

Alejandro Aristizábal
Juan David Rico
Alexander Hernández
Juan Felipe Jiménez

Proyecto – Entrega 1

1. Problema y contexto

La conservación de la biodiversidad en África subsahariana es un reto crucial para garantizar la sostenibilidad ecológica y el bienestar de las comunidades locales. Los conflictos entre la fauna silvestre y el ganado han aumentado en las últimas décadas debido a la expansión de la población humana y la creciente demanda de tierras para la ganadería. Estos conflictos generan una competencia directa por recursos como pastizales y fuentes de agua, afectando tanto a la vida silvestre como a los medios de subsistencia de las comunidades rurales. La falta de un monitoreo preciso y continuo de la densidad de animales en estas regiones impide tomar decisiones informadas para equilibrar las necesidades de conservación y desarrollo económico local.

Uno de los principales desafíos en este contexto es la detección y conteo de ganado y fauna silvestre en imágenes aéreas. Los métodos tradicionales, como la observación manual desde aeronaves o el análisis visual de fotografías, presentan serias limitaciones, incluyendo errores en la identificación de especies, dificultades en la detección de animales en manadas densas y altos costos operativos. Además, las técnicas basadas en redes neuronales convolucionales (CNN) han mostrado limitaciones en estos escenarios debido a factores como la oclusión de individuos, la variabilidad en la iluminación, la complejidad de los fondos y las diferencias de escala.

Este proyecto aborda el problema del conteo automático de animales en imágenes aéreas mediante un enfoque basado en aprendizaje profundo. El objetivo principal es diseñar y entrenar un modelo capaz de detectar y contar con precisión animales en manadas densas, superando las limitaciones de los métodos tradicionales. Para ello, se utilizará una arquitectura especializada en tareas de conteo, optimizando la capacidad del modelo para manejar los desafíos inherentes al problema, como la oclusión parcial de los animales y la distribución no uniforme de los mismos en las imágenes.

El impacto de este proyecto será significativo en tres dimensiones clave:

- **Ambiental:** Contribuirá a la conservación de la biodiversidad al permitir un monitoreo más preciso y frecuente de las poblaciones de fauna silvestre y ganado, facilitando la implementación de estrategias de manejo sostenible.
- **Social:** Apoyará a las comunidades rurales al proporcionar herramientas para optimizar el uso de los recursos naturales y minimizar los conflictos entre ganaderos y la vida silvestre.
- **Tecnológico:** Representará un avance en el desarrollo de modelos de aprendizaje profundo adaptados al conteo de animales en entornos complejos, con potenciales aplicaciones en otras áreas de monitoreo ecológico y conservación.

Para validar la efectividad del modelo, se utilizará una base de datos pública diseñada para tareas de conteo de animales en imágenes aéreas, la cual ya está estructurada en conjuntos de entrenamiento, validación y prueba. Se evaluará el desempeño del modelo mediante métricas como Precisión, Recall, F1-Score, MAE, RMSE y AC (Average Confusion). Adicionalmente, los resultados se compararán con los obtenidos por HerdNet, un modelo de referencia en esta tarea. La implementación de este proyecto sentará las bases para mejorar la gestión de la biodiversidad y los recursos naturales, proporcionando una herramienta innovadora para la conservación y el desarrollo sostenible en África subsahariana.

2. Pregunta de negocio y alcance del proyecto:

Teniendo en cuenta el contexto anterior, la pregunta de negocio que guiará nuestro proyecto es: **¿Es posible monitorear las migraciones de manadas de animales, detectando el número de animales y su especie con una precisión aceptable?**

Para definir mejor el término “aceptable” de la pregunta de negocio, nos referimos a lograr igualar las métricas obtenidas por una implementación previa de HerdNet:

F1-Score (%)	MAE	RMSE	AC (<i>Confusión Promedio</i>) (%)
83.5	1.9	3.6	7.8

Considerando las restricciones de tiempo que se tienen para la materia de Proyecto: Desarrollo de Soluciones, el alcance del proyecto contemplará lo siguiente:

1. Análisis descriptivo: Visualización de los datos:
 - Distribución de especies en las imágenes: Identificar la cantidad de individuos detectados por especie en el dataset.
 - Histogramas: Representar la variabilidad en el número de animales por imagen, para identificar si existen sesgos en la distribución de los datos.
 - Análisis entre el número total de animales por imagen frente a la proporción de cada especie.
 - Evaluar la dispersión: identificar la cantidad de animales en cada imagen e identificar imágenes con conteos atípicos.
2. Modelo predictivo: Detección y Conteo automático: Se plantea un modelo basado en aprendizaje profundo:
 - Modelos a considerar: YOLO, Faster R-CNN, EfficientDet, para detectar y clasificar la especie de cada animal en la imagen.

- Conteo de animales en imágenes densas: consideraremos modelos como CSRNet, MCNN o HerdNet, entre otros para contar animales sin necesidad de detectar cada uno de los animales individualmente.
3. Evaluación del modelo: para medir la efectividad del modelo tendremos en cuenta las siguientes métricas:
- F1-Score (%): Evaluar la precisión de la clasificación de especies.
 - Mean Absolute Error (MAE) y Root Mean Squared Error (RMSE): para el conteo estimado vs. El conteo real de animales en cada imagen.
 - Average Confusion (AC %): para medir la confusión del modelo en la clasificación de especies, comparando con modelos previos como HerdNet.

El alcance del proyecto para la materia *Proyecto: Desarrollo de soluciones* contemplará la exploración de modelos existentes para cubrir los elementos contemplados en cada una de las entregas:

- Realización de experimentos con los modelos empleando MLFlow para el versionamiento de los modelos y los resultados.
- Desarrollar una maqueta del modelo
- Desarrollar nuevas versiones del modelo, llevando el registro para poder seleccionar las mejores alternativas.
- Empaquetar, integrar y desplegar la última versión del tablero y los modelos.
- Presentación final

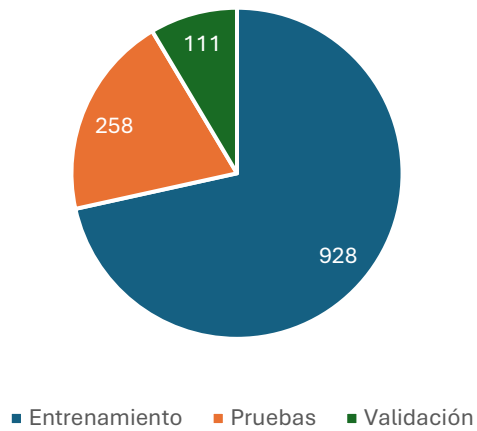
3. Conjunto de datos a emplear y descripción:

Los datos que utilizaremos provienen de la siguiente fuente:

<https://dataverse.uliege.be/file.xhtml?fileId=11098&version=1.0>

Los datos tomados de dicha fuente están diseñados específicamente para tareas de conteo de animales en manadas densas utilizando imágenes aéreas y ya se encuentran organizadas en tres conjuntos: entrenamiento, validación y prueba con la siguiente distribución:

Distribución de imágenes



Las imágenes están distribuidas en los siguientes porcentajes:
Entrenamiento: 71%, Pruebas: 20% y Validación: 9%

Especies presentes en los datos:

1. Topis(*Damaliscus lunatus jimela*)



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Damaliscus_lunatus_jimela

2. Buffalos (*Syncerus caffer*)



Fuente: <https://www.naturepl.com/stock-photo-african-buffalo-nature-image01320863.html>

3. Kobs (kobus kob) - 3



Fuente: <https://www.ugandarwandagorillatours.com/safaris-blog/the-kob.html>

4. Warthogs (Phacochoerus africanus)



Fuente: https://www.jungledragon.com/specie/367/common_warthog.html

5. Waterbucks (kobus ellipsiprymnus)



Fuente: https://ia.m.wikipedia.org/wiki/File:Ugandan_defassa_waterbuck_%28Kobus_ellipsiprymnus_defassa%29_male.jpg

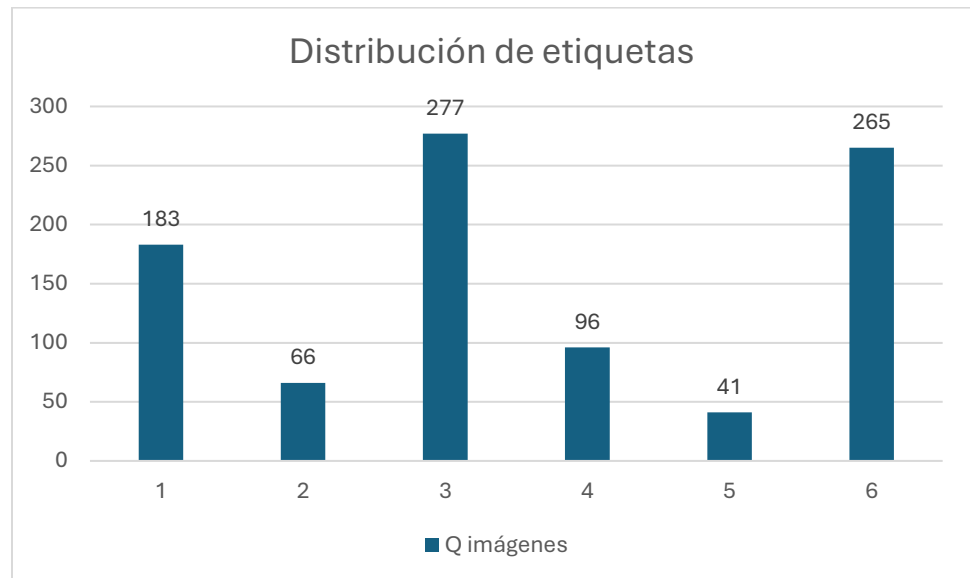
6. Elephants (Loxodonta africana)



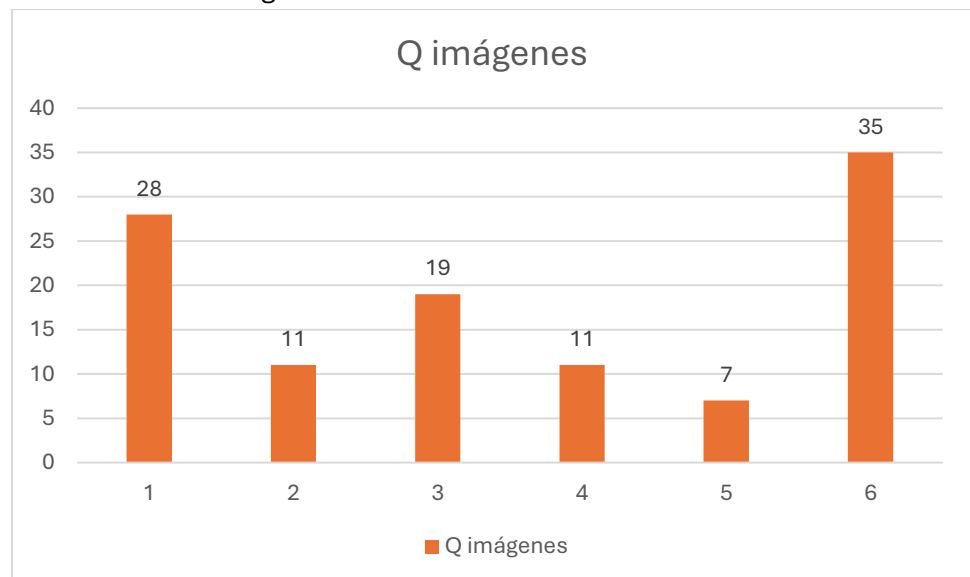
Fuente: <https://www.shutterstock.com/es/search/3-elephants>

Distribución de imágenes:

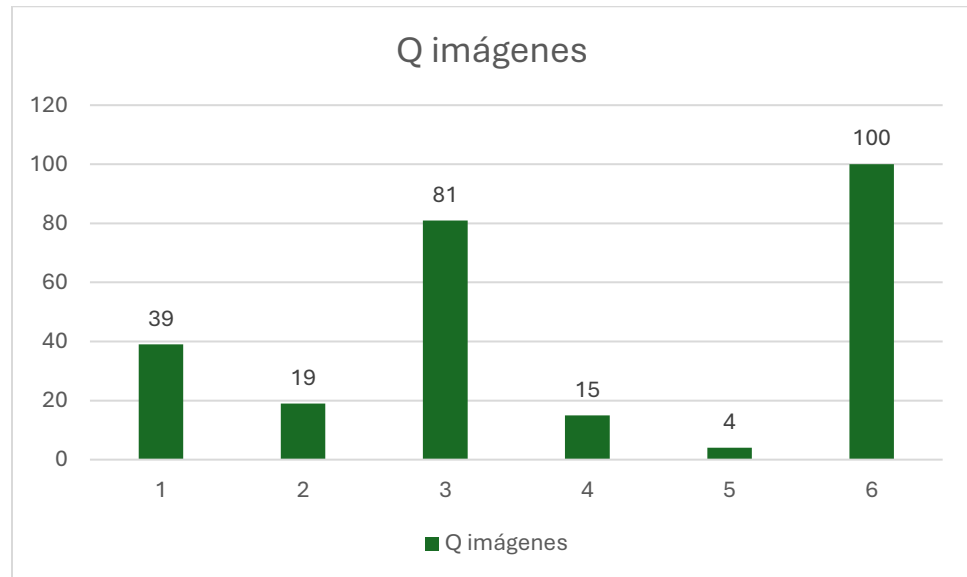
1. Entrenamiento: 928 imágenes



2. Validación: 111 imágenes

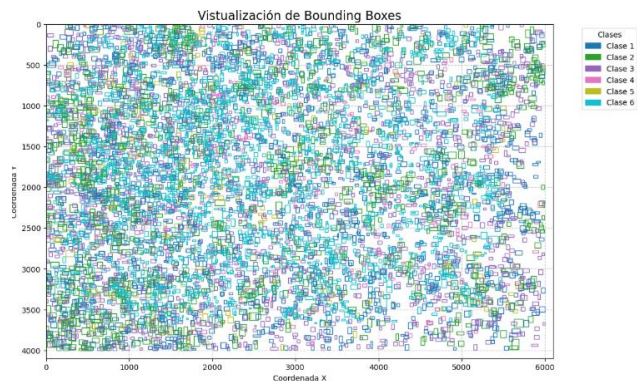


3. Prueba: 258 imágenes



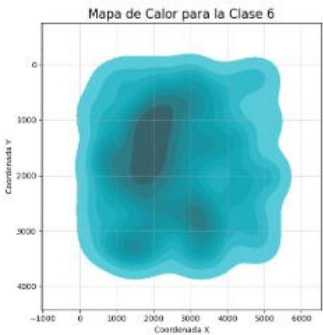
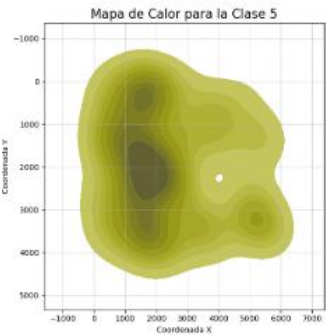
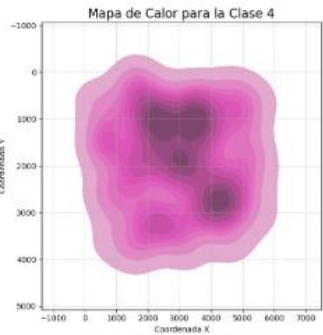
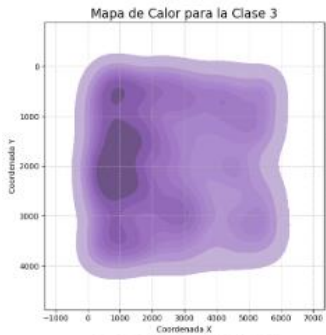
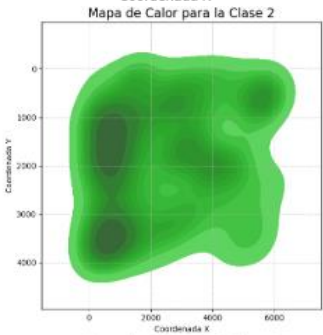
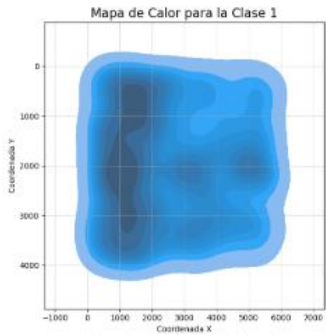
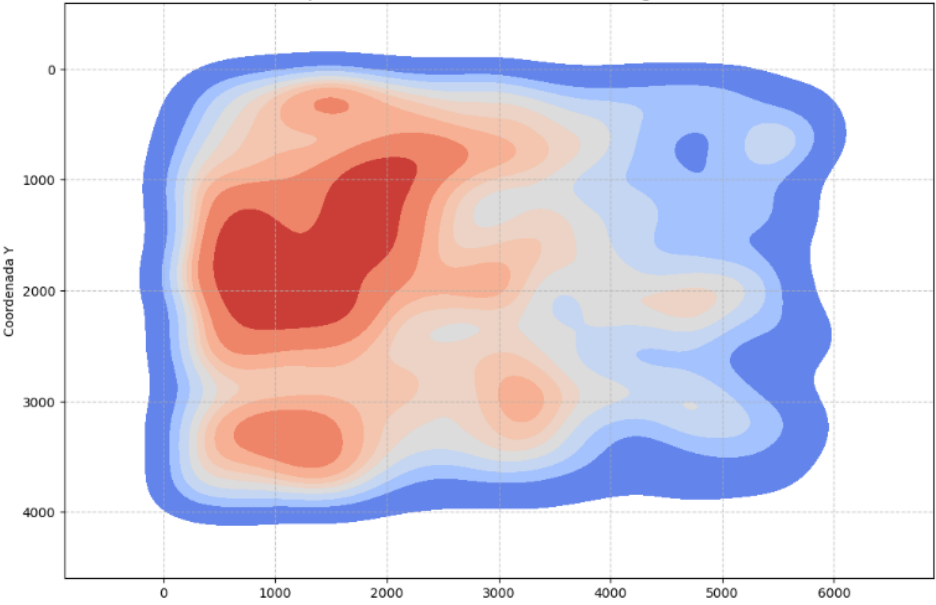
Despliegue de imágenes:

Complementando el ejercicio descriptivo de los datos, el equipo de trabajo hizo un estudio del despliegue que tendría la ubicación de los animales en las imágenes de manera acumulada. Se hicieron cálculos adicionales para calcular los rectángulos, o *bounding boxes*, que rodean al animal según el archivo .csv de la fuente de datos, y que contiene las coordenadas de cada animal por imagen. Este ejercicio se hizo con el propósito de identificar si existía alguna zona de las imágenes en la que de manera consistente se ubicaran más animales, sin embargo el resultado fue negativo ya que se evidencia una alta dispersión de animales en todas las imágenes y no es posible definir una única zona de interés como se evidencia a continuación:



Adicionalmente, y con el fin de soportar la verificación de algún patrón de ubicación que pueda incidir en las imágenes, se hizo un mapa de calor para verificar las mayores concentraciones de ubicaciones de animales según las coordenadas, el resultado fue el siguiente:

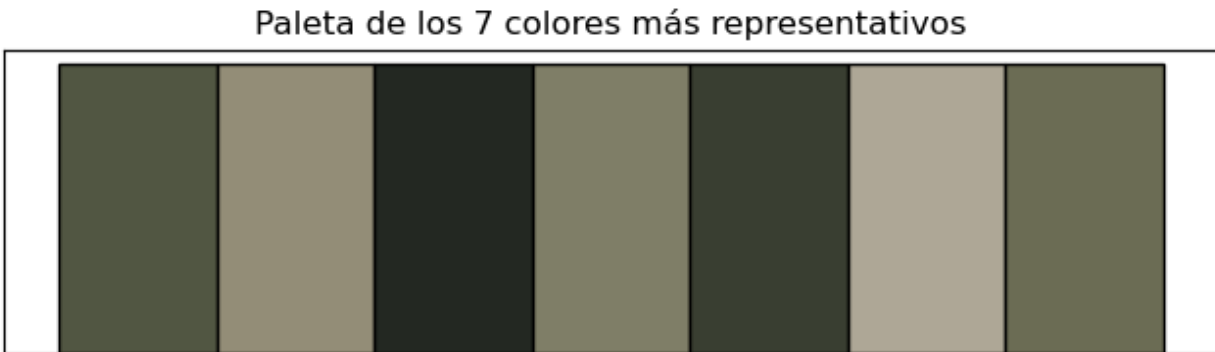
Mapa de Calor General de Bounding Boxes



Teniendo en cuenta el objetivo del modelo de identificar la especie del animal y contar la cantidad de animales en la imagen, la alta dispersión de animales en todas las imágenes, no permite definir una única zona de interés por lo que el modelo deberá analizar las imágenes completas.

Paleta de colores:

A continuación se contempla la paleta de los 7 colores más representativos de las imágenes de validación en acumulado:

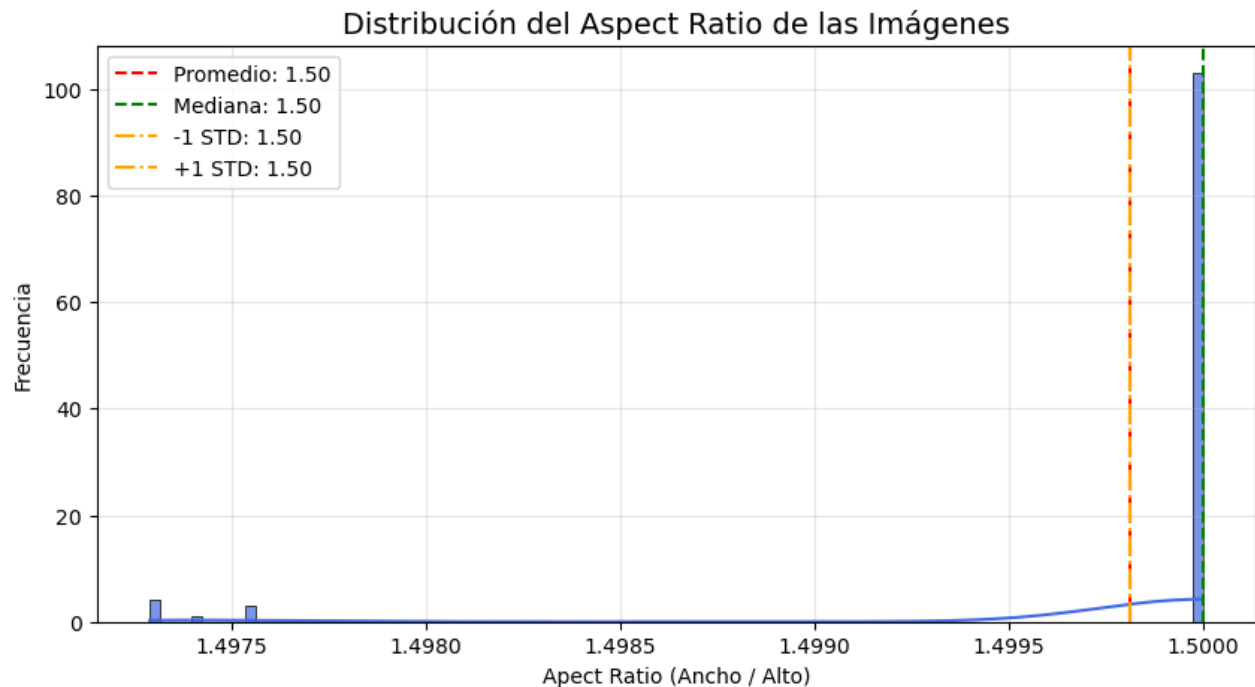


Este resultado se obtuvo luego de realizar un ejercicio de *K-Means*, agrupando los colores más frecuentes en las imágenes. Se tomó el grupo de imágenes de validación para el análisis para controlar la necesidad de capacidad de cómputo.

Se pueden observar principalmente colores verdes oscuros, marrones y grises, lo que coincide con que el entorno de las imágenes contiene mucha vegetación, suelo y sombras, y que al tiempo reflejan la apariencia de los paisajes donde se capturan las imágenes (bosques, zonas semidesérticas, etc). Estos colores serán de una alta relevancia para el entrenamiento del modelo ya que serán los que permitirán identificar los animales, clasificarlos en la clase correspondiente y diferenciarlos de los colores de fondo.

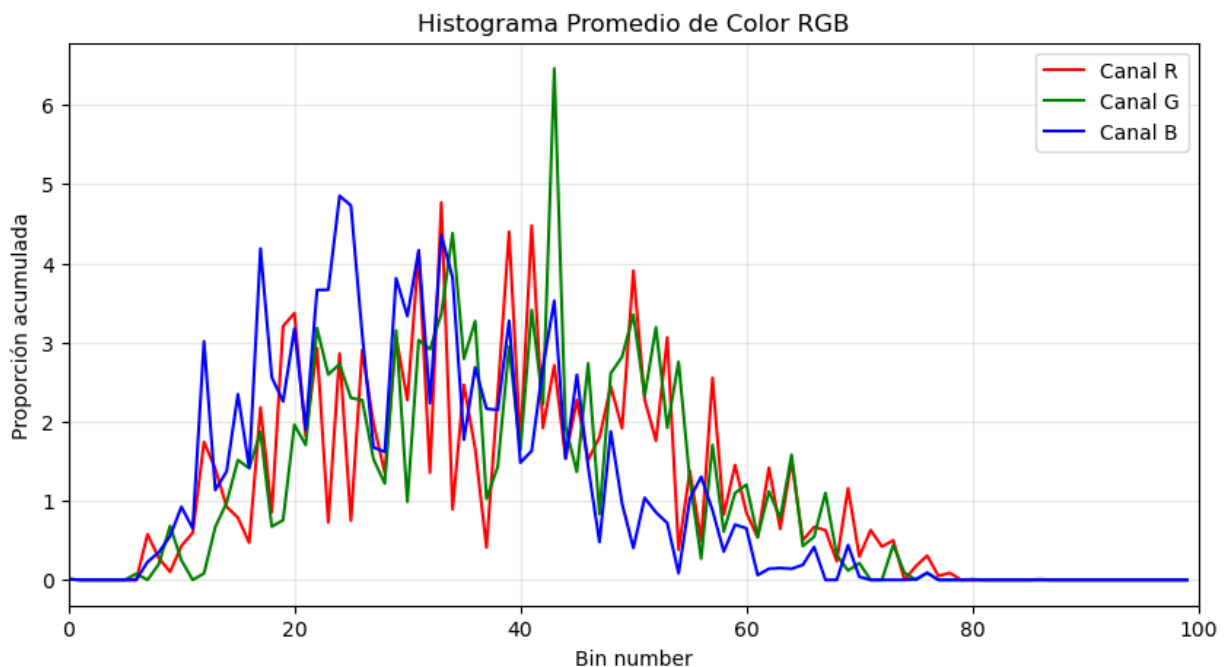
Aspect ratio:

Como parte del ejercicio de la exploración de los datos, el equipo realizó un análisis sobre la distribución del aspect ratio para verificar cómo se distribuyen las proporciones de ancho y alto de las imágenes. Como se evidencia en la gráfica a continuación, hay una baja variabilidad en el aspect ratio de las imágenes:



El resultado de un aspect ratio relativamente homogéneo, minimiza la distorsión causada por diferencias de escala o forma, disminuyendo la necesidad de normalización de los datos y disminuyendo la posibilidad de generar sesgos en el modelo a causa de los ratios de las imágenes.

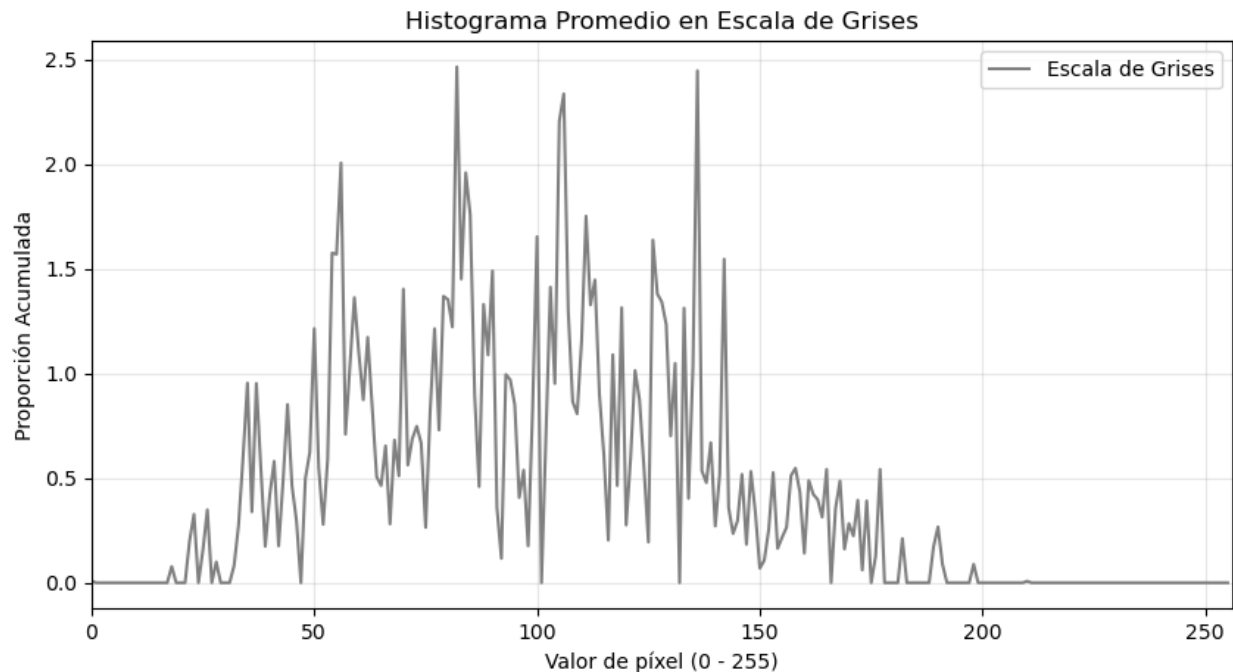
Histograma Promedio de los Canales RGB:



Con la gráfica anterior podemos concluir que ninguno de los colores parece ser completamente dominante en toda la imagen lo cual es positivo ya que ayuda a disminuir sesgos por estos motivos,

sin embargo hay picos en donde un canal se eleva por encima de los demás, indicando regiones de la imagen donde ese color es más fuerte. Hay un pico grande alrededor de los bins 40-50 en el canal verde, lo cual es consistente con una alta presencia de vegetación o fondos naturales en las imágenes.

Histograma Promedio de Grises:



Se observa que la mayoría de los píxeles tienen valores entre 50 y 150, lo que sugiere que el dataset no es ni demasiado oscuro ni demasiado claro. Esto indica una buena distribución de luminosidad en las imágenes.

Por otra parte, hay pocos valores en los extremos, lo que significa que hay pocos píxeles completamente negros o blancos. Esto es bueno porque evita la sobreexposición o subexposición en las imágenes.

La presencia de picos irregulares entre 50 y 150 sugiere que hay contrastes y variaciones en la iluminación de las imágenes, lo que indica diferentes tipos de escenarios (ej. sombras, iluminación natural, fondos mixtos), esto evitará sesgos hacia imágenes demasiado oscuras o demasiado claras.

4. Repositorios del código y de los datos:

Con el fin de mantener un ordenamiento y disposición de los datos, tanto para ediciones y desarrollos por parte del grupo técnico, como para contención de los datos para el modelo, el grupo de trabajo cuenta con la disposición de un repositorio en GitHub que contendrá la información de los códigos, la documentación, y los datos que se emplearán para diseño del modelo. Este repositorio se encuentra en el siguiente enlace: [Proyecto Desarrollo Soluciones_Grupo 6](#).

Se creó un repositorio de DVC para rastrear el versionamiento de los datos, los cuales se encuentran almacenados en un repositorio remoto S3 en AWS:

```
(venv) C:\Users\LeoJimenez\Documents\MAIA\desarrollo_soluciones\proyecto\Proyecto-Desarrollo-de-Soluciones-Grupo6>
(venv) C:\Users\LeoJimenez\Documents\MAIA\desarrollo_soluciones\proyecto\Proyecto-Desarrollo-de-Soluciones-Grupo6>dvc in
it
Initialized DVC repository.

You can now commit the changes to git.

DVC has enabled anonymous aggregate usage analytics.
Read the analytics documentation (and how to opt-out) here:
<https://dvc.org/doc/user-guide/analytics>

What's next?
- Check out the documentation: <https://dvc.org/doc>
- Get help and share ideas: <https://dvc.org/chat>
- Star us on GitHub: <https://github.com/iterative/dvc>
```

Posteriormente se utilizó el comando `dvc add` para cargar los datos al seguimiento de DVC:

```
PS C:\Users\alexh\OneDrive\Desktop\Maestria IA\Proyecto - Desarrollo de Soluciones\Repository_grupo_6\Proyecto-Desarrollo-de-Soluciones-Grupo6> cd ..  
PS C:\Users\alexh\OneDrive\Desktop\Maestria IA\Proyecto - Desarrollo de Soluciones\Repository_grupo_6\Proyecto-Desarrollo-de-Soluciones-Grupo6> dvc add data  
100% Adding... |██████████████████████████████████████| 1/1 [08:09, 489.81s/file]  
  
To track the changes with git, run:  
  
    git add data.dvc  
  
To enable auto staging, run:  
  
    dvc config core.autostage true  
PS C:\Users\alexh\OneDrive\Desktop\Maestria IA\Proyecto - Desarrollo de Soluciones\Repository_grupo_6\Proyecto-Desarrollo-de-Soluciones-Grupo6>
```

Luego confirmamos que las carpetas se cargaron correctamente:

```
PS C:\Users\alexh\OneDrive\Desktop\Maestria IA\Proyecto - Desarrollo de Soluciones\Repositorio_grupo_6\Proyecto-Desarrollo-de-Soluciones-Grupo6\data> ls
```

Directory: C:\Users\alexh\OneDrive\Desktop\Maestria IA\Proyecto - Desarrollo de Soluciones\Repositorio_grupo_6\Proyecto-Desarrollo-de-Soluciones-Grupo6\data

Mode		LastWriteTime	Length	Name
----		-----	-----	----
dar--l	11/02/2025	6:50 p. m.		groundtruth
dar--l	11/02/2025	6:42 p. m.		test
dar--l	11/02/2025	6:49 p. m.		train
dar--l	13/02/2025	10:32 p. m.		train_subframes
dar--l	11/02/2025	6:42 p. m.		val

Posteriormente se realiza el primer DVC push, subiendo las carpetas al almacenamiento remoto:

```

PS C:\Users\alexh\OneDrive\Desktop\Maestria IA\Proyecto - Desarrollo de Soluciones\Repositorio_grupo_6\Proyecto-Desarrollo-de-Soluciones-Grupo6> git add .
PS C:\Users\alexh\OneDrive\Desktop\Maestria IA\Proyecto - Desarrollo de Soluciones\Repositorio_grupo_6\Proyecto-Desarrollo-de-Soluciones-Grupo6> git commit -m "Carga de datos inicial DVC"
[main 9abfd36] Carga de datos inicial DVC
 1 file changed, 3 insertions(+), 3 deletions(-)
PS C:\Users\alexh\OneDrive\Desktop\Maestria IA\Proyecto - Desarrollo de Soluciones\Repositorio_grupo_6\Proyecto-Desarrollo-de-Soluciones-Grupo6> git push
Username for 'https://github.com': AlexanderHernandez90
Password for 'https://AlexanderHernandez90@github.com':
Enumerating objects: 5, done.
Counting objects: 100% (5/5), done.
Delta compression using up to 8 threads
Compressing objects: 100% (3/3), done.
Writing objects: 100% (3/3), 381 bytes | 381.00 KiB/s, done.
Total 3 (delta 1), reused 0 (delta 0), pack-reused 0 (from 0)
remote: Resolving deltas: 100% (1/1), completed with 1 local object.
To https://github.com/jfjimenezc/Proyecto-Desarrollo-de-Soluciones-Grupo6
 63df367..9abfd36  main -> main

```

commit en repositorio:

jfjimenezc / Proyecto-Desarrollo-de-Soluciones-Grupo6

🔍

Type to search

+

<> Code

🔗 Issues

🔗 Pull requests

🔗 Actions

🔗 Projects

🔗 Wiki

🔗 Security

🔗 Insights

Proyecto-Desarrollo-de-Soluciones-Grupo6

Public

👁 Watch 1

🍴 Fork 0

★ Star 0

main

1 Branch

0 Tags

🔍 Go to file

📄 Add file

<> Code

<div>AlexanderHernandez90</div> <div>Carga de datos inicial DVC</div> <div>9abfd36 · 3 minutes ago</div> <div>4 Commits</div>	<div>.dvc</div> <div>feat: add initial versioned data</div> <div>1 hour ago</div>	<div>.dvcignore</div> <div>feat: add initial versioned data</div> <div>1 hour ago</div>	<div>.gitignore</div> <div>feat: add initial versioned data</div> <div>1 hour ago</div>	<div>README.md</div> <div>Update README.md</div> <div>last week</div>	<div>data.dvc</div> <div>Carga de datos inicial DVC</div> <div>3 minutes ago</div>	<div>requirements.txt</div> <div>feat: add initial versioned data</div> <div>1 hour ago</div>
---	---	---	---	---	--	---

About

No description, website, or topics provided.

📖 Readme

🔗 Activity

★ 0 stars

👁 1 watching

🍴 0 forks

Report repository

Releases

No releases published

[Create a new release](#)

Instancia tipo Ubuntu Server 24.04 LTS (HVM), SSD Volume con tipo de instancia t2. micro

Instance summary for i-057bd864a0ad8626b (Images_dvc) [Info](#)

Updated less than a minute ago

Instance ID

[i-057bd864a0ad8626b](#)

IPv6 address

—

Hostname type

IP name: ip-172-31-89-7.ec2.internal

Answer private resource DNS name

IPv4 (A)

Auto-assigned IP address

[34.226.119.153](#) [Public IP]

IAM Role

—

IMDSv2

Required

Operator

—

Public IPv4 address

[34.226.119.153](#) | [open address](#)

Instance state

[Running](#)

Private IP DNS name (IPv4 only)

[ip-172-31-89-7.ec2.internal](#)

Instance type

t2.micro

VPC ID

[vpc-0484951125d358aef](#)

Subnet ID

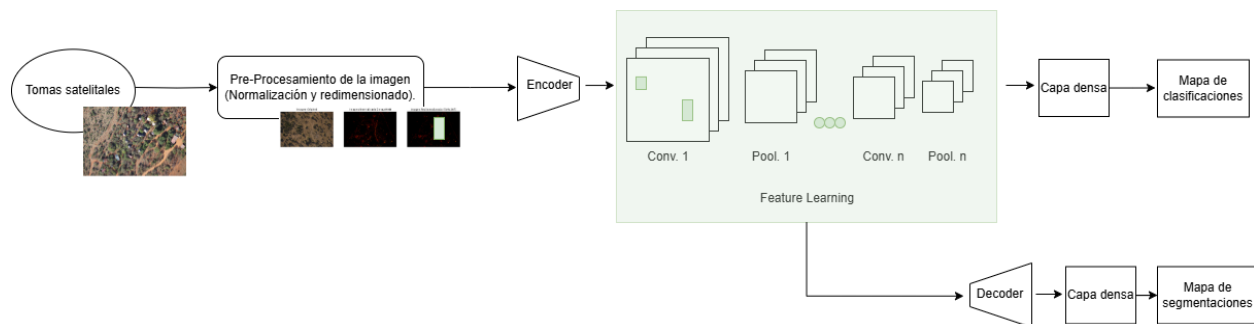
[subnet-018452f2357316661](#)

Instance ARN

[arn:aws:ec2:us-east-1:646301051417:instance/i-057bd864a0ad8626b](#)

Finalmente, el código utilizado para todos los análisis de exploración de los datos también fue guardado en el repositorio de Github.

5. Maqueta del prototipo:



1. **Entradas:** La entrada del sistema son imágenes aéreas de alta resolución que contienen información del terreno donde se encuentran los animales.

2. **Procesamiento de datos:**

- Normalización:** Ajusta los valores de píxeles para mejorar el rendimiento del modelo.
- Redimensionado:** Se ajustan las imágenes a un tamaño compatible con la CNN.

3. **Modelamiento:**

- Encoder:** Mapeo de características a espacio de alta dimensión.

- b. CNN:** Luego se aplican capas de convolución y pooling para extraer las características más relevantes de las imágenes, reduciendo la dimensionalidad y manteniendo la información más útil.
- 4. Detección de objetos:** Predice cajas delimitadoras de los animales en la imagen.
- 5. Decoder (Reconstrucción y Segmentación):** Genera un mapa de segmentación, donde cada píxel es clasificado según la especie detectada o la clase 0 que es el terreno.

6. Reporte de trabajo en equipo:

El trabajo se distribuyó de la siguiente manera: los cuatro miembros del equipo analizamos el paper y definimos la problemática a abordar y si bien se definió un dueño de cada uno de los elementos, todos los miembros aportaron ideas a cada uno de ellos. La exploración de los datos fue liderada por Alexander Hernández, Juan David Rico y Juan Felipe Jiménez, la creación del repositorio y el cargue de los datos a DVC por Alejandro Aristizabal y la maqueta del prototipo por Juan David Rico.

Bibliografía:

- 1. Delplanque, Alexandre; Foucher, Samuel; Lajeune, Philippe; Linchant, Julie; Théau, Jérôme, 2023, “Dataset & Code for paper: Multispecies detection and identification of African mammals in aerial imagery using convolutional neural networks”, ULiège Open Data Repository, V1**