

#### CONTACTO

Raúl Pérez  
Planinform  
+56991415222  
[rperez@planinform.cl](mailto:rperez@planinform.cl)  
José Fernandez  
+56942907724  
[jfernandez@planinform.cl](mailto:jfernandez@planinform.cl)  
planinform.cl

## Cálculo de densidad en plantación de Pinus Radiata, post-raleo usando un sistema de conteo semiautomático de copas de árboles usando imágenes de muy alta resolución

### Objetivo

El objetivo de este trabajo es realizar un mapa de densidad de raleo, para observar áreas que están dentro y fuera de la prescripción, para esto se realizó un conteo de árbol individual basado en teledetección, usando imágenes de muy alta resolución (VHR).



## Metodología

A continuación, se enumeran los pasos para la estimación de la densidad del bosque.

### Paso 1

Verificar información necesaria antes de comenzar.

- Ortofoto del vuelo (Drone)

Las Ortofotos se obtuvieron de un vuelo con drone Inspire I a baja altura +-200 metros de altura, usando una cámara fotográfica de 12 megapíxeles, con lo que se obtiene una resolución espacial de 0.7 cm por píxel.

- Uso actual del predio (MINGEO.MB\_V\_QV\_L\_AREA\_US)

Solo el predio que necesitan

- Software (Arcgis Saga-gis,)

Importante, toda la información espacial debe tener el mismo sistema de referencia, en el caso de no tenerlo se debe ajustar.

Hay ocasiones donde un predio tiene varios vuelos que cubren todo el predio en esos casos deben rodalizar los sectores por el uso y pasar al paso 3.

### Paso 2 *Medir copas de manera manual*

Las proporciones aproximadas de las copas es importante para que los resultados se muevan dentro de ciertos rangos, se midieron diámetros de copas, 20 copas para calcular una media, máxima y mínima, luego esta distancia se usó como radios (mitad del diámetro) para realizar filtros y limpieza de las áreas de copas.

### Paso 3

Información raster y vectorial, hay que cargarlas en el Sistema Automatizado para Análisis Geo estadísticos versión 3.0 (SAGA GIS, 2017), los mosaicos con los que se trabaja son de aproximadamente 5-10 cm de resolución espacial para predios de entre 50 y 500 Hectáreas de superficie, la densidad de información es muy grande por lo que se recomienda bajar la escala a 50 cm guardando la característica que se necesita que es la mayor reflectancia del apice del pino (Maillard, 2016)

Tool Libraries\Grid\Tools\Resampling

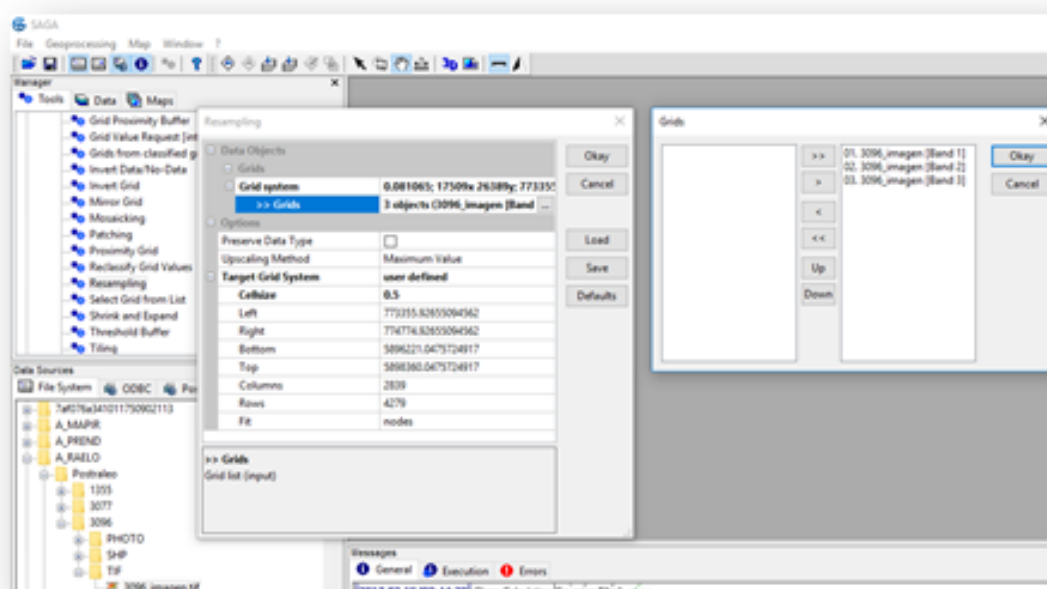


Imagen1: Recálculo de la matriz raster, se baja la escala a 0,5 metros y se utiliza el máximo valor a cada

### Paso 4

Se calculó un índice de vegetación basado en pendiente, Índice de Vegetación Normalizado (NDVI), usa infrarrojo cercano, pero como solo contamos con una foto de color real (321 RGB) la vegetación tiene una fuerte reflectancia en el después de la longitud de onda 800 nm pero también en lo que

corresponde a la banda verde.

Formula de NDVI:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$$

(Rouse, 1974)

NDVI: Índice de Vegetación Normalizado

NIR: Banda verde

R: Banda roja

*Tool Libraries\Imagery\Tools\Vegetation Index (Slope Based)*

#### Paso 5

Aplicar un filtro Gaussiano, para suavizar las copas, se decidió que el radio de búsqueda de copas será de 6 píxeles es decir, con tamaño de pixel de 0,5 metros, un radio de 3 metros aproximado, es decir no habrá dos copas dentro de este radio, este valor es clave.

*Tool Libraries\Grid\Tools\Gaussian Filter*

#### Paso 6

Se reclasifico el raster para tener un archivo binario donde solo tenga dos valores de peso cero para lo que es el suelo y uno para la vegetación, para esto se escoge un criterio de límite de vegetación, se observó visualmente un límite y se corroboro con el histograma de la imagen

*Tool Libraries\Grid\Tools\Reclassify Grid Values*

#### Paso 7

Usar la calculadora raster y crear un nuevo raster con valores solamente para la vegetación e intentando resaltar las copas, para esto se propuso una formula con la que se obtienen buenos resultados, basado en que el apice tiene la mayor reflectancia en las coníferas (Maillard, 2016) se utilizo la siguiente formula:

$[(R+G+B)NDVI]NDVI\_R$

Donde:

R : Valor de reflectancia en la banda roja

G : Valor de reflectancia en a banda verde

B : Valor de reffectancia en la band azul

NDVI : Índice de vegetación normalizado

NDVI\_R : Índice de vegetación normalizado reclasificado

Tool Libraries\Grid\Calculus\Grid Calculator

Paso 8:

Se aplicó el Paso 5 Filtro Gaussiano con los mismos parámetros ya que luego del cálculo perdió este atributo y hay que volver a calcularlo. Luego hay que segmentar los resultados, es decir generar un área alrededor del valor más alto, que es el ápice del árbol.

Tool Libraries\Imagery\Segmentation\Watershed Segmentation

Paso 9

Vectorización de las áreas de las copas,

Paso 10

Calculo de área y perímetro de cada copa

Paso 11

Eliminar de manera manual los residuos o áreas más pequeñas, cuando se calculó las estadísticas de las copas en el paso 2, se obtuvo un valor de diámetro mínimo, máximo y medio, en este caso se usará el mínimo y se eliminará todo lo de área menor a este valor.

Paso 12

Calculo del centroide de cada polígono, este valor es aproximadamente el ápice de un árbol.

Paso 13

Cortar los puntos con el área que me interesa es decir los rodales raleados.

Paso 14

Calculo de densidad

