

# Measuring the Value of Earth Observations

1<sup>st</sup> JOSEPH ALCAZAR  
ING ELECTRONICA  
UNSAAC  
CUSCO, PERU  
161766@unsaac.edu.pe

2<sup>nd</sup> ANABEL CUSIMAYTA  
CSC COMUNICATIVAS  
UNSAAC  
CUSCO, PERU  
182083@unsaac.edu.pe

3<sup>rd</sup> POOL GONZALES  
ING ELECTRONICA  
UNSAAC  
CUSCO, PERU  
161372@unsaac.edu.pe

4<sup>th</sup> JOEL QUISPE  
ING INFORMATICA  
UNSAAC  
CUSCO, PERU  
171260@unsaac.edu.pe

A lo largo de los últimos años el uso de las tecnologías satelitales ha sido de gran relevancia para la mejora de la vida cotidiana y el desarrollo de comunidades gracias a su revolución en las telecomunicaciones y la navegación, pero afortunadamente, la comunidad científica que impulsa esta era satelital, también realizó esfuerzos incalculables para la mejora y reducción del impacto de desastres naturales y proteger a las especies más vulnerables de la cruel codicia y ambición del ser humano.



Fig. 1. Deforestación de la Amazonia Peruana.

El uso de estas tecnologías ha sido de gran importancia para mejorar y optimizar los esfuerzos de las entidades responsables, como por ejemplo el proyecto RECOVER, que se especializa en analizar datos de satélites de la topografía, mapas de biodiversidad entre otros, para poder permitir realizar evaluaciones y planes de rehabilitación y socorro en casos de incendios forestales, incluso mucho antes que este desastre pueda ser controlado; de forma semejante a ese caso de éxito, alrededor del mundo ya se aplicaron muchas estrategias de prevención, protección y rescate en los cuales la información brindada por los satélites junto a un adecuado análisis y procesamiento de datos genera una enorme aumento en la eficiencia y beneficio de los recursos disponibles a utilizar.

Para la Amazonia peruana y para toda latinoamérica, dentro de todo el gran abanico de problemas ambientales presentes, la destrucción y contaminación de los bosques y selvas es prob-

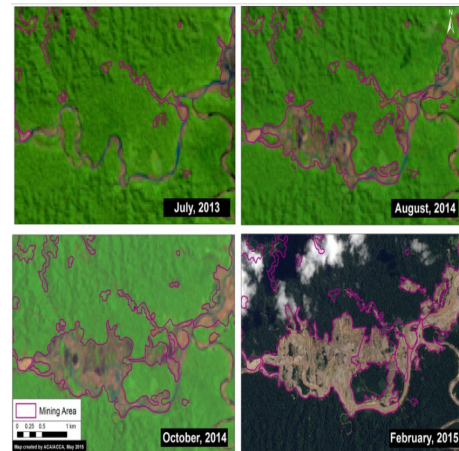


Fig. 2. Incremento de la deforestación amazónica.

ablemente uno de los problemas con mayores consecuencias negativas para el futuro; este problema no afecta únicamente a las poblaciones o países a los cuales pertenecen las regiones afectadas, sino, a todos los países del mundo en general, ya que estas extensiones de vegetación almacenan entre 90 y 104 millones de toneladas de carbono, que contribuye drásticamente para poder estabilizar el clima mundial, es la principal fuentes de oxígeno del mundo y además es una de las principales fuentes de biodiversidad en flora y fauna del mundo.

Lamentablemente, la selva amazónica del Perú, debido a la mala gestión y poco alcance de las normas de regulación del gobierno, es una de las áreas con mayores niveles de deforestación ilegal; como se mencionó previamente, no es únicamente perjudicial para la población peruana, sino para el mundo entero.

Los esfuerzos e intentos de utilizar la tecnología satelital para poder prevenir la deforestación de la amazonia tiene más de 30 años, y el organizador principal de estos esfuerzos fue el gobierno brasilero en conjunto con la National Aeronautics and Space Administration (NASA), y de ese modo nacieron dos sistemas pioneros para la recolección y procesamiento de las imágenes satelitales los cuales son PRODES y DETER. Estos sistemas utilizan información proveniente de los satélites Landsat 5 y 7, y Aqua y Terra respectivamente, estas herramientas junto con un sistema ordenado y diligente del

gobierno, pudo reducir con el paso de los años hasta en un 80% de la deforestación masiva en las selvas de Brasil.

Lamentablemente, estas políticas no fueron aplicadas en Perú, y apesar de tener la información pública de estas misiones, el desinterés y poca presencia de las autoridades en las comunidades amazónicas impidieron tener un progreso en la reducción de la deforestación, así como lo sucedido en Brasil. Los avances en la prevención de la deforestación de la amazonia Colombiana, Venezolana y Boliviana tampoco fueron significativos. Frente a este contexto de abandono por parte de las autoridades hacia las comunidades amazónicas, surgieron iniciativas de solución alternativas, en las que se daba mayor respaldo a los pobladores indígenas hasta llegar a tener cierta autoridad para defender su propia tierra.

Una de estas iniciativas surgen gracias a la colaboración de Rainforest Foundation US, ORPIO y Global Forest Watch, que desarrollaron un sistema de monitoreo satelital de alta velocidad y además se encargó de generar una red amigable para empoderar a los propios indígenas originarios en su función de protección a la selva.



Fig. 3. Guardabosques monitorizando actividad depredadora.



Fig. 4. Guardabosques monitorizando actividad depredadora.

El sistema implementado en esta propuesta es sencillo y práctico, este consiste en disponer de un equipo de guardabosques, que realmente son los propios pobladores de las comunidades indígenas nativas, para esto se procedió a la búsqueda de voluntarios y estos fueron denominados como monitores comunitarios, estos líderes de los pueblos indígenas será la primera línea de defensa de la naturaleza.

La creación de este colectivo de monitoreo comunitario, no solo busca reducir costos para facilitar la escalabilidad del modelo; sino, busca comprometer a la población a empatizar con el daño que estas acciones ilegales causan a su comunidad, a su cultura y hacia el mundo entero, y de ese modo, genera mayor conciencia dentro de las comunidades amazónicas.

De forma general, el proceso de operación de los monitores consiste en revisar periódicamente las alertas generadas por el aplicativo desarrollado por Global Forest Watch en el cual se indica de forma detallada las coordenadas de los puntos en los cuales se sospecha que se está generando un tipo de actividad de tala ilegal, por lo tanto estos monitores tienen la función de dirigirse a los puntos identificados para verificar las alertas del sistema, y en caso de confirmar la tala de los árboles, se tiene que informar a los líderes de su comunidad y tendrán la libertad de poder tomar decisiones autónomas como colectivo, y estas pueden ser desde comunicar a las autoridades policiales y jurídicas correspondientes o incluso intervenir por cuenta propia las acciones ilegales desarrolladas. En resumen, estos programas de monitoreo están constituidos por tres propiedades, siendo la primera la selección y nombramiento de monitores, segunda; capacitación en incentivo para el patrullaje y tercero las alertas de deforestación por teledetección.

Para las pruebas de la eficacia de este proyecto, se hizo la identificación de comunidades cercanas a los ríos Napo y Amazonas en el departamento de Loreto, debido a que estas áreas son las más afectadas por la deforestación. En total el proyecto se implementó en 75 comunidades nativas.

A pesar de que este proyecto es sencillo y el poder de decisión sobre las acciones en la lucha contra la deforestación recae únicamente en los nativos, ( y no en formación de políticas públicas o equipos de rescate especializado por parte del gobierno, como debería de ser); se consiguieron resultados muy alentadores y los beneficios fueron más allá de la recuperación de la selva, y estos son:

- Las comunidades que implementan el monitoreo, redujeron la deforestación de su territorio en un 52% el primer año, y en un 21% durante el segundo año, en comparación con las comunidades que no cambiaron sus prácticas de protección.
- Se redujo el deterioro del hábitat alrededor a las zonas de deforestación, ya que muchos de los animales y plantas sufren perjuicios por factores indirectos como el sonido de la maquinaria, los residuos de estos, e inclusive los nuevos olores, además de la propia vegetación que es destruida por los deforestadores.
- El empoderamiento de las comunidades indígenas nativas y su inserción a una cultura de crecimiento sostenible y



organizado, permitiéndoles proteger de forma rápida y efectiva la majestuosidad de sus tierras.

- Ayudar a la preservación y protección de las poblaciones indígenas, conservando sus tradiciones y cultura.
- Motivar el compromiso de instituciones gubernamentales para el desarrollo de nuevas alianzas y desarrollo de políticas públicas que permitan mejorar la eficiencia en el tiempo y calidad de la respuesta.

Si bien este proyecto es un gran paso en la larga lucha de la protección de nuestras reservas arbóreas de la amazonía, también es verdad que esta iniciativa aún es muy pequeña y es necesario realizar mejoras sustanciales con mejores técnicas, nuevas tecnologías y un paradigma de desarrollo que garantice el compromiso de las autoridades. De este modo recién se podría generar un mejor uso y mejores resultados de la tecnología satelital.

En primer lugar, es necesario poder determinar las principales deficiencias de este sistema, y son básicamente:

- La primera desventaja es que los satélites utilizados usan tecnología MODIS, lo que permite tener un gran flujo de datos pero con el costo de una baja resolución, esto produce que para los sistemas de procesamiento e identificación de las zonas deforestadas, le sea casi imposible determinar zonas menores a 1 hectárea de deforestación, lo cual es una ventaja para que los nuevos leñadores busquen métodos más sutiles y distribuidos para pasar desapercibidos. Afortunadamente, el Perú cuenta con su propio satélite de observación en el espacio, y este está equipado con la mejor tecnología de la región, y es capaz de realizar fotografías con una resolución de 0.7m por pixel, esta enorme precisión comparada con la tecnología MODIS permitirá la identificación de cualquier actividad ilegal en tiempo real.
- La segunda desventaja de este método son las propias limitaciones de cualquier sistema de toma de imágenes, y son los factores ambientales, en temporadas de lluvias, las formaciones densas de nubes deterioran mucho la calidad de las imágenes que se pueden obtener, al igual que en condiciones de poca luminosidad como en las noches, la solución para este desventaja natural de los sensores ópticos, es el uso e implementación de un Synthetic Aperture Radar (SAR), la ventaja de esta tecnología es que al depender de pulsos electromagnéticos y no de ondas de luz, entonces esta tecnología es inmune a ruido de las condiciones ambientales o condiciones de luminosidad, por lo tanto el monitoreo que permite es infalible.

Además de las mejoras necesarias, es necesario tomar ciertas consideraciones específicas para el Perú, que normalmente pasan desapercibidas, y la primera es que en la selva peruana, la obtención de madera no es la única motivación para la tala de árboles, existen otros factores como el narcotráfico y el cultivo de cocaína que requiere de la tala de miles de hectáreas para su agricultura, según datos oficiales, en toda la selva peruana existen más de 72 mil hectáreas ilegales de

plantaciones de hoja de coca, lo que significa una producción de más de 704 toneladas de cocaína.



Fig. 5. Recoleccion Ilegal de Coca.



Fig. 6. Procesamiento ilegales de coca.

El problema de la identificación de este tipo de plantaciones, es que basándose en los métodos tradicionales de segmentación de color, estas plantaciones pueden pasar desapercibidas, por lo tanto es necesaria la implementación de técnicas de Inteligencia Artificial y Machine Learning para realizar un análisis espectral y determinar no solo la falta de vegetación, sino diferenciar el tipo de productos que se encuentran reemplazando la flora natural. Situaciones semejantes se producen por causa de la minería ilegal, el cual además de destruir toda la flora y fauna que lo rodea, contamina la tierra y agua de los ríos imposibilitando que nunca más, esa zona pueda tener vegetación.

Gracias a los cambios propuestos en el sistema, y considerando el nuevo enfoque de análisis y procesamiento, los beneficios que podemos esperar de este modelo para las comunidades nativas y al medio ambiente son mucho más amplios, pero básicamente se pueden clasificar en dos grandes grupos, los beneficios sociales y ambientales, y por su naturaleza cualitativa y cuantitativa respectivamente, será necesario definir modelos diferentes para poder medir su beneficio y desarrollo.

Primero, en el beneficio ambiental, será necesario hacer uso de toda la información satelital que tiene del deterioro

de la amazonía antes de comenzar con estos modelos de prevención, por lo tanto gracias a esta información se entrenará a una red neuronal que podrá generar proyecciones futuras del deterioro de las selvas y esos valores podrán ser comparados con los valores reales después de implementar este sistema de prevención. Este cruce de información también puede ser complementada con los mapas de biodiversidad, calidad del aire y calidad de agua para poder cuantificar como rescate de estas áreas también están colaborando con el desarrollo y la recuperación de las especies en flora nativas de la región. De forma semejante es posible revolucionar la toma de decisiones de las autoridades correspondientes en el proceso de defensa de la naturaleza utilizando nuestra red neuronal para poder proyectar los beneficios de las acciones a realizar, es decir que brindaremos a los líderes una herramienta que permita determinar los resultados de una acción incluso antes de llegar a ejecutarla, esto es posible porque se dispone datos históricos de los intentos de protección de proyectos anteriores como los de Global Forest Watch.

Estas tecnologías de vanguardia permiten a las entidades responsables poder mejorar sus procesos de logística y distribuir de forma adecuada sus recursos para poder garantizar el éxito de cualquier operación de rescate o rehabilitación de nuestra amazonía.

Todo este proceso, está automatizado e incluido en nuestra aplicación web gratuita, este servicio es de código abierto y de libre acceso que permite generar todos estos parámetros y resultados a partir del procesamiento de la información satelital, con algoritmos avanzados de procesamiento de imágenes, sistemas predictivos con inteligencia artificial, y sobre todo con una interfaz amigable con cualquier usuario novato, es la herramienta que permitirá revolucionar la protección de nuestra biodiversidad. Esta plataforma permite identificar todas las amenazas presentes en el área seleccionada, incluyendo tala ilegal, deforestación por cultivo de hoja de coca, minería informal e incluso la identificación de daños a la biodiversidad provocados por fenómenos naturales como inundaciones o incendios; además de abstraer toda esta información junto con el análisis estadístico correspondiente, este genera un conjunto resumido de datos, incluyendo sugerencias y recomendaciones de las medidas que podría tomar una autoridad para enfrentarse al problema identificado, incluyendo proyecciones del comportamiento esperado a futuro por el desarrollo de estas decisiones.



Fig. 7. Estimacion de Riesgos con Nuestro Aplicativo "SONQUGREEN"

Esta herramienta tecnológica también permitirá determinar por métodos indirectos el beneficio social, gracias al monitoreo de la cantidad de miembros voluntarios de las comunidades comprometidos con la protección de la selva y los reportes enviados por los monitores y patrullas, es posible estimar el compromiso y empoderamiento de las comunidades nativas. Al luchar de forma indirecta contra el narcotráfico, gracias a colaboraciones de otras entidades especializadas en esos temas, es posible ver la incorporación de nuevos ciudadanos a sus comunidades de origen, ya que muchos pobladores son secuestrados y llevados contra su voluntad para la producción de la hoja de coca.

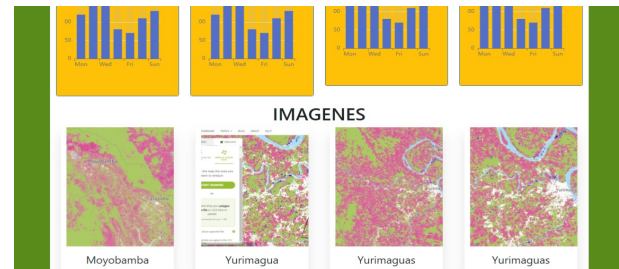


Fig. 8. Visualizacion de Eventos Detectados con Nuestro Aplicativo "SONQUGREEN"

Esta aplicación web diseñada por nuestro equipo, es por fin la herramienta que se necesitaba para poder salvar nuestra amazonia.

## REFERENCES

- [1] LA AMAZONIA Y SU IMPORTANCIA <https://storymaps.arcgis.com/stories/a47d4ade48ae4f4286e698f2613a2c2e>.
- [2] SATELLITE-BASED DEFORESTATION ALERTS WITH TRAINING AND INCENTIVES FOR PATROLLING FACILITATE COMMUNITY MONITORING IN THE PERUVIAN AMAZON <https://www.pnas.org/content/pnas/118/29/e2015171118.full.pdf>
- [3] LOS SATELITES Y SU UTILIDAD EN NUESTRO DIA A DIA <https://www.programainvestiga.org/pdf/guias2020-21/SATELITES.pdf>
- [4] EXPLORE EARTH <https://www.nasa.gov/SpaceforUS/?story=4059>
- [5] GLOBAL FOREST WATCH <https://www.globalforestwatch.org/blog/es/people/monitores-forestales-indigenas-frenan-deforestacion-2/>
- [6] Tracking Amazon Deforestation from Above <https://earthobservatory.nasa.gov/images/145988/tracking-amazon-deforestation-from-above>
- [7] AGENCIA ESPACIAL DEL PERU <https://www.conida.gob.pe/o-perusat>
- [8] INDIGENOUS PEOPLES WITH AFFORDABLE TECH CAN HALVE RAINFOREST DESTRUCTION, STUDY SHOWS <https://rainforestfoundation.org/indigenous-peoples-with-affordable-tech-can-halve-rainforest-destruction-study-shows/>