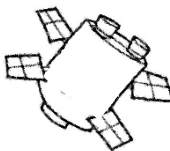


Protocolos y Librerías espectrales en Espectroscopía de Campo: de las buenas prácticas a una mayor utilidad de los datos

**Detección de metales pesados en vegetación nativa, con
espectroscopia de absorción atómica, radiometría de campo e
imágenes Worldview 3, en entornos cercanos a relaves mineros.
Planta Bella Vista, V Región Chile.**

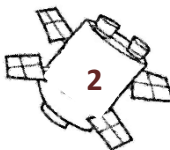
Autores:

Idania Briceño, Paulina Vidal, Patricia Oliva,
Waldo Pérez



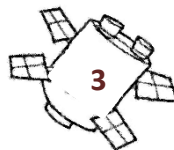
Introducción


Uno de los principales problemas ambientales derivados de la producción minera es la contaminación por metales pesados de los recursos suelos y vegetación. Las altas concentraciones de metales pesados pueden influir negativamente en el crecimiento de las plantas, y si estos terminan en cultivos agrícolas o en áreas de pastoreo, plantean una seria amenaza para la salud. Hang et al., 2016 demostraron la capacidad de asimilar metales pesados que tienen diferentes cultivos vegetales en función del tipo de hortaliza e.g las hortalizas de hoja> hortalizas de tallo / hortalizas de raíz / hortalizas solanáceas> legumbres.




Objetivo


Este estudio tiene por objetivo estimar las concentraciones de metales pesados en vegetación que se localiza en un entorno de tranque de relave, a través del uso combinado de espectroscopia de absorción atómica, radiometría de campo e imágenes Worldview3 e imágenes hiperespectrales.

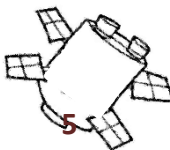


- 
- Se recolectaron 48 muestras de vegetación nativa representativa del bosque mediterráneo de Chile, Litre (*Lithraea caustica*). A partir de un muestreo aleatorio estratificado:
 - sobre el área de colapso (suelos);
 - a las distancias de 200; 400 y 1000 metros del colapso del tranque vegetación

- 
- Se determinó las concentraciones de metales pesados en vegetación con EAA.

- 
- Se tomaron 31 firmas espectrales de la vegetación *in situ* con radiómetro de campo AvaSpec-2048, en áreas con influencia directa del colapso y en áreas distanciadas del colapso.

- 
- Las firmas espectrales de todos los puntos muestreados en el área de estudio se tomaron con el sensor hiperespectral aerotransportado HySPEX VNIR-1600, las escenas se capturaron el mismo día del paso de la revisita WorldView 3, con nula nubosidad entre las 11:00 y 14:30h.

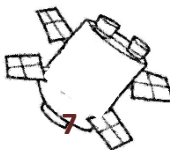


Recolección de muestras de vegetación

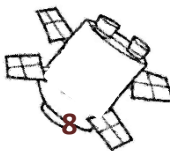
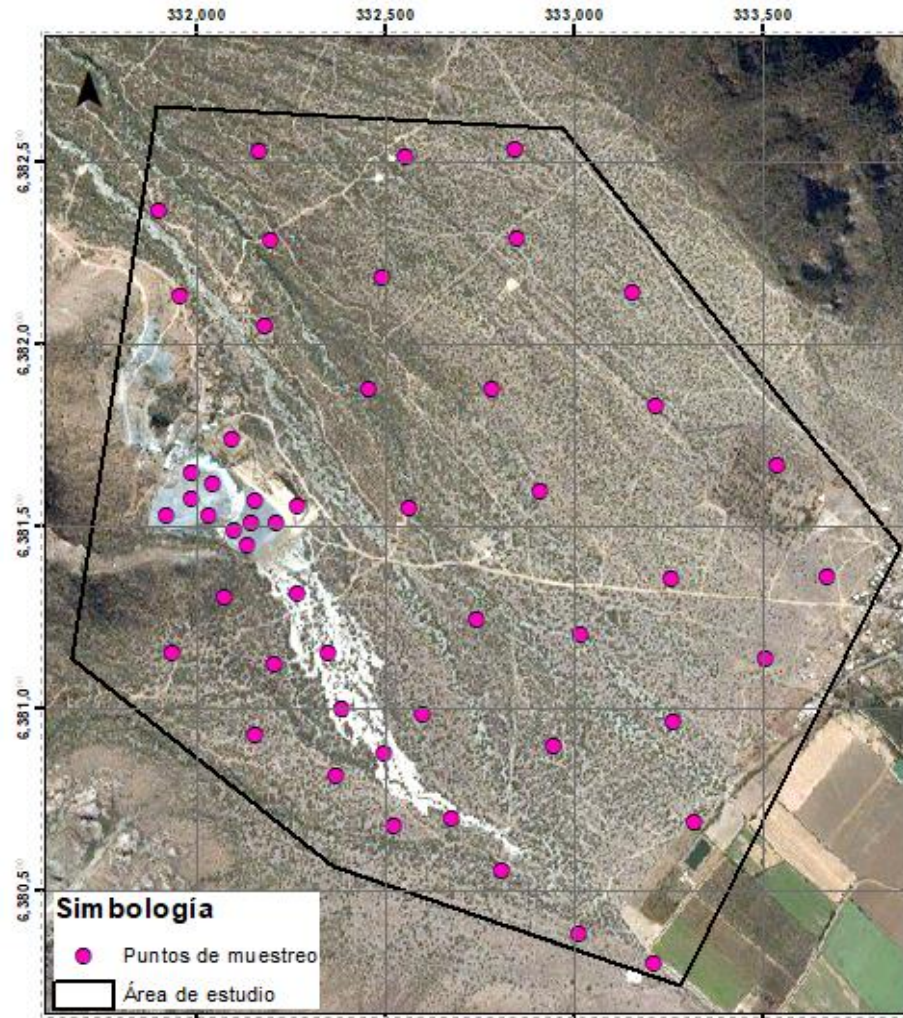


Recolección de muestras espectrales

- Planificación
- Identificación de las coberturas o especies a muestrear
- Reconocimiento de las especies que muestren daño en su estructura.
- Geoposicionamiento de las muestras con GPS geodésico.
- Se identifican las muestras,
- Se toma una fotografía panorámica de la cobertura muestreada, coordinada GPS UTM.
- Se tomaron 3 firmas espectrales por especie (validación de datos).
- Se capturaron 11 escenas hiperespectrales



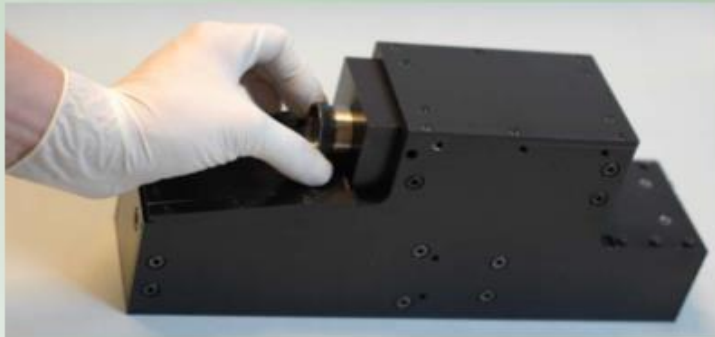
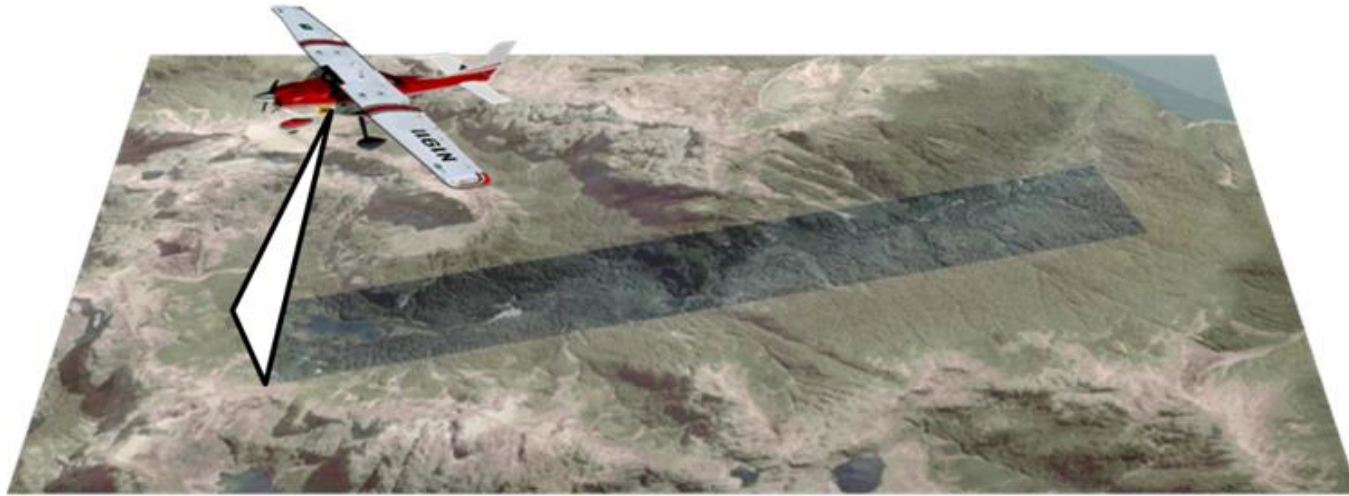
Diseño muestral



Recolección de muestras de vegetación



SISTEMA HIPERESPECTRAL



Cámara o escáner óptico

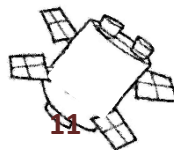


Aeronave modificada

Equipos

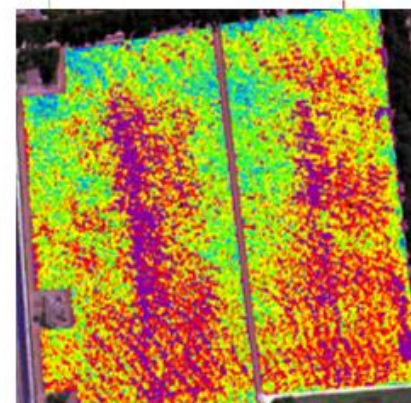
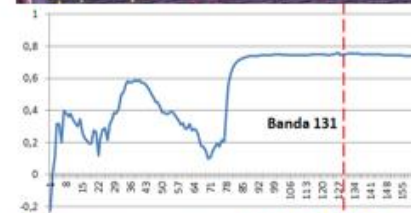
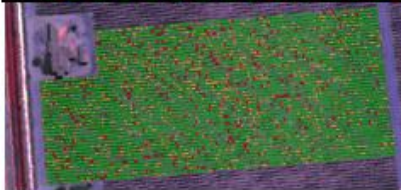
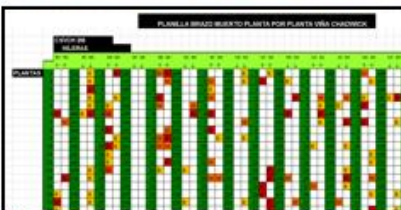
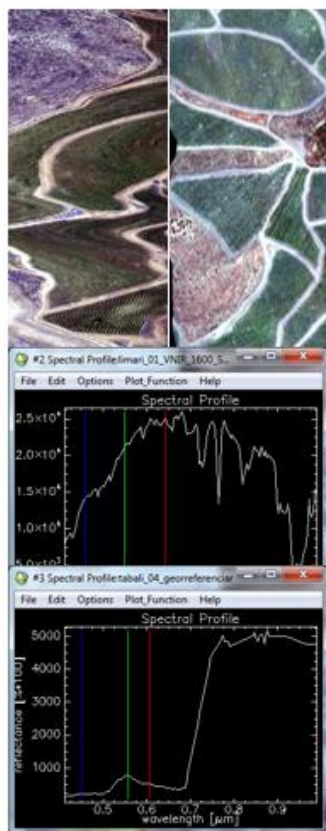


CESSNA



PROCESO DE TRABAJO

Captura de imágenes

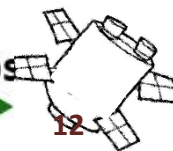


Captura

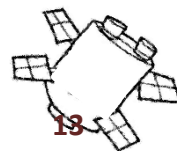
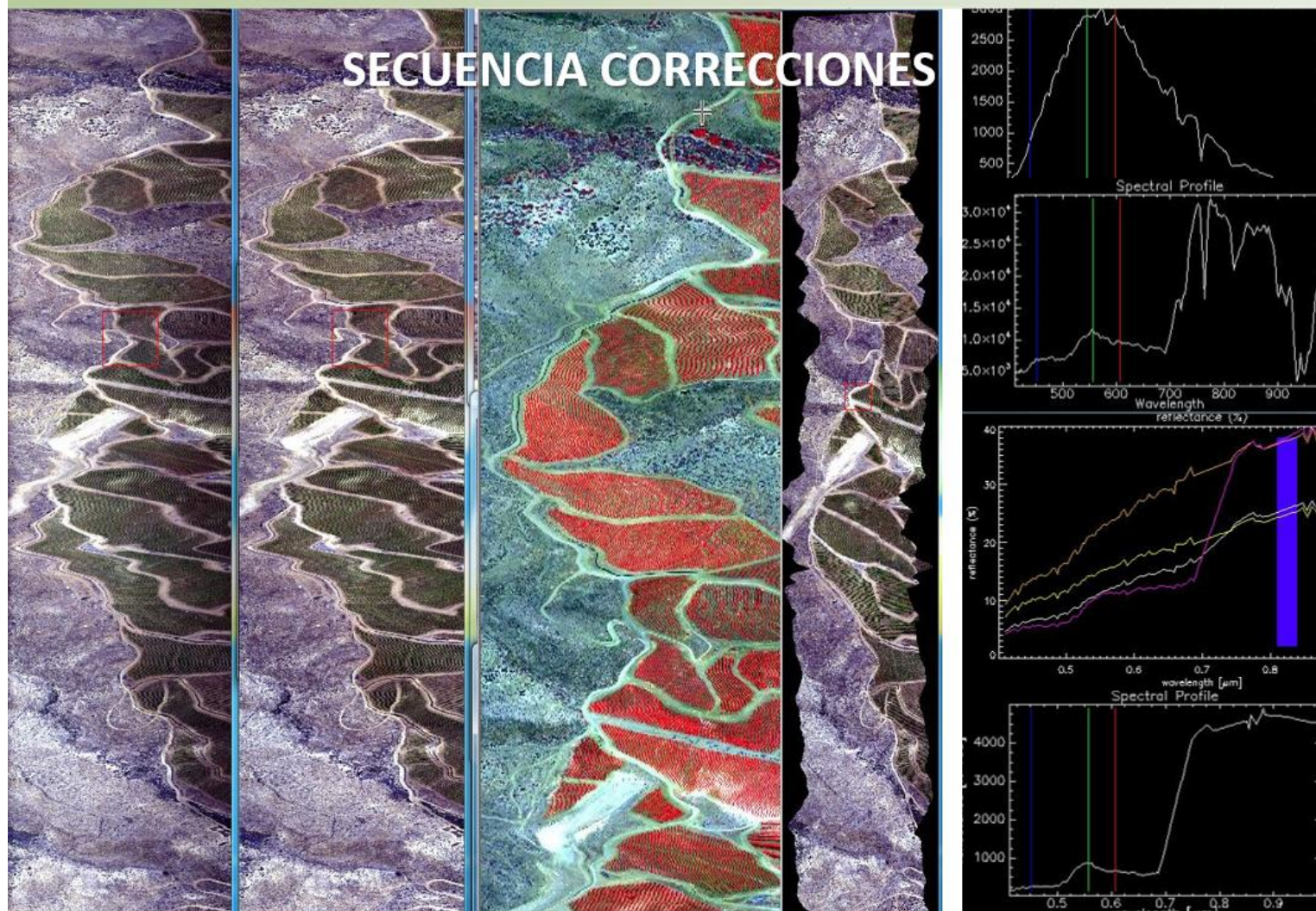
Correcciones

Terreno

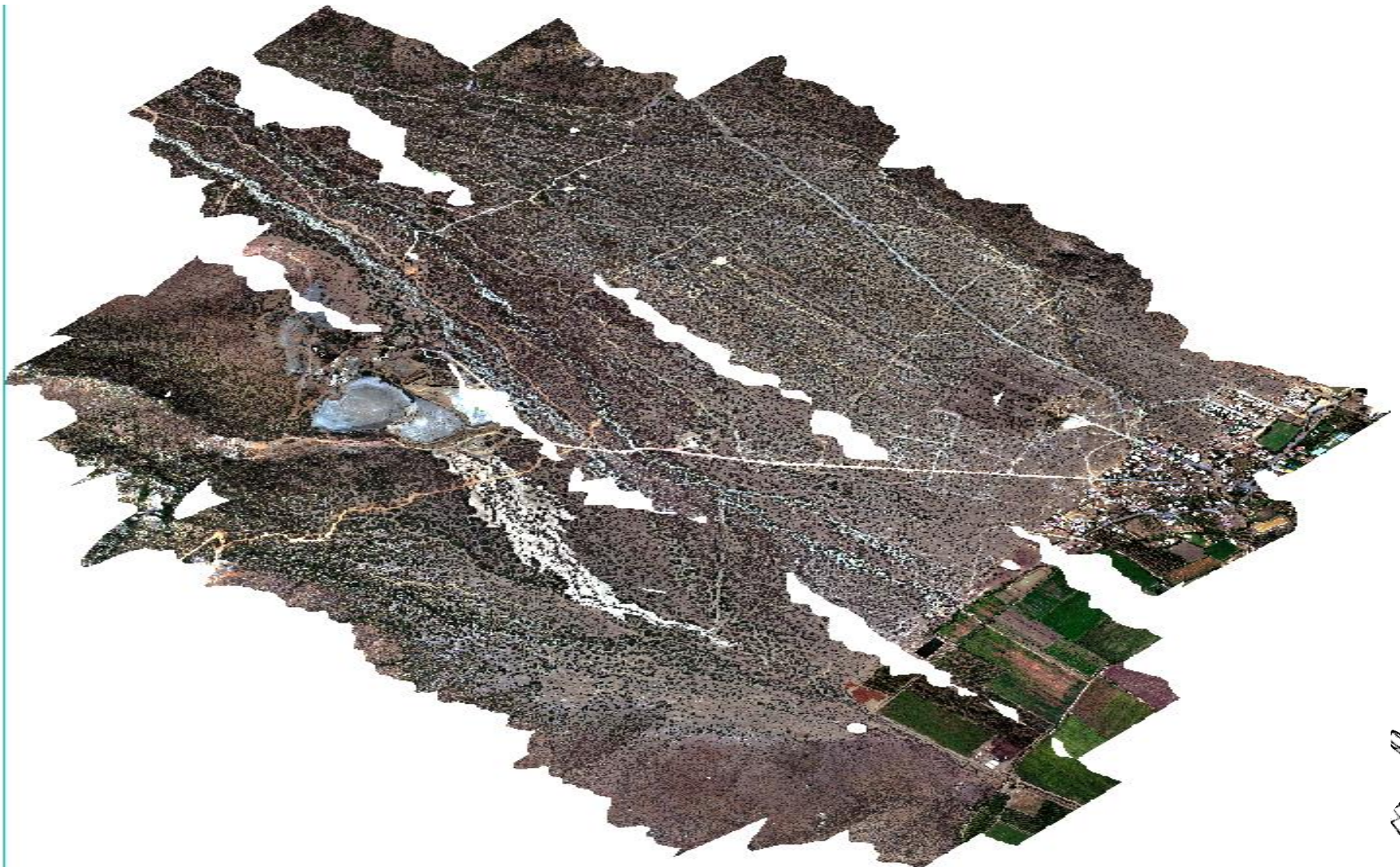
Análisis y Resultados



Procesamiento de imágenes



Mosaico hiperespectral

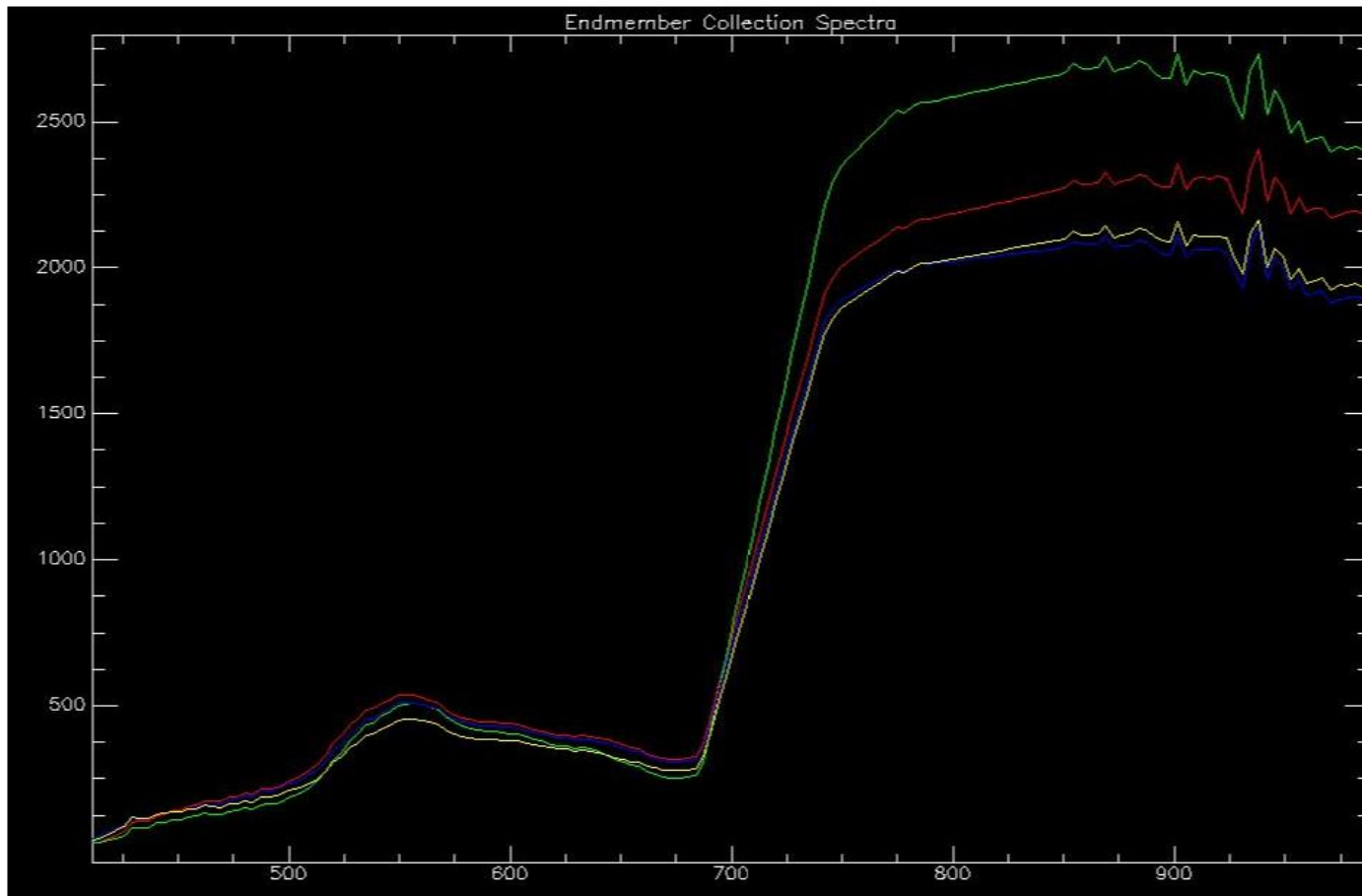


Recolección de firmas espectrales



Recolección de firmas espectrales

- Las firmas espectrales obtenidas, se guardan en formato .txt



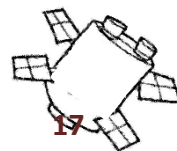
Rojo: espino
Verde: Peumo
Azul: Quillay
Amarillo: Litre

Resultados de laboratorio

	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Pb (mg/m3)	Cd (mg/m3)	Co (mg/kg)
MINIMO	9.64	1.96	73.67	6	7.75	0.25	1.23
MAXIMO	47.16	193.01	110.1	212.49	90.46	4.52	3.98
MEDIA	20.72	90.28	284.1	22.66	18.16	0.88	2.11
σ	8.68	40.19	211.07	32.61	12.95	0.9	0.5

Límites máximos permisibles según normativa ambiental canadiense. <http://www.ccme.ca>

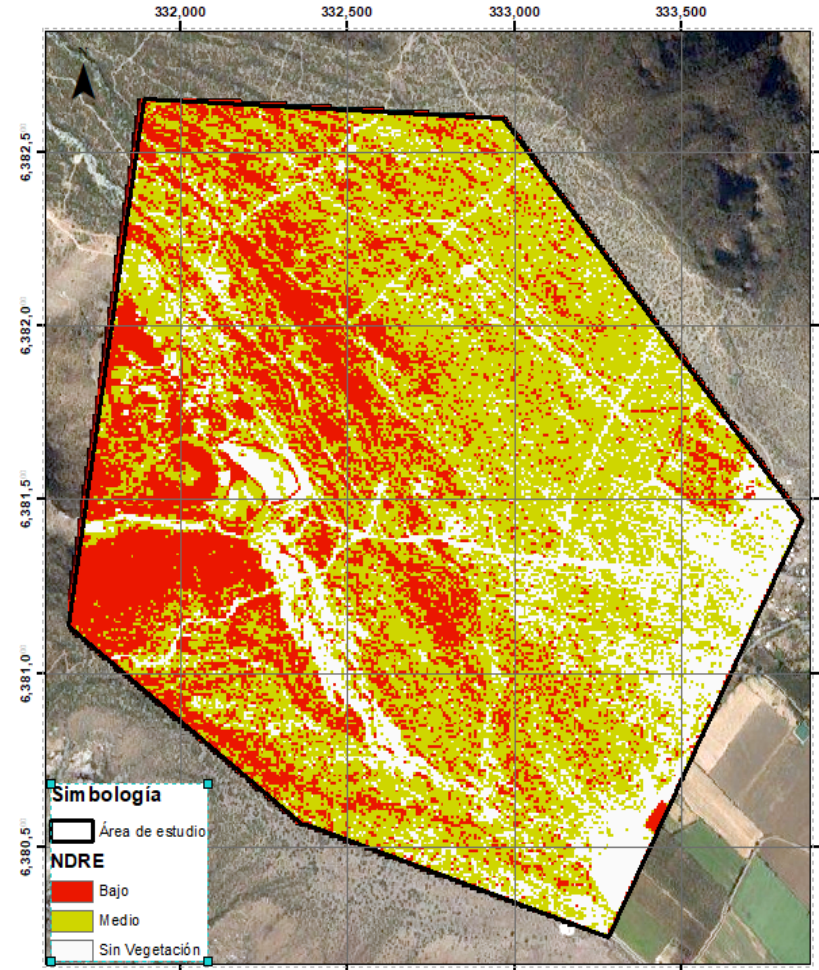
METAL PESADO	CONCENTRACIÓN (mg/m3)
Arsénico	<u>12</u>
Cadmio	<u>1.4</u>
Cobalto	<u>40</u>
Cobre	<u>63</u>
<u>Plomo</u>	<u>70</u>
Zinc	<u>200</u>



Los índices de vegetación se aplicaron debido a que los metales pesados inhiben la fotosíntesis

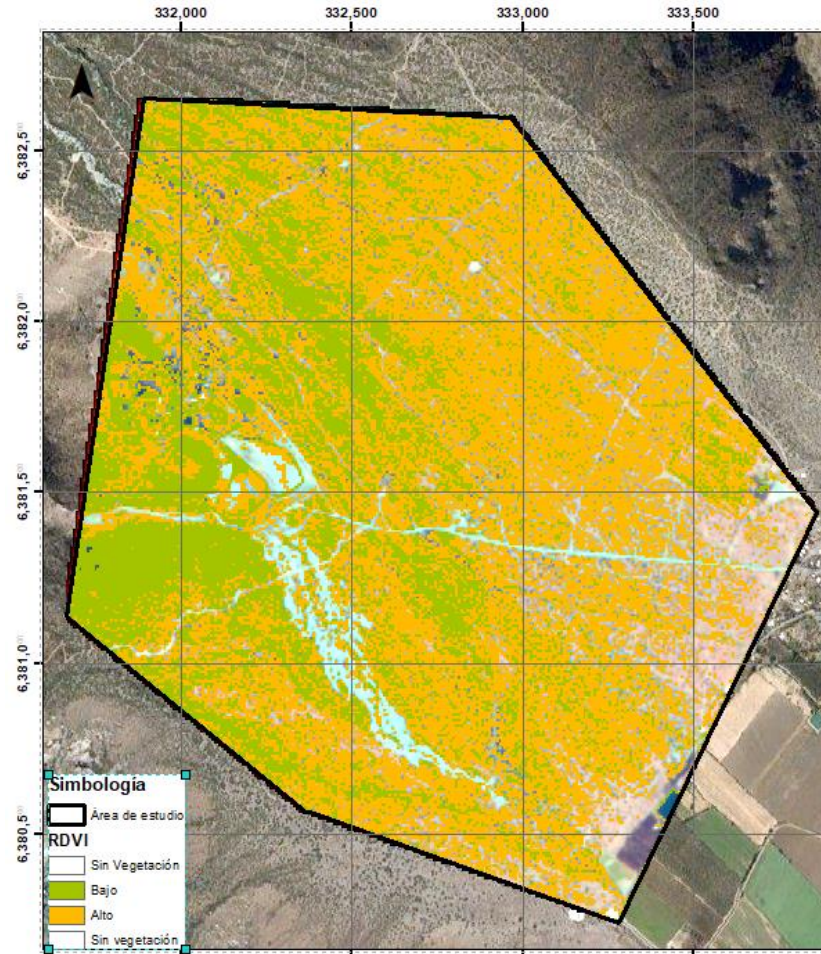
Normalized Difference Red Edge Index

- $$NDRE = \frac{\rho_{red} - \rho_{NIR}}{\rho_{red} + \rho_{NIR}}$$



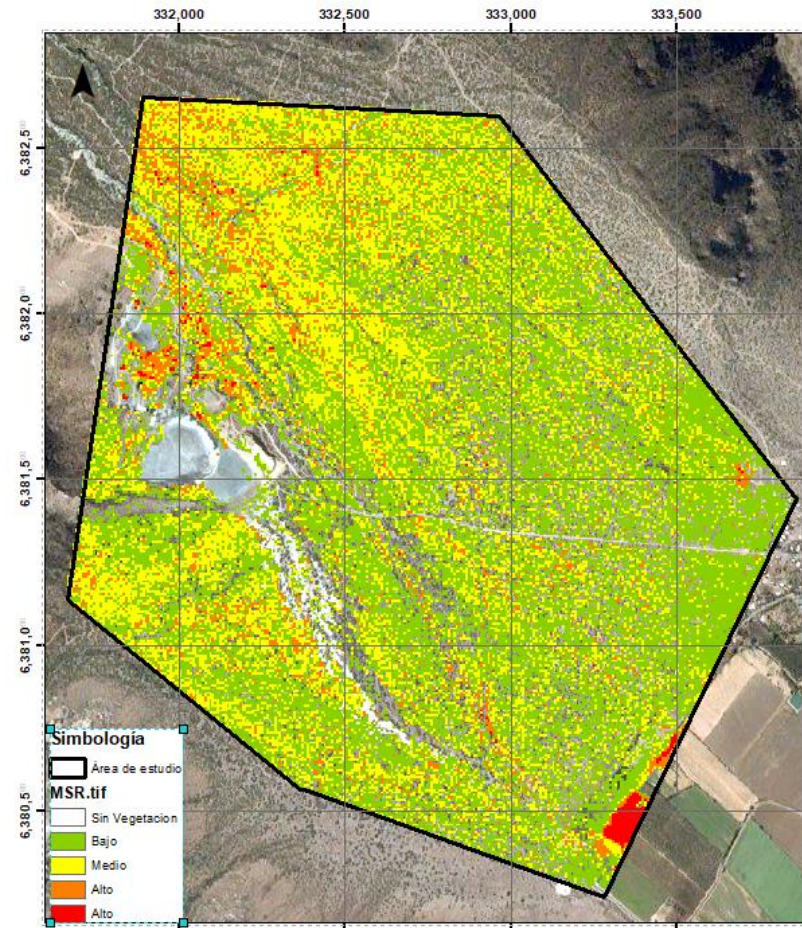
Renormalized Difference Vegetation Index

- $$RDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\sqrt{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}}$$



Índices aplicados Modified Simple Ratio (MSR)

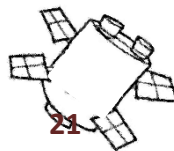
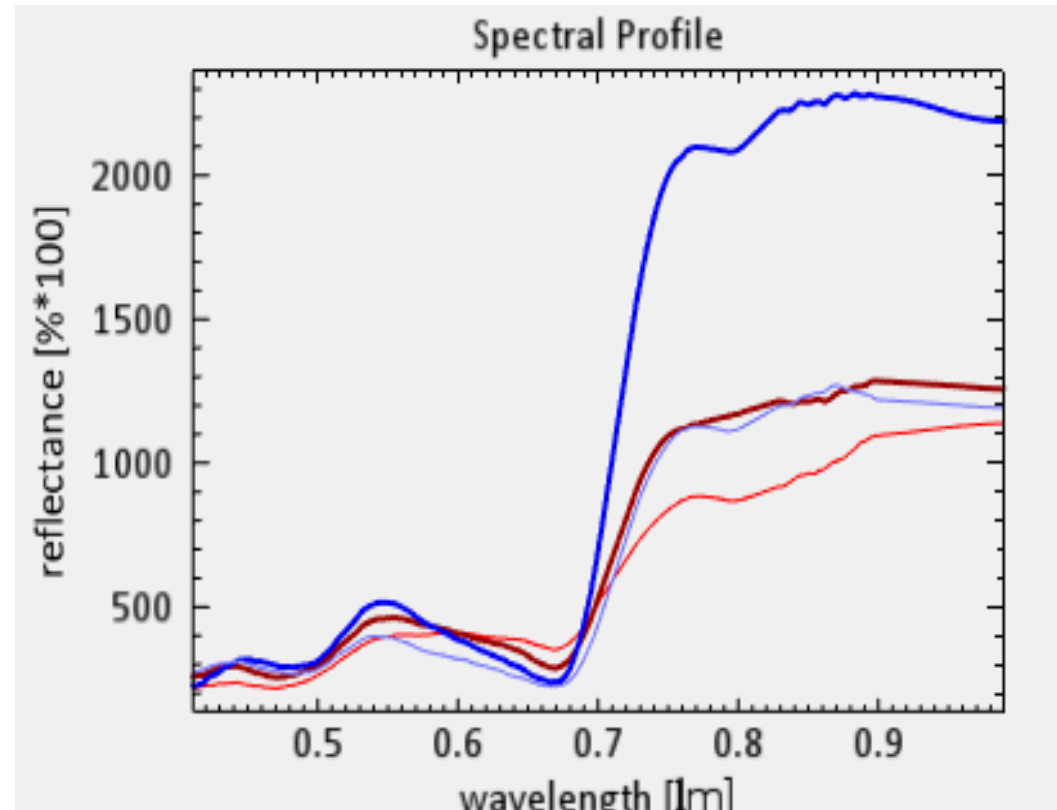
- $$MSR = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{RED}) - 1}{\sqrt{(\rho_{NIR} + \rho_{RED}) + 1}}$$



Firmas espectrales imágenes hiperespectrales

Se analizaron las firmas espectrales de las muestras que tenían mayor contenido de metales pesados, y se contrastó con aquellas ubicadas a más de 1000m del área de colapso.

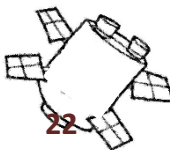
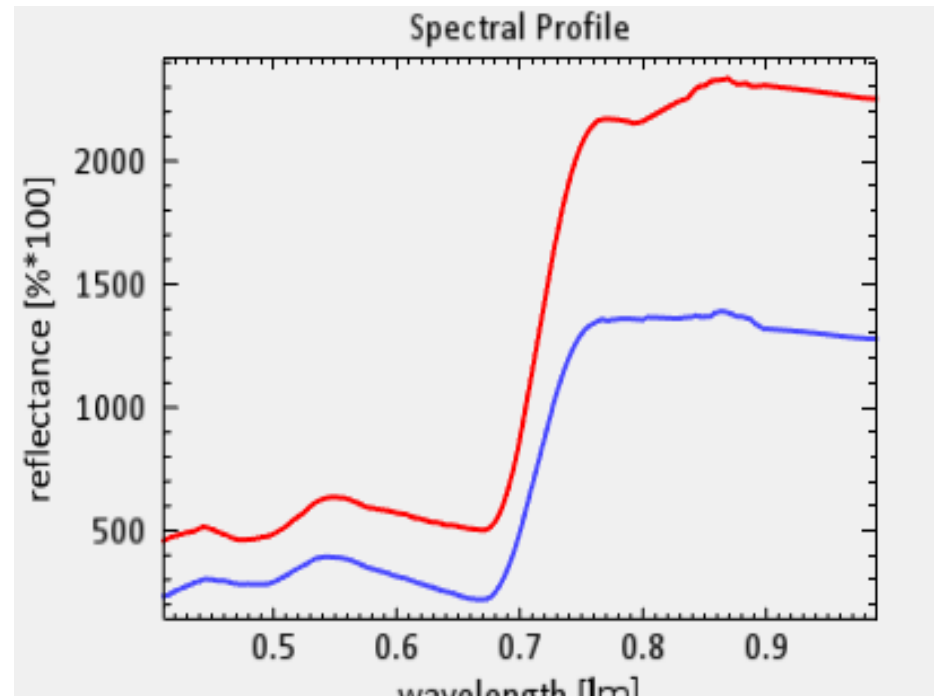
Aunque no se pudo detectar cual es el metal que tiene mayor influencia, si se puede observar el cambios significativos en la vegetación sobre el área de colapso.



Firmas espectrales radiómetro de campo

Línea roja es la Firma promedio del litre alejada de la influencia de los metales pesados, tomados en otra comuna.

Es la firma promedio del Litre en las cercanías del tranque de relave



Sitio web

<https://hemera.umayor.cl/>

¡Gracias!

