que incluyen una variedad de semillas de papa, cereales donde el trigo es predominante en la mayoría de las parcelas rurales cercanas a los pueblos y árboles frutales. Dadas estas descripciones, el uso de tecnología de vanguardia como el análisis de imágenes a través de los métodos de inteligencia artificial puede cambiar el funcionamiento de la agricultura en la región.

Por medio del deep learning, y específicamente de modelos como YOLOv8, las detecciones y clasificaciones alcanzan niveles de precisión sin precedentes. No solo son útiles para determinar qué tipos de cultivo se asocian a una parcela, sino también para identificar sus etapas de desarrollo, lo que puede facilitar la adopción de medidas y estrategias de cultivo más acertadas. Por otro lado, True Color, NDVI, SAVI, y EVI, entre otros, proveen una capa extra de filtro que permite enriquecer los análisis realizados en relación a las imágenes satelitales, aportando información acerca de la calidad y el estado de la vegetación.

Dentro de esta línea, considero no solo el impacto que este proyecto tiene en la agricultura de la región, sino también lo valioso que es para el equipo de desarrollo. A través de la aplicación de teoría a un caso práctico y colaborativo, los participantes pudieron integrar competencias en el campo de la inteligencia artificial, el análisis de datos y el desarrollo de soluciones tecnológicas, correspondiendo a los objetivos definidos por el perfil de egreso de la carrera. Además, la colaboración con SAG permitía al equipo recibir retroalimentación directa y asegurarse que el contenido de nuestro sistema cumple con los requisitos del sector.

Por lo tanto, concluyendo, el Proyecto APT es una innovación en la dirección de la gestión de plantaciones agrícolas, que exige la aplicación de tecnologías de punta para solucionar problemas serios. Esta entrega proporciona una visión general integral de los resultados que han sido logrados hasta la fecha, los desafíos que se han superado, y crea las condiciones previas para la implementación de los siguientes pasos en el desarrollo de la solución.

## Descripción del Proyecto

### Tema

El tema del proyecto abarca el desarrollo de un sistema utilizando técnicas de deep learning para la identificación y reconocimiento de plantaciones agrícolas a través de imágenes satelitales. El propósito de la máquina es clasificar los diferentes cultivos y sus estados de desarrollo, lo cual impactaría favorablemente a la gestión agrícola en la Región de Los Lagos, en Chile. El sistema se presenta mediante modelos de deep learning de alto nivel, YOLOv8, y métodos de análisis mediante filtros satelitales, como True Color, NDVI, SAVI, y EVI. Este proyecto de titulo se realiza en equipo con el Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, entidad relevante en el manejo agrícola de la región.

### Áreas de Desempeño

El proyecto incorpora conocimientos y habilidades desde los campos de:

* Tecnología de la información, como soluciones tecnológicas avanzadas e implementación basadas en procesamiento de imagen y modelos de IA.
* La inteligencia artificial, como diseño y capacitación de modelos de deep learning para la detección y clasificación de patrones en grandes datasets.
* Análisis de datos, como preprocesamiento, adquisición de imágenes satelitales y descripciones detalladas de información agrícola.
* Gestión agrícola, como el desarrollo herramientas para monitoreo, decisiones basadas en evidencia, fundamentadas en la mejora de la eficiencia de producción agrícola.

### Competencias o Unidades de Competencias

El desarrollo del proyecto promueve la aplicación de competencias específicas alineadas con el perfil de egreso de la carrera. Entre ellas se encuentran:

* **Administración de datos:** utilizando varias técnicas y herramientas que se emplean para configurar, almacenar y procesar los datos de un dataset estructurado de manera eficiente.
* **Desarrollo de software:** implementando algoritmos y sistemas que consistan en tecnologías emergentes que tengan que ver con deep learning.
* **Automatización de procesos:** entendida como la creación de sistemas que hagan un seguimiento continuo en tiempo real de los cultivos de las plantaciones.
* **Análisis y visualización de datos:** realizar todo procedimiento inductivo y objetivado, ya sea con éxito o solo para probar el riesgo de la hipótesis.
* **Validación de modelos:** con una investigación o desarrollo de un conocimiento empírico se prueban hipótesis; es decir, su existencia en la realidad.
* **Trabajo en equipo:** los objetivos, metas y normas son individuales, a menos que pudieran proporcionar a todas las partes contribuir al trabajo del grupo.

Al respecto, se destaca que, más allá de permitir abordar un problema específico a nivel agrícola, el enfoque del proyecto también contribuye a la formación de capacidades del equipo de desarrollo, lo que garantiza su efecto positivo en el ámbito tanto académico como práctico.

## Fundamentación Proyecto APT

### Relevancia del proyecto APT

En resumen, este proyecto es esencial para mejorar la gestión de los recursos agrícolas en la Región de los Lagos, una de las áreas más importantes para la agricultura en Chile. La integración de tecnologías avanzadas, como el aprendizaje profundo, mejorará el monitoreo de los cultivos en la región y la distribución eficiente de los recursos agrícolas como resultado de la mejora de la capacidad de monitoreo. Junto con la colaboración del Servicio Agrícola y Ganadero, los resultados de este proyecto se utilizarán para mejorar las políticas de gestión y control de los cultivos en esa área, lo que beneficiará la rentabilidad y la sostenibilidad del sector.

### Descripción de Proyecto APT

Por lo tanto, el proyecto propone implementar un modelo de deep learning que pueda identificar y clasificar plantaciones a partir de imágenes satelitales de la Región de Los Lagos. El modelo será desarrollado, entrenado y validado a partir de datos entregados por el SAG, validando el modelo en terreno para asegurar su eficacia. El proyecto, entonces, logrará implementar una herramienta para la vigilancia de plantaciones por parte de SAG y otras instituciones, mejorando la eficiencia en la aplicación de estos procesos y la toma de decisiones en agricultura en la zona.

### Pertinencia del proyecto con el perfil de egreso

El objetivo de la prueba se refiere al logro de competencias académicas y se encuentra asociado a múltiples competencias del perfil de egreso propia de la carrera de Ingeniería en Informática. Estas son: desarrollo de soluciones de software, análisis de grandes volúmenes de datos, implementación de soluciones sistémicas y construcción de modelos de datos; y ofrezca una propuesta de solución informática integral y pruebas de certificación. Este proyecto nos desafía a usar nuestras habilidades técnicas en un entorno realista y practicar la colaboración y la gestión de proyectos, lo que nos ayudará a afrontar el campo de la informática.

### Relación con los intereses profesionales

Para nosotros, como equipo, este proyecto APT cae en la clasificación de seguir nuestros intereses profesionales porque tenemos la capacidad de aplicar ciertas tecnologías de vanguardia como deep learning y análisis de big data en un ambiente y un problema real. Además, podemos hacer sustanciales impactos y trabajar con autoridades gubernamentales e interdisciplinares. Las habilidades como equipo que ganamos son nuestra fortaleza conjunta que ayuda a enfrentar los desafíos. Sin embargo, esta competencia también vale la pena mostrar que uno tiene la suya propia y común en el futuro. Desde el punto de vista del mercado, este proyecto ciertamente se ajusta a un alto impacto con un buen portafolio por las razones mencionadas anteriormente.

### Fortalezas y debilidades para desarrollar el proyecto APT

#### Fortalezas

* **Conocimiento técnico avanzado**: El equipo posee habilidades sólidas en inteligencia artificial, procesamiento de imágenes y desarrollo de software. Además, tenemos un conocimiento profundo en el uso de herramientas como YOLOv8 y filtros satelitales avanzados.
* **Colaboración institucional**: El trabajo con el SAG nos da acceso a datos relevantes y una retroalimentación constante, lo que nos permite mantener nuestro proyecto alineado con las necesidades reales de la industria que abordaría.
* **Metodología ágil:** El uso de un enfoque Kanban garantiza una buena organización, una vista clara y ordenada de los flujos de trabajo, así como una adaptación rápida a cambios y contratiempos.
* **Acceso a tecnologías emergentes:** se emplean tecnologías novedosas como deep learning y análisis satelital, que posibilitan el desarrollo de soluciones precisas y escalables.
* **Impacto significativo**: el proyecto intenta resolver un problema importante desde un punto de vista económico y social en la Región de los Lagos, generando oportunidades para ofrecer soluciones de productividad y sostenibilidad agrícolas.

**Debilidades**

* **Dependencia de la calidad de los datos**: Los resultados del modelo están condicionados por la calidad y cantidad de imágenes satelitales disponibles, lo que podría limitar la efectividad del entrenamiento y validación del modelo.
* **Falta de experiencia previa en proyectos de este alcance**: Aunque el equipo tiene competencias técnicas, el desarrollo de un proyecto de esta envergadura presenta desafíos de coordinación y gestión a gran escala.
* **Limitaciones en recursos computacionales**: La implementación y entrenamiento de modelos avanzados requieren equipos con alta capacidad de procesamiento, lo cual puede restringir la velocidad de desarrollo.
* **Dificultades en la validación en terreno**: La validación del modelo depende de datos reales proporcionados por el SAG, lo que podría verse afectado por retrasos o limitaciones logísticas.
* **Curva de aprendizaje**: Algunas tecnologías utilizadas, como YOLOv8 o los filtros específicos, requieren una inversión inicial de tiempo para dominar su implementación efectiva.

## Planteamiento del problema

En la Región de Los Lagos, la agricultura constituye una de las principales actividades económicas, siendo esencial para el sustento de muchas comunidades locales y la economía nacional. Sin embargo, el monitoreo y la gestión eficiente de las plantaciones presentan importantes desafíos debido a factores como la gran extensión de los terrenos agrícolas, la diversidad de cultivos, y las limitaciones en los métodos tradicionales de supervisión.

Actualmente, las herramientas convencionales de monitoreo, como las inspecciones manuales y el uso limitado de tecnologías básicas, no son suficientes para identificar de manera oportuna problemas como plagas, enfermedades, o cambios en las fases de crecimiento de los cultivos. Esta falta de precisión y eficiencia en la supervisión puede resultar en pérdidas significativas de producción, recursos y tiempo, afectando la sostenibilidad del sector agrícola.

Adicionalmente, instituciones clave como el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) carecen de soluciones tecnológicas avanzadas que les permitan realizar un análisis exhaustivo y continuo de las plantaciones. Esto limita su capacidad para proporcionar recomendaciones y estrategias de manejo fundamentadas en datos concretos.

El problema se agrava aún más con la falta de integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el análisis de imágenes satelitales, las cuales ofrecen un gran potencial para resolver estas limitaciones. Sin embargo, la implementación de estas tecnologías requiere modelos robustos, datos confiables, y una adecuada validación para garantizar su aplicabilidad en el contexto agrícola.

Por lo tanto, surge la necesidad de desarrollar una solución que combine el uso de imágenes satelitales con técnicas de deep learning, específicamente un modelo de detección y clasificación de plantaciones que permita automatizar el monitoreo y mejorar la toma de decisiones en la gestión agrícola. Este sistema debe ser capaz de identificar diferentes tipos de cultivos, evaluar su estado y fases de crecimiento, y proporcionar información valiosa de manera rápida y precisa, contribuyendo así a la sostenibilidad y productividad del sector agrícola en la Región de Los Lagos.

## Objetivos

### Objetivo General

Desarrollar e implementar un sistema basado en técnicas de deep learning aplicado al análisis de imágenes satelitales, para identificar y monitorear plantaciones en la Región de Los Lagos, Chile, con el propósito de optimizar la gestión agrícola y fortalecer el registro de cultivos en colaboración con el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

### Objetivos Específicos

* **Recolectar y pre procesar imágenes satelitales**: Adquirir imágenes de alta resolución de la Región de Los Lagos, aplicando filtros avanzados como True Color, NDVI, SAVI y EVI, para destacar características relevantes de las plantaciones.
* **Desarrollar un modelo de deep learning**: Diseñar, entrenar y ajustar un modelo basado en YOLOv8 capaz de identificar y clasificar diferentes tipos de plantaciones y sus fases de crecimiento en las imágenes satelitales procesadas.
* **Validar el modelo**: Realizar pruebas comparativas con datos en terreno proporcionados por el SAG, utilizando métricas clave de desempeño (precisión, recall, etc.) para identificar áreas de mejora y garantizar la robustez del sistema.
* **Implementar un entorno de pruebas**: Integrar el modelo en un entorno funcional que permita evaluar su desempeño en condiciones reales, considerando la interacción con los usuarios finales y posibles ajustes operativos.

# DISEÑO METODOLÓGICO

##### Tabla 1: Diagrama del diseño metodológico.

|  | DISEÑO METODOLÓGICO | |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Objetivos específicos | Etapas | | Actividades |
| Recolectar y pre-procesar imágenes | N°1 | Tareas | Documentación |
| Identificar y clasificar áreas de plantaciones | N°2 | En proceso | **Recoleccion de imagenes** |
| Validar el modelo desarrollado mediante comparaciones con datos en terreno | N°3 | Finalizadas | **Fases del modelo** |
| **Diseño frontend** |
| Implementar el modelo en un entorno de pruebas. | **Testing** |
| **Implementación** |

Fuente: Elaboración propia.

## ETAPA N°1

Etapa N°1: Recolección de Imágenes Satelitales y Preprocesamiento

En esta etapa, el objetivo principal es recolectar las imágenes necesarias para el análisis y aplicar un preprocesamiento adecuado para garantizar la calidad y relevancia de los datos. Para ello, se trabajó directamente con el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para identificar las ubicaciones específicas de las plantaciones en la Región de Los Lagos, Chile.

Actividades Realizadas:

Identificación de fuentes de datos: Se estableció comunicación directa con el SAG para obtener información sobre la localización de las plantaciones y las zonas de cuarentena activas.

Recolección de imágenes satelitales: Utilización de la plataforma Copernicus para la adquisición de imágenes satelitales del satélite L2-A, basándose en las coordenadas proporcionadas por el SAG.

Preprocesamiento de datos: Aplicación de filtros avanzados como True Color, NDVI, SAVI y EVI para resaltar las características relevantes de las plantaciones, mejorando así la calidad de los datos para el análisis posterior.

Resultados Esperados:

Obtener un conjunto de datos satelitales relevante y de alta calidad que permita una identificación precisa de las plantaciones.

Datos preprocesados que optimicen el rendimiento del modelo de deep learning en las etapas siguientes.

Etapa N°2: Identificación y Clasificación de Plantaciones

Esta etapa tiene como objetivo el desarrollo y entrenamiento del modelo de deep learning basado en YOLOv8, el cual permitirá identificar y clasificar diferentes tipos de plantaciones y sus fases de crecimiento. Este modelo facilitará la detección automática de cultivos en las imágenes satelitales previamente procesadas.

Actividades Realizadas:

Diseño del modelo: Se definió la arquitectura del modelo de deep learning utilizando YOLOv8, ajustándose para la detección de plantaciones.

Entrenamiento del modelo: Utilización de los datos preprocesados para entrenar el modelo, aplicando técnicas de ajuste fino para mejorar la precisión de las predicciones.

Evaluación inicial del modelo: Validación interna utilizando subconjuntos de datos para medir métricas clave como la precisión y el recall, con el objetivo de identificar posibles ajustes necesarios antes de la implementación en terreno.

Resultados Esperados:

Un modelo capaz de identificar diferentes tipos de plantaciones y determinar sus fases de crecimiento con alta precisión.

Mejora continua del modelo mediante iteraciones y retroalimentación del equipo técnico.

Etapa N°3: Validación del Modelo en Terreno

La última etapa del diseño metodológico consiste en la validación del modelo desarrollado utilizando datos en terreno proporcionados por el SAG. Esta etapa es crucial para asegurar la aplicabilidad y la efectividad del modelo en escenarios reales.

Actividades Realizadas:

Pruebas comparativas en terreno: Realización de pruebas en las plantaciones reales identificadas por el SAG, comparando los resultados obtenidos por el modelo con la situación real observada en terreno.

Ajuste del modelo: Basado en los resultados de las pruebas en terreno, se realizaron ajustes al modelo para mejorar su desempeño y asegurar su robustez en diversas condiciones.

Validación final del sistema: Evaluación integral del modelo en condiciones reales para confirmar su efectividad y generar recomendaciones sobre su uso y mejora continua.

Resultados Esperados:

Asegurar la robustez y aplicabilidad del modelo en condiciones reales de campo.

Generar un informe de resultados y recomendaciones para la optimización del monitoreo agrícola mediante deep learning.

# RESULTADOS

Como resultado de la problemática presentada por la empresa gubernamental SAG, se produjo un modelo de red neuronal basado en YOLOv8, el cual identificara una parcela que tenga la probabilidad de estar plantada, además de mostrar el porcentaje y la delimitación de la parcela.

Lo que les dará un motivo, además de tener un entendimiento del área al momento de realizar visitas a terreno. La imagen entregada por el modelo puede ser presentada como evidencia para una posterior validación de la visita.

Este modelo reside en un servicio web, que se compone por una una serie de vistas que se enumeran a continuación:

1. Vista login: Se presenta un login con una validación creada en JS con datos extraídos de la base de datos
2. Vista Home: Cuenta con una API de Mapbox, la cual es un mapa modificado para mostrar, crear y editar zonas de cuarentena, además de una serie de filtros para buscar zonas de cuarentenas en específico.
3. Vistas Crud: Estas son una serie de vistas que cuentan con un botón de agregar, eliminar y editar cada tabla de la base de datos por separado. Las tablas son ‘Región’, ‘Provincia’, ‘Sector’, ‘Cuarentena’, ‘Cultivo’, ‘Fase’, ‘Parcelación’ y ‘Usuario’. Todas estas páginas de ‘vistas crud’ se traen de manera dinámica al proyecto.
4. Vista Modelo: Esta vista contiene el modelo de predicción. Dentro, hay un botón que te permite subir imágenes traídas desde las carpetas locales del dispositivo que ingresó al servicio web. La imagen subida, se procesa con el modelo y te entrega una imagen nueva con anotaciones sobre las parcelaciones.
5. Vista perfil: Dentro de esta vista contiene los datos personales de la cuenta que ingresó en el login.

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## Conclusiones

En resumidas cuentas, este es un proyecto que busca mejorar la calidad de las salidas a terreno del organismo gubernamental SAG, validando una posibilidad a través de imágenes satelitales de plantaciones dentro de parcelas en la cercanías de Puerto Montt, en particular para esta primera entrega, focalizado en los muermos,Chile.

Además, todo esto reside dentro de un servicio que digitaliza y unifica aplicaciones de gestión, añade visualización de cuarentenas y/o terrenos plantados o no plantados.

Todo esto aplicado con una tecnología actual, como lo es el deep learning, las inteligencias artificiales, que actualmente se encuentran en auge, a pesar de que no presentan tanta documentación sobre su utilización en el ámbito agrícola.

Una serie de vistas intuitivas, que permiten el fácil entendimiento para cada trabajador de la empresa, en conjunto con un vistoso y llamativo diseño, gracias a la librería de Tailwind.

Esperamos que las tecnologías innovadoras y de punta se sigan sumando a áreas de empleo locales, como lo son la agricultura, ganadería, pesca, entre otros.

## Limitaciones y Recomendaciones.

Limitaciones Monetarias

Una de las principales limitaciones encontradas al comenzar a desarrollar el proyecto ha sido la dura restricción monetaria impuesta para el uso de tecnologías. Se nos informó de que el Proyecto debía usar solamente tecnologías de uso libre. Esto dirigió la adopción de herramientas o servicios específicos, limitando algunos que puedan haber optimizado el desarrollo. A pesar de que otras alternativas ofrecían características únicas, el coste de usar las API más avanzadas y servicios premium descartó esta opción.

Limitaciones Gubernamentales

Otra limitación debe ser considerada: la regulación por parte de la administración en cuanto al uso de tecnologías permitidas para el desarrollo de aplicaciones y servicios gubernamentales.Se nos dio una lista de tecnologías aprobadas, con lo que se evitaba la posibilidad de usar otras más nuevas o más adecuadas a nuestras necesidades específicas.Esta guía restringe el abanico de opciones tecnológicas que teníamos para seleccionar, haciendo que nos viéramos obligados a trabajar con herramientas que, si bien podían cumplir los requisitos gubernamentales, no siempre resultaban las más eficaces para desarrollar sistemas.

Limitaciones Técnicas y de Recursos Computacionales

Durante el desarrollo del modelo de deep learning, se nos han presentado errores técnicos relacionados con el hardware del servidor. El entrenamiento inicial exige un fuerte poder de procesamiento, y sólo podíamos elegir entre servidores de capacidades limitadas. A pesar de esfuerzos para optimizar código y ajustar los hiper parámetros, las mayores limitaciones de cálculos han ralentizado el proceso de entrenamiento ajustado a las expectativas para el tamaño de modelos y los volúmenes de datos manejados.

Recomendaciones

Uso de Tecnologías de Código Abierto: Para implementaciones futuras, sugerimos realizar una investigación exhaustiva sobre alternativas de código abierto que puedan proporcionar funcionalidades comparables a las tecnologías comerciales. Asimismo, es fundamental participar en el desarrollo de estas herramientas abiertas, ya que esto podría facilitarnos la adaptación de soluciones específicas para el proyecto.

Colaboración con Instituciones Académicas: Para abordar las restricciones de recursos computacionales, sería recomendable explorar la posibilidad de colaborar con instituciones académicas que cuenten con la infraestructura necesaria, como centros de computación de alto rendimiento. Esta asociación no solo podría facilitar un entrenamiento más rápido de los modelos, sino que también podría generar oportunidades para el desarrollo de soluciones más creativas.

Actualización del Marco Regulatorio: Se recomienda colaborar con las autoridades pertinentes para evaluar y modernizar las normativas tecnológicas. La adopción de tecnologías emergentes podría optimizar considerablemente la eficiencia de los servicios públicos, y un marco regulatorio más adaptable facilitaría a los desarrolladores el uso de herramientas más avanzadas y apropiadas para enfrentar los desafíos actuales.

Búsqueda de Financiamiento Adicional: Una sugerencia adicional es explorar la obtención de financiamiento extra a través de colaboraciones con el sector privado o solicitando fondos destinados a la investigación y el desarrollo. Estos recursos facilitan el acceso a tecnologías comerciales que mejorarían el rendimiento y los resultados del proyecto, ofreciendo un producto final superior y aumentando el impacto del sistema en el ámbito agrícola.

# BIBLIOGRAFÍA

# LINKOGRAFÍA

Ultralytics. (n.d.). *Documentación de Ultralytics*. Recuperado de<https://docs.ultralytics.com/es>

Roboflow. (n.d.). *Roboflow Documentation*. Recuperado de<https://docs.roboflow.com/>

# ANEXO A:

# ANEXO B:

# ANEXO C:

# ANEXO D: