

Detección de floraciones de algas en tranques de relave a través de imágenes satelitales

Pablo Calcumil
Felipe Pérez
Claudia Acuña
Tomas Rioseco

Departamento de matemáticas
Universidad Técnica Federico Santa María

29 de julio de 2022



Tabla de contenidos

- 1 Descripción del problema
- 2 Objetivos
- 3 Soluciones existentes
- 4 Background Matemático
- 5 Solución del problema
- 6 Resultados
- 7 Conclusión



1 Descripción del problema

2 Objetivos

3 Soluciones existentes

4 Background Matemático

5 Solución del problema

6 Resultados

7 Conclusión



Descripción del problema

Problema

- En la industria minera, se forma un conjunto de desechos usualmente constituida por una mezcla de rocas molidas, agua y minerales de ganga (de poco valor), denominado relave.
- Este relave se transporta y almacena en "tranques o depósitos de relave", siendo estos un depósitos que contienen agua con reactivos.
- Puede dar lugar a la floración de blooms de algas, y consigo traer avifauna del sector que se alimenta con este tipo de proliferación que puede resultar nocivo para las aves y el medioambiente.



- 1 Descripción del problema
- 2 **Objetivos**
- 3 Soluciones existentes
- 4 Background Matemático
- 5 Solución del problema
- 6 Resultados
- 7 Conclusión



Objetivos del proyecto

Objetivos

- Identificar blooms de algas presentes en tranque de relave con imágenes satelitales.
- Crear alerta de presencia de proliferación de algas en el tranque.
- Automatizar proceso de alerta.






- 1 Descripción del problema
- 2 Objetivos
- 3 Soluciones existentes**
- 4 Background Matemático
- 5 Solución del problema
- 6 Resultados
- 7 Conclusión



Estado del arte

Trabajos a la fecha

-  **Martha Lucero Bastidas-Salamanca, Efraín Rodríguez-Rubio, Javier Roberto Ortiz Galvis. (2006).**
Obtención y validación de clorofila en la cuenca pacífica colombiana a partir de imágenes satelitales.
[Boletín Científico CCCP.](#)
-  **Zahia Catalina Merchán Camargo . (2018).**
Identificación espacio temporal de clorofila- α mediante imagenes satelitales en sistemas acuaticos.
[Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia facultad de ingeniería escuela de ingeniería ambiental Tunja .](#)
-  **Ecometrix Incorporated . (2019).**
Evaluación de Clorofila-a a partir de Landsat 7 ETM+ para una planta de celulosa proyectada sobre el Río Negro en Paso de los Toros.
[Ecometrix Incorporated .](#)



- 1 Descripción del problema
- 2 Objetivos
- 3 Soluciones existentes
- 4 Background Matemático**
- 5 Solución del problema
- 6 Resultados
- 7 Conclusión



Satélites



Figura 1: Satélite Sentinel 2.

Reflectancia

Calibraciones

- Estas bandas espectrales entregadas por Landsat, tienen un tipo de dato llamado DN (*Digital Number*), que es la energía solar reflectada captada por el sensor que es reescalada.
- La radiancia es la energía captada en el sensor.
- La reflectancia es la fracción de la radiación incidente reflejada de una superficie que nos entrega propiedades del objeto de estudio.
- Por lo cual, para poder hacer estudios de suelo se va a necesitar de la reflectancia en el sensor.



Índices espectrales

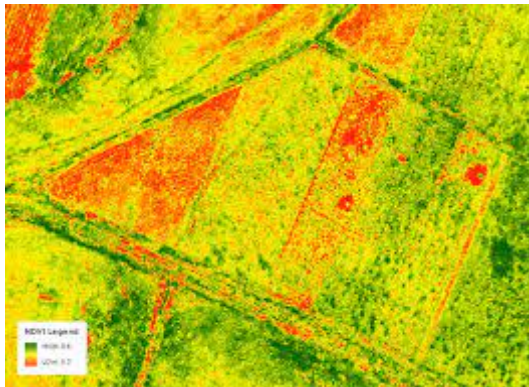


Figura 2: Imagen con índice NDVI.

Métricas

El que tan aglomeradas estén las algas en un lugar afectan a su tasa de crecimiento, por lo cual es importante agregar este factor en consideración al crear la alerta.

Dispersión

$$D = \frac{1}{\rho_{max} n(n-1)} \sum_{i,j=1}^n d^{i,j}$$

- D : Índice de Dispersión.
- d^{ij} : Distancia entre las posiciones de algas i y j .
- n : Número de píxeles con presencia de algas.
- ρ_{max} : Distancia posible máxima entre 2 posiciones de algas.



Índice de alerta

$$I_D = a_d(1 - D) + a_r R$$

- I_D : Índice que determinara la activación de la alerta.
- a_d : Peso de la Dispersión.
- D : Índice de Dispersión.
- a_r : Peso de población de algas.
- R : Porción de agua con algas.

Donde $a_r = 0,7$ y $a_d = 0,3$.



Métricas

Índice de alerta

$$I_A = \frac{A_{mod}}{A_{total}}$$

- I_A : Porcentaje de algas dentro del rango modificado.
- A_{mod} : Número total de píxeles de algas dentro del rango modificado.
- A_{total} : Número total de píxeles de algas.

Finalmente, la alerta estará dada por lo siguiente:

Alerta

$$M(I_D, I_A) = \begin{cases} 1, & \text{si } I_D \geq 0,3 \text{ y } I_A \geq 0,5 \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Donde 1 significa que se debe emitir alerta y 0 no se emite alerta.



- 1 Descripción del problema
- 2 Objetivos
- 3 Soluciones existentes
- 4 Background Matemático
- 5 Solución del problema**
- 6 Resultados
- 7 Conclusión



Solución Entregada

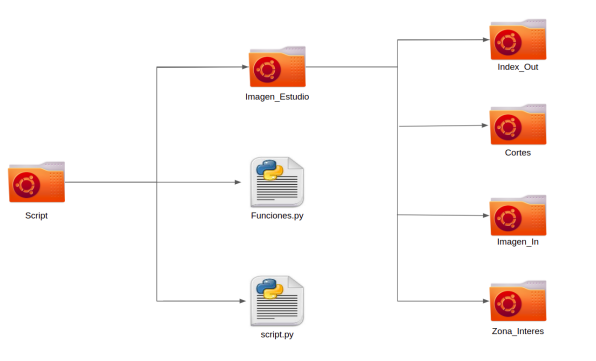


Figura 3: Esquema de organización de carpetas y archivos del algoritmo realizado.

Solución Entregada

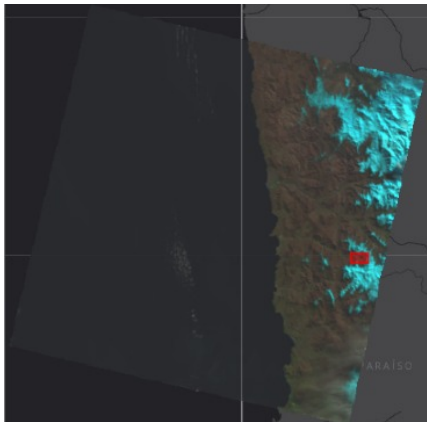


Figura 4: Imagen descargada.



Figura 5: Imagen después de función de corte.

Solución Entregada

SEI en el agua

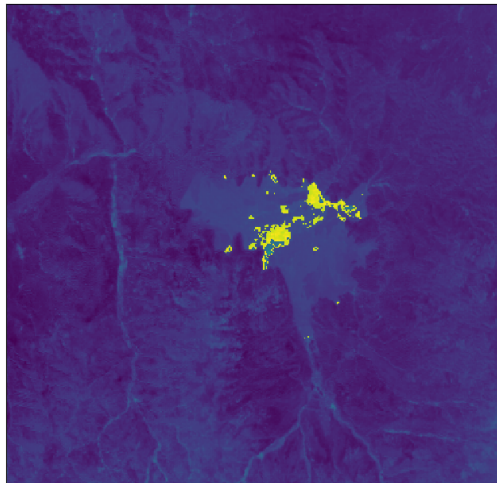


Figura 6: Índice espectral con realce.



- 1 Descripción del problema
- 2 Objetivos
- 3 Soluciones existentes
- 4 Background Matemático
- 5 Solución del problema
- 6 Resultados**
- 7 Conclusión



Detección de algas

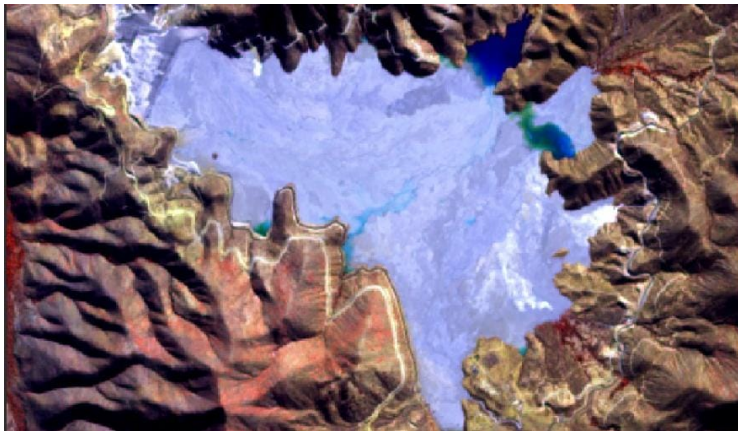


Figura 7: Combinación de bandas 542, Tranque del Mauro.



Detección de Algas

FAI en el agua

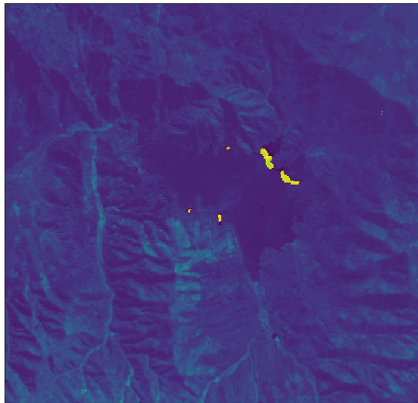


Figura 8: Tranque del Mauro con realce de índice FAI en zonas de agua.

SEI en el agua

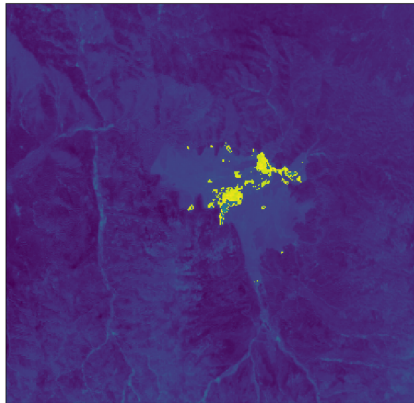


Figura 9: Tranque del Mauro con realce de índice SEI en zonas de agua.

Alerta

```
pablo@Pablo: ~/Escritorio/ICM/Laboratorio de Modelació...  
(base) pablo@Pablo:~$ python script.py  
/home/pablo/anaconda3/lib/python3.7/site-packages/dask/config.py:168: YAMLLoadWarning: calling yaml.load() without Loader=... is deprecated, as the default Loader is unsafe. Please read https://msg.pyyaml.org/load for full details.  
  data = yaml.load(f.read()) or {}  
Realizando corte en zona de interes...  
Corte en zona de interes realizado.  
Radiancia y Reflectancia TOA realizadas.  
Calculando indices...  
Indices calculados.  
  
Realizando intersecciones...  
Intersecciones realizadas.  
Calculando Metricas:  
  
El valor del indice de dispersion es: 0.2665  
  
El porcentaje de pixeles en la parte superior del rango es: 0.2792  
  
No se emite alerta.
```

Figura 10: Alerta de presencia de algas.



- 1 Descripción del problema
- 2 Objetivos
- 3 Soluciones existentes
- 4 Background Matemático
- 5 Solución del problema
- 6 Resultados
- 7 Conclusión**



Conclusión





Logros

- Se logro identificar blooms de algas presentes en tranque de relave con imágenes satelitales.
- Se crearon alerta de presencia de proliferación de algas en el tranque.
- Se automatizo el proceso de alerta.

Trabajos Futuros

Se podría considerar la utilización del algoritmo para una eventual formación de data set, junto a valores de temperatura, velocidad del viento, además de valores in situ, como el pH del agua, etc. Para desarrollar análisis estadístico y un modelo de aprendizaje automático para poder predecir hacia donde se extiende estas floraciones, o de una creación de alerta más temprana.



-  **Gyanesh Chander , Brian L. Markham and Dennis L. Helde.**
Summary of Current Radiometric Calibration Coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI Sensors.
-  **Nicolas Gauvrit et Jean-Paul Delahaye.**
Le diamètre d'ordre 0 : une mesure « naturelle » d'étalement.
-  **Muhammad Danish Siddiqui, Arjumand Z. Zaidi and Muhammad Abdullah.**
Performance Evaluation of Newly Proposed Seaweed Enhancing Index (SEI).
-  **Federico J. Gazaba.**
Introducción a los Sistemas de Información Geográfica con QGIS.



Office for Outer Space Affairs, UN.

Data Application of the Month: Harmful Algal Blooms.



M. Focareta, S. Marcuccio, C. Votto and S.L. Ullo.

Combination of Landsat 8 and Sentinel 1 data for the characterization of a site of interest. A Case Study: the Royal Palace of Caserta.



Luca Congedo.

Semi-Automatic Classification Plugin: A Python Tool for the Down-load and Processing of Remote Sensing Images in QGIS

