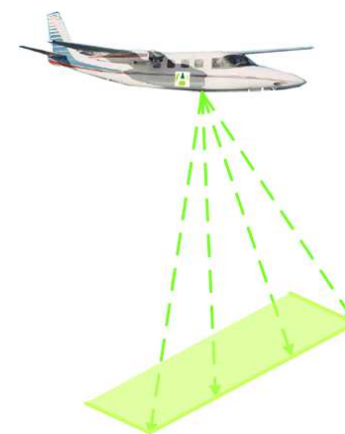




Inventario biomasa en masas de matorral mediante el uso de LIDAR



Pablo Sabín Galán
Valladolid, septiembre 2015



OBJETIVOS



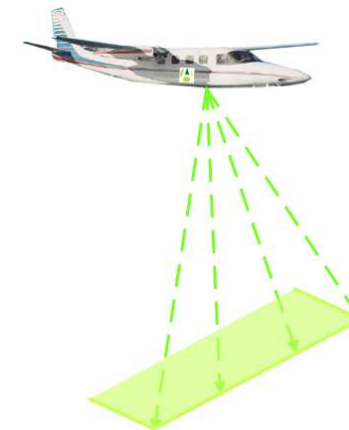
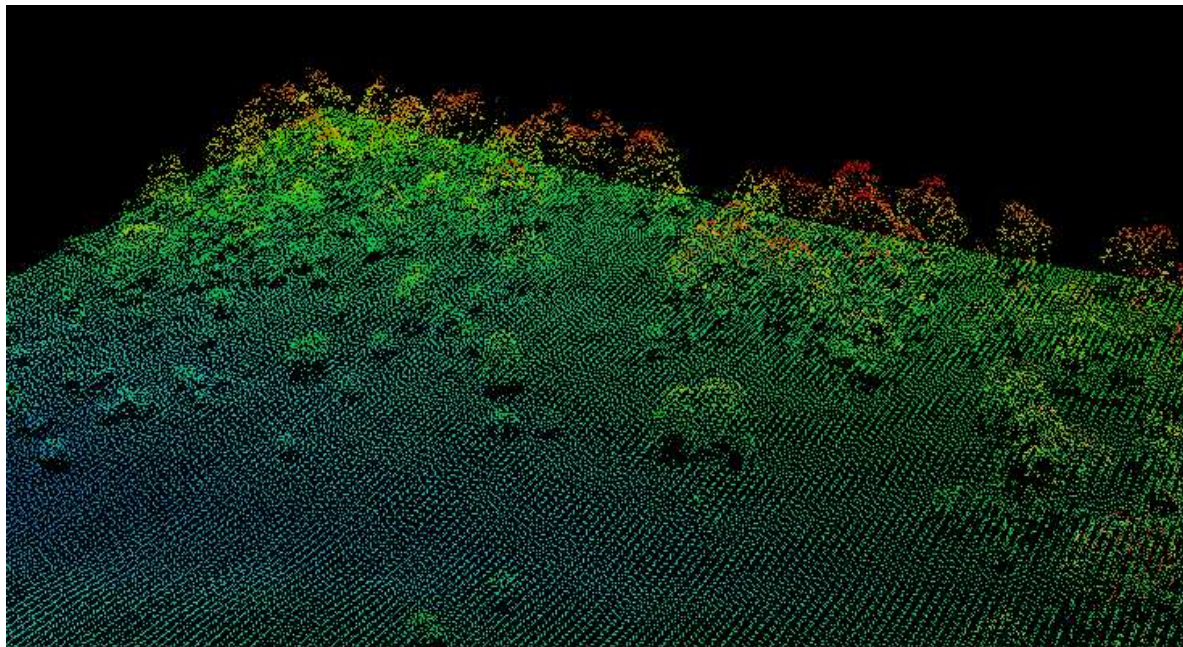
- Localizar las zonas potenciales de aprovechamiento de biomasa
- Cuantificar la biomasa procedente de matorral disponible a partir de tecnología LIDAR



INTRODUCCIÓN TECNOLOGÍA LIDAR



- El LiDAR (Light Detection And Ranging) es un **sistema activo** de detección remota basado en un **escáner laser**.
- Permite obtener información tridimensional del terreno (suelo y vegetación).



INTRODUCCIÓN TECNOLOGÍA LIDAR

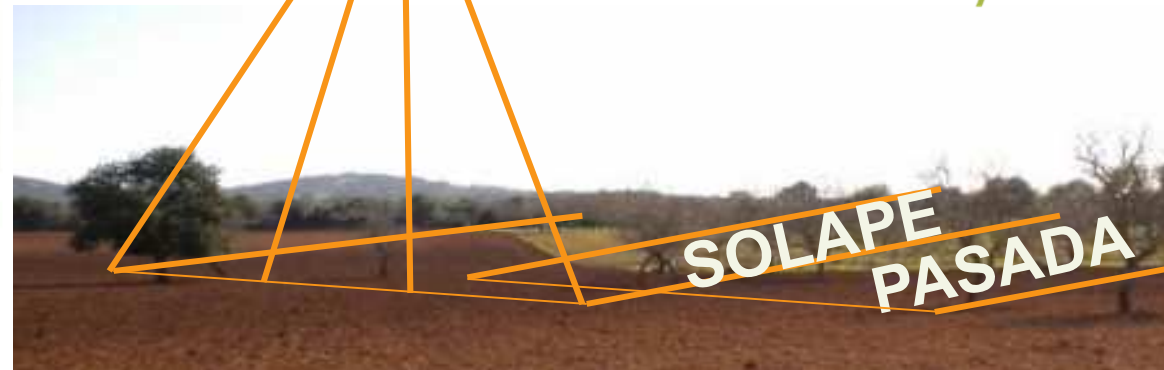


Equipo LiDAR:

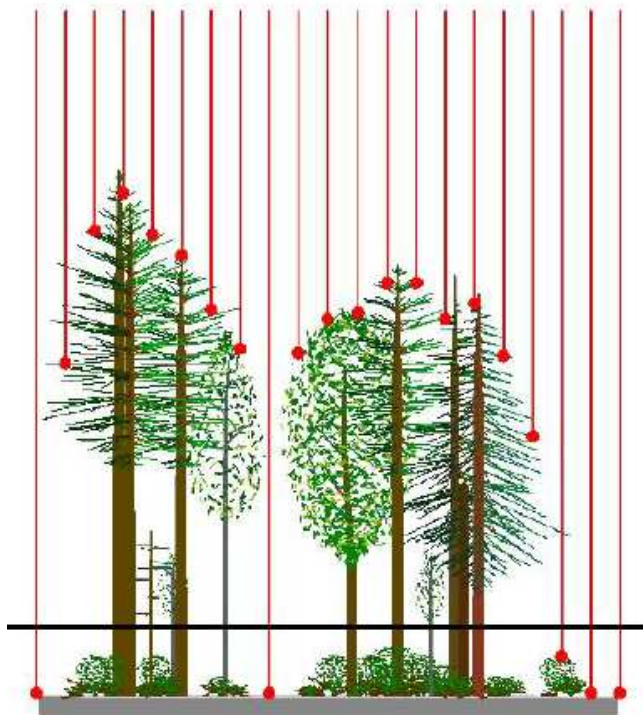
- Sensor laser
- Receptor GPS
- Sistema Inercial de Navegación (INS)
- Ordenador



$$R = c * t / 2$$



INTRODUCCIÓN TECNOLOGÍA LIDAR



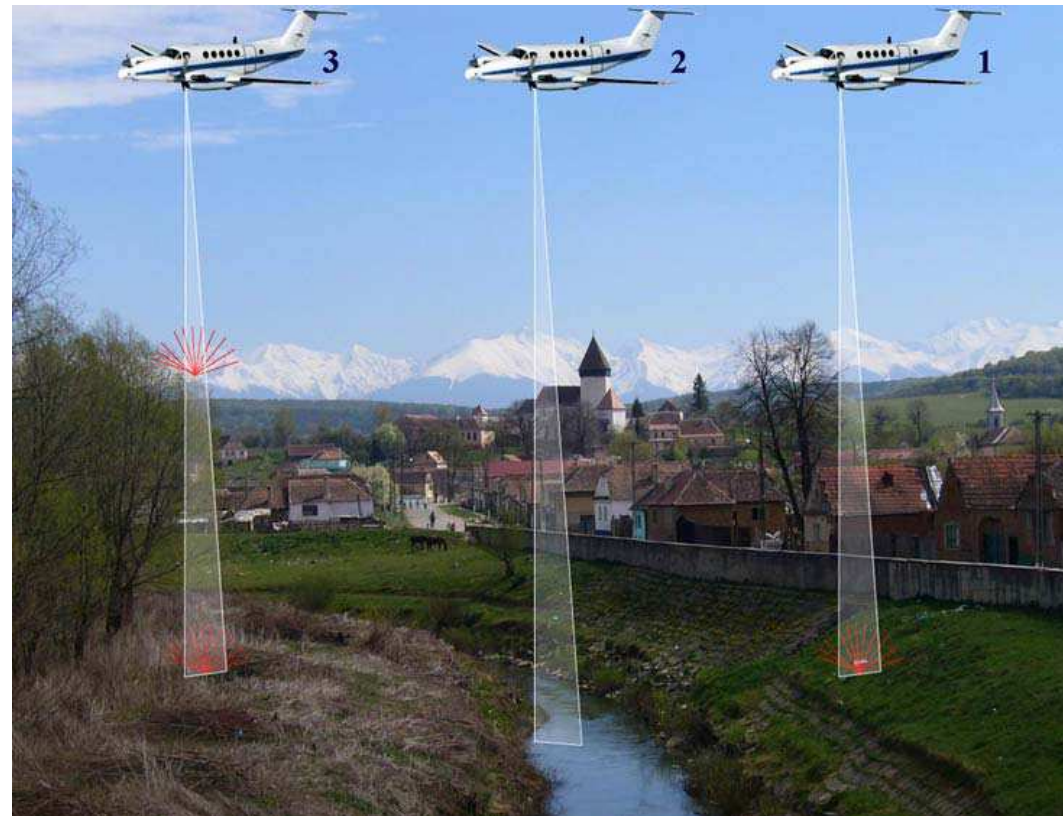
- **Sensor Laser:** fuente laser, detector laser, mecanismo de escaneo, sistema de cronometraje y ordenador; **Pulsos discretos;** Banda del **infrarrojo cercano (1064 nm);** Frecuencia de 150.000 Hz.; Campo de visión (FOV) variable; **GPS** en tiempo real; **densidad de puntos** en función de la configuración del sensor y del diseño del vuelo (de menos de 1 pto/m2 has más de 20); Ordenador con **software de captura.**



INTRODUCCIÓN TECNOLOGÍA LIDAR



- En superficies sólidas se produce un único retorno.
- En el agua no se produce retorno del pulso.
- En las cubiertas vegetales se obtienen más de un retorno.



Fuente: www.dielmo.com



INTRODUCCIÓN TECNOLOGÍA LIDAR



Vegetación

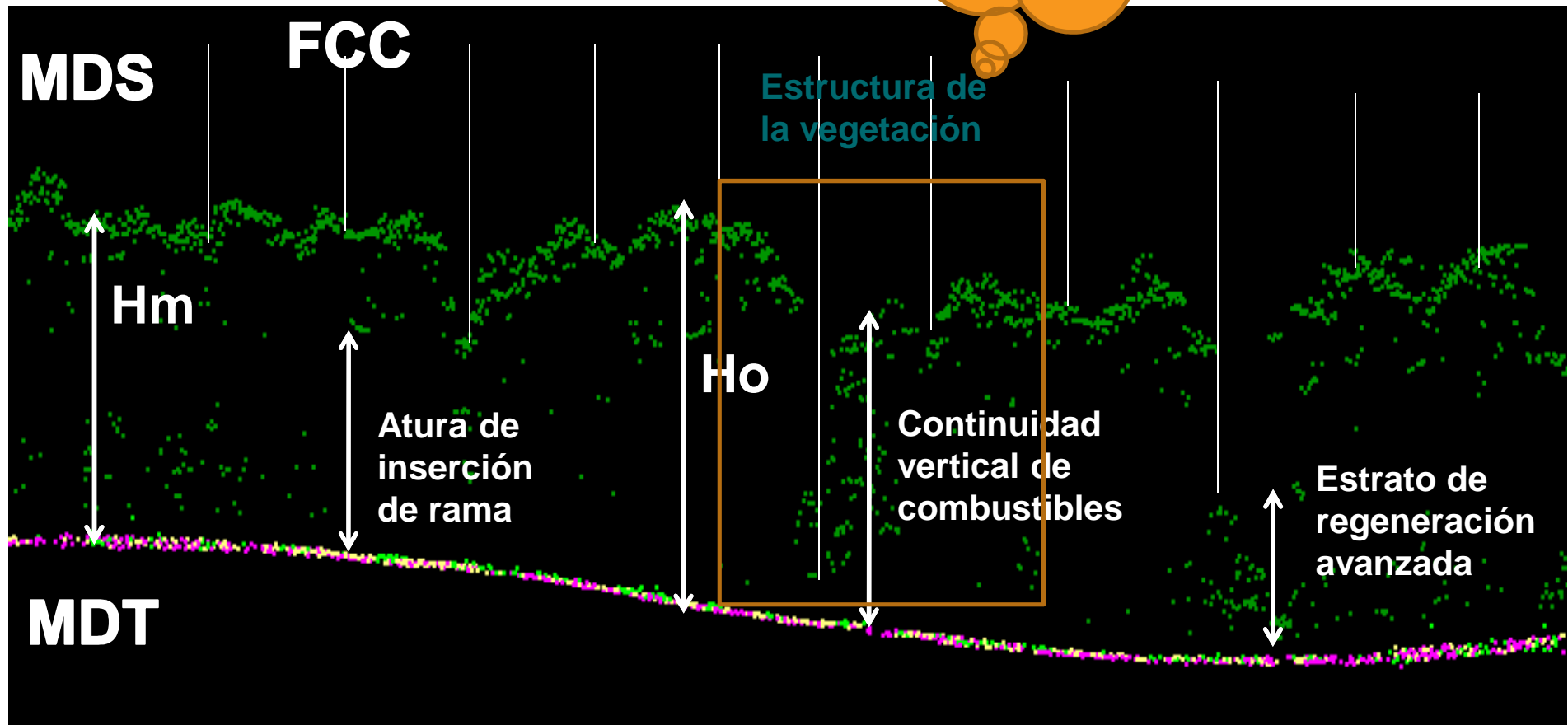


Varios retornos por pulso



INTRODUCCIÓN TECNOLOGÍA LIDAR

Modelo de combustible, continuidad del combustible, gestión de especies protegidas,....



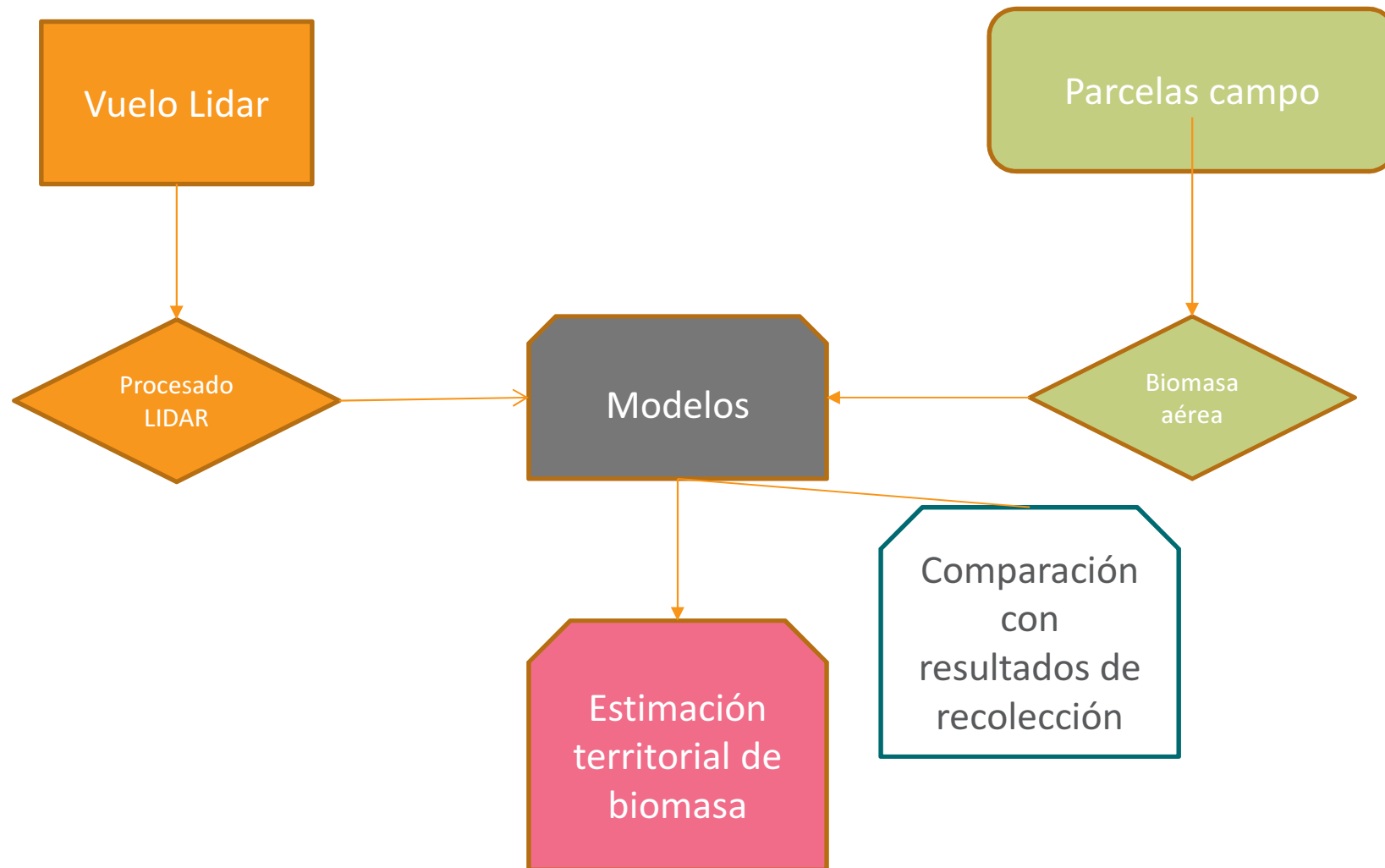
METODOLOGÍA



1. Obtención datos Lidar para el área de estudio.
2. Reclasificación nube puntos (suelo / matorral)
3. Cálculo estadísticos de vegetación
4. Análisis de variabilidad del matorral
5. Inventario de campo
6. Ajuste de modelos de regresión
7. Identificación de grandes superficies matorral
8. Estimación de biomasa

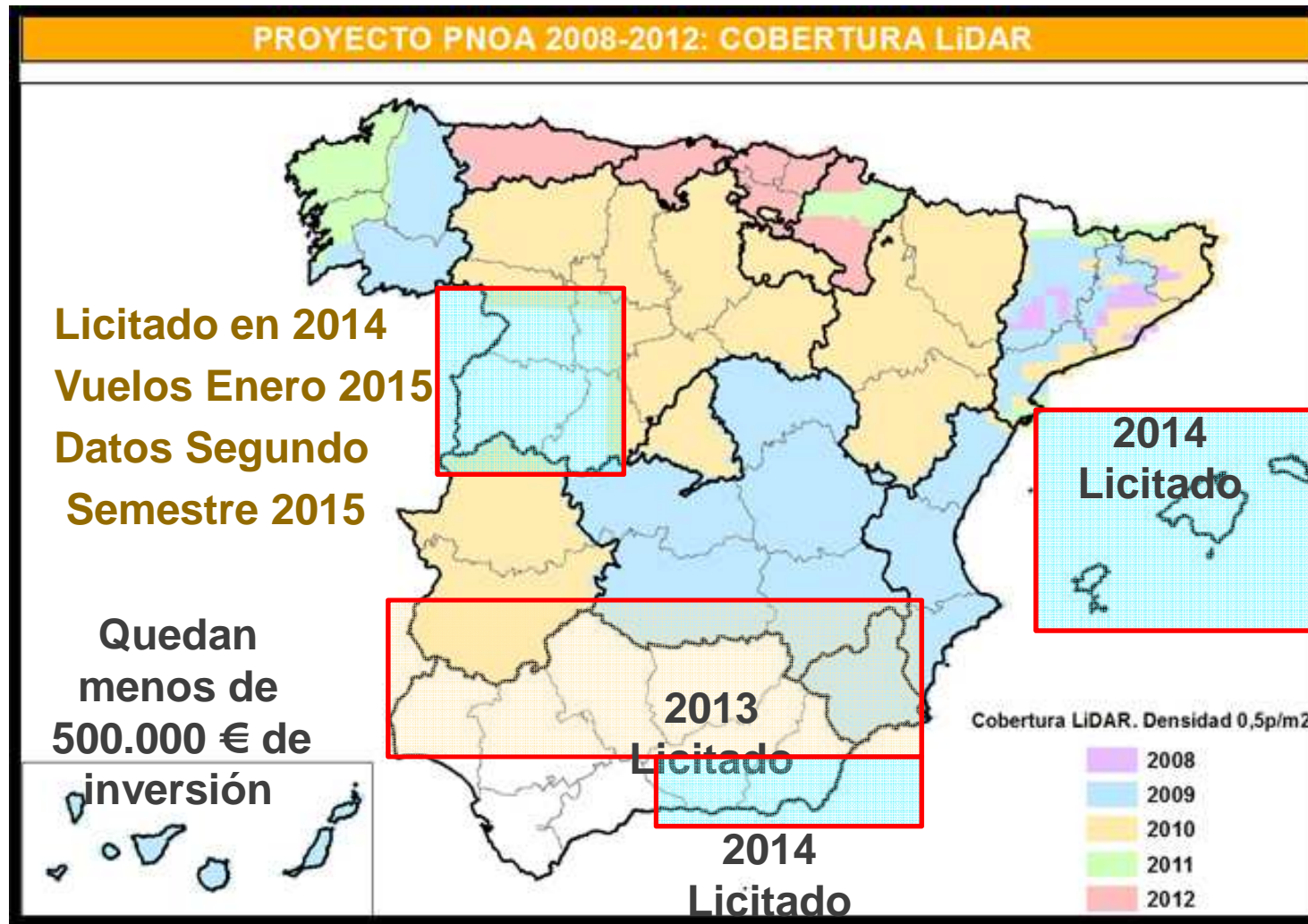


METODOLOGÍA



1. Datos LiDAR disponibles

Plan Nacional Ortofotografía Aérea (PNOA)



1. Datos LiDAR disponibles

Características vuelo PNOA: Archivo en formato LAS, distribución en Hojas de 2x2 Km, Densidad Media Teórica: 0,5 puntos/m², Alturas: elipsoidales, Sistema de Referencia Geodésico ETRS89, Proyección UTM Huso 30

	Densidad Nominal (p/m ²)	Distancia nominal entre puntos (m)	Precisión altimétrica de la nube de puntos
LiDAR	0,5	1,4	RMSE z ≤ 0,20 m



1. Datos LiDAR disponibles

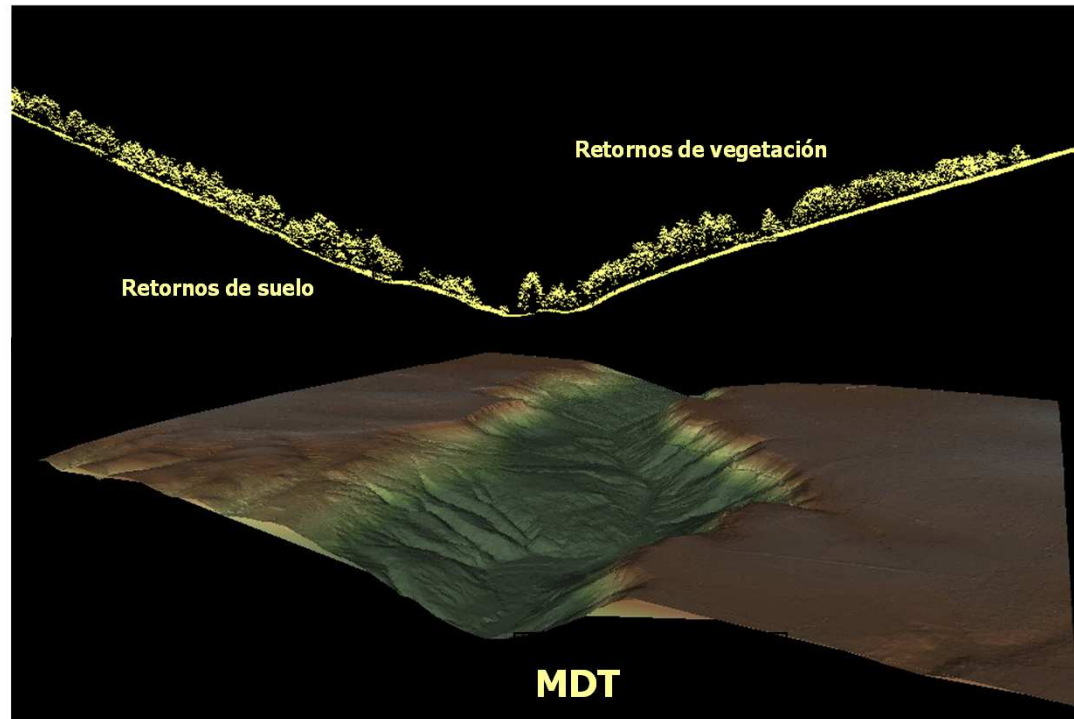
Plan Nacional Ortofotografía Aérea (PNOA)

- ✓ Los **vuelos** del PNOA **no están configurados para aplicaciones forestales**, los datos podrían ser mejores, hay información limitada en las zonas de matorral.
- ✓ La **densidad** de puntos del PNOA (0,5 pulsos/m²) es **insuficiente** para trabajar en zonas donde se necesite un elevado nivel de detalle.
- ✓ El PNOA **es una foto fija no incorpora los cambios traumáticos** que haya podido sufrir la masa desde el momento del vuelo: incendios, cortas, etc.
- ✓ **No existe garantía de que se hagan vuelos periódicos:** la vegetación y en concreto el matorral crece deprisa y nuestros datos **empiezan a estar desfasados.**



2. Clasificación nube puntos LiDAR

Generación de modelos digitales de elevaciones (MDE)



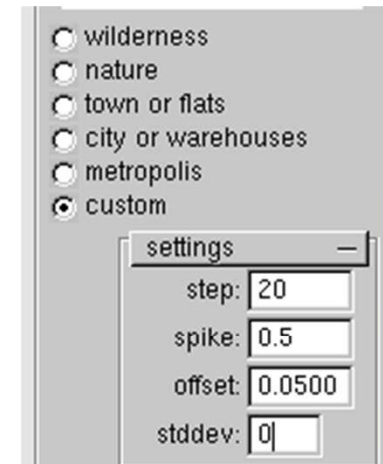
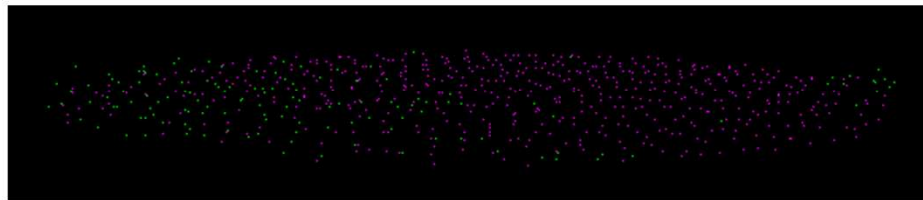
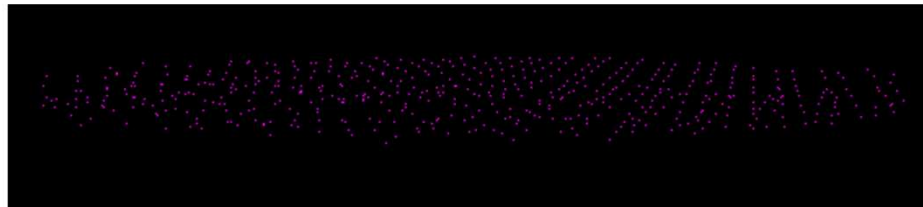
Normalización de los retornos láser clasificados como vegetación



2. Clasificación nube puntos LiDAR

Se trabajó con distintos procesados de la nube de puntos LiDAR.

Reclasificación



Arriba captura de datos LiDAR sin reclasificar, abajo captura de datos LiDAR reclasificados, en los puntos verdes se aprecia como "aparece vegetación"

Configuración seleccionada

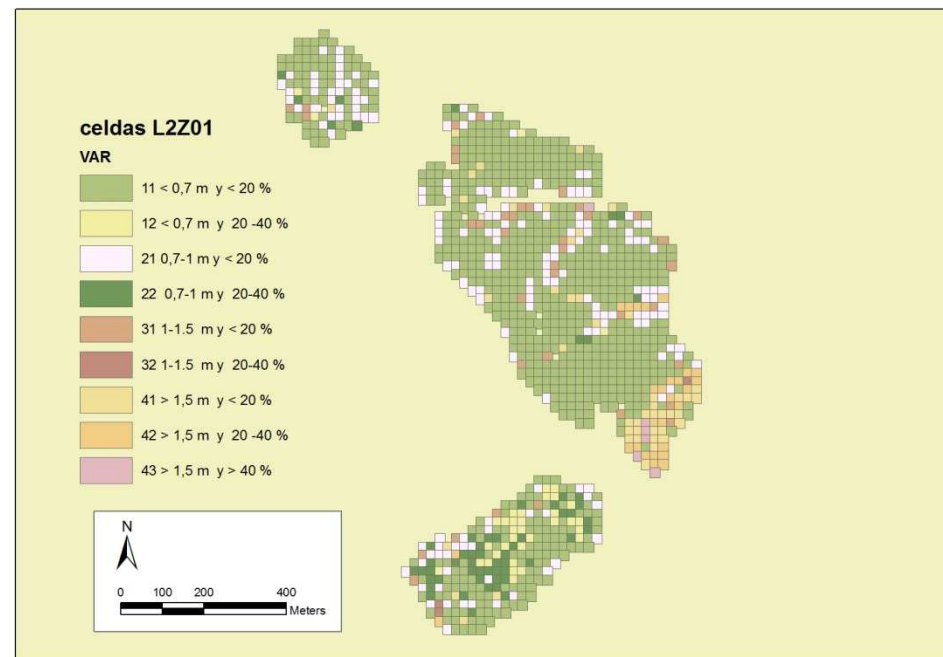


3. Cálculo estadísticos de vegetación

Cálculo de estadísticos de estructura de la vegetación

se han utilizado todos los retornos clasificados como vegetación por encima de 0,4 metros sobre el suelo en celdas cuadradas de 20 metros de lado.

Se eliminaron los retornos por encima de la altura máxima del matorral.



Soria_Ceder_L2Z02	Hm	P95	FCC
Min	0,43	0,46	2,02
Max	6,57	10,38	78,01
Promedio	1,48	2,76	21,35

Soria_SPedro_L2Z01	Hm	P95	FCC
Min	0,42	0,43	0,39
Max	11,07	18	59,67
Promedio	0,83	1,38	18,5

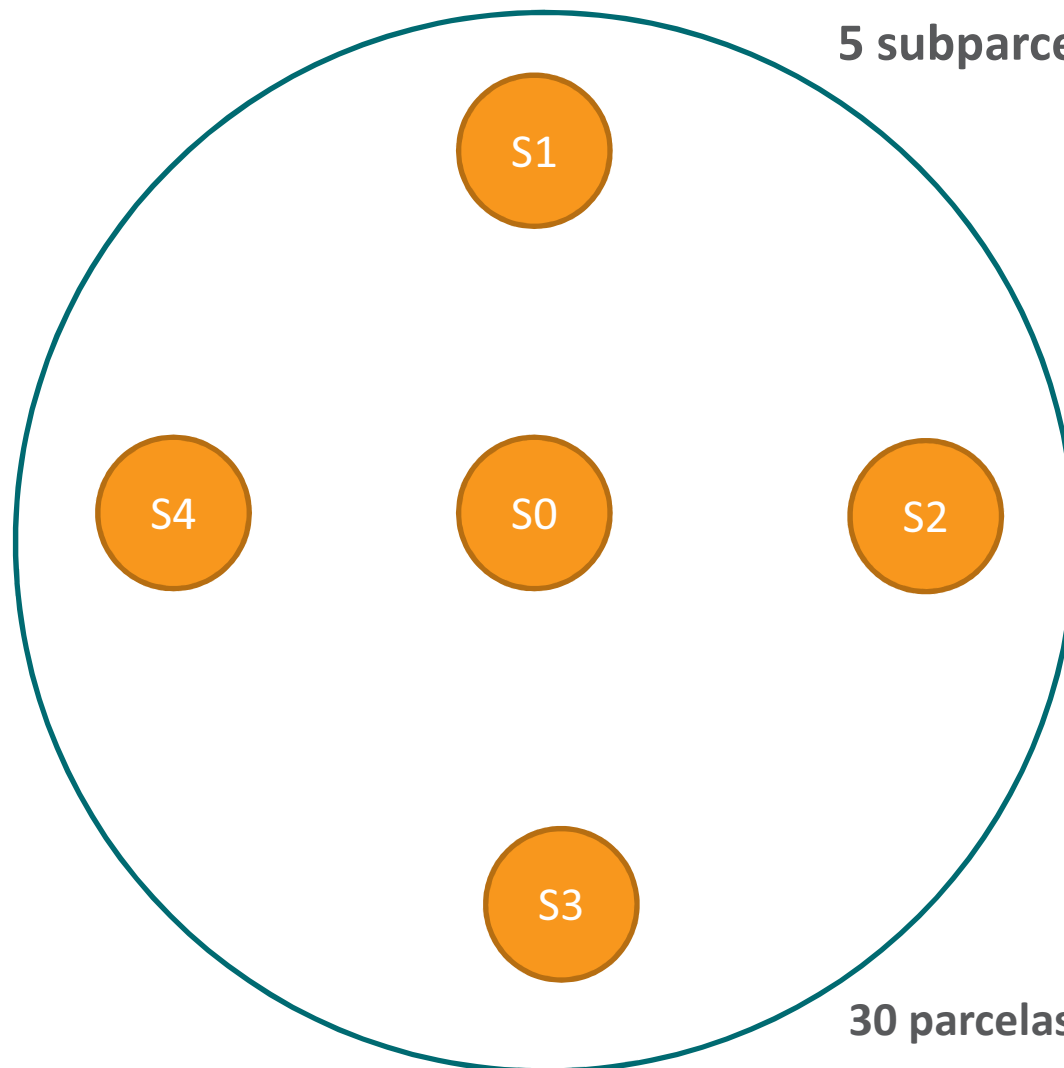
FCV	Rango (valor actual)
FCC	<33%
	33-66 %
	>66 %
HM	< 0,7 m
	0,7-1 m
	1-1,5 m



5. Inventario de campo

Parcela de 11,3 m de radio

5 subparcelas de 2 m de radio



30 parcelas por tipo de vegetación



5. Inventario de campo

Calibración de modelo con parcelas del monte.

Precisiones submétricas de levantamiento GPS de parcelas de campo

Base Trimble 5700



Móvil Trimble R6



Flujo de trabajo

Con el GPS Topográfico En función de la disponibilidad de cobertura móvil:



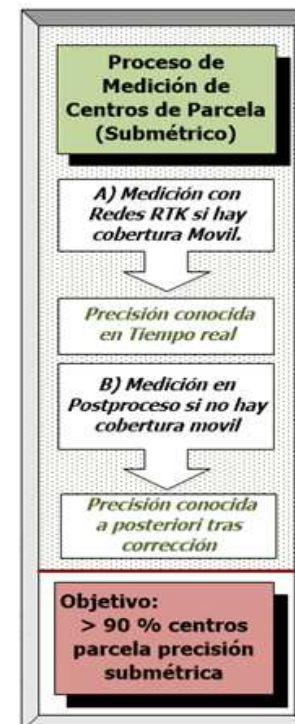
Trimble Geoexplorer GEO7X

- GPS bifrecuencia con capacidad GNSS y precisión de 10 cm en postproceso
- Equipo de Mapping: carga cartografía

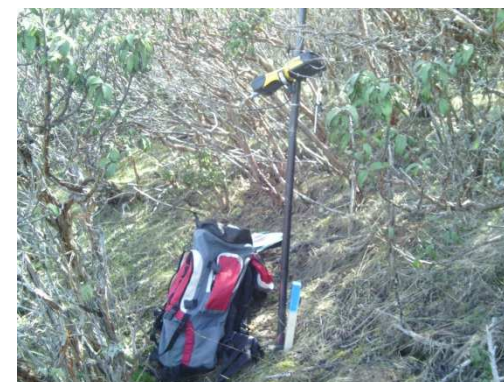
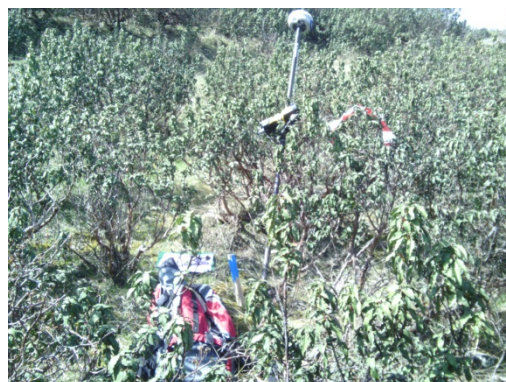


Leica Zeno 10

- Agresta cuenta con 1 unidades, estos equipos permiten el replanteo de parcelas y la toma de datos sobre un SIG en el mismo terminal. Son GPS con precisión submétrica,



5. Inventario de campo



Biomasa aérea. Datos de campo: Biomasa (corte y pesado)

Crecimiento en altura: Datos de campo: altura y edad



5. Inventario de campo



6. Ajuste de modelos de regresión

BASE DE DATOS

Resumen de la base de datos original

	mean	sd	Min	Máy	nº parcelas
Hm (m)	1.60	0.28	0.55	1.90	30
Biomasa seca (t/ha)	15.46	6.86	1.17	29.29	30

2 parcelas con valores atípicos (outliers)

Resumen de la base de datos depurada

	mean	sd	Min	Máy	nº parcelas
Hm (m)	1.65	0.18	1.20	1.90	28
Biomasa seca (t/ha)	15.90	6.75	1.17	29.29	28

Se estudió si las 2 zonas de parcelas constituían 1 ó 2 estratos: estadísticamente forman un solo estrato.



6. Ajuste de modelos de regresión



Se buscaron modelos lineales, potenciales, exponenciales, polinómicos y no lineales.

Resumen de modelos seleccionados

Modelo	R ²	RMSE (t)
$B1=0.0077*(LFCC*((Elev.P90-Elev.P40)/(Elev.P90-Elev.mean)))^1.873*(LFCC*(Elev.P95-Elev.P60))^{-0.527}*Elev.P05^{-2.2668}$	0.89	3.64
$B2=15.824+(0.508*LFCC)-(0.645*(Percentage.first.returns.above.mean*(Elev.P40-Elev.P10)))-34.943*Elev.P05$	0,81	2.96

Bondad de ajuste

B1 (potencial)	Absoluto	Relativos
Sesgo	-0.27	-1.68%
eam	2.41	15.15%
rmse	3.64	22.89%
R ²	0.89	-

B2 (lineal)	Absoluto	Relativos
Sesgo	-0.00004	-0.0003%
eam	2.09	13.16%
rmse	2.96	18.58%
R ²	0.81	-

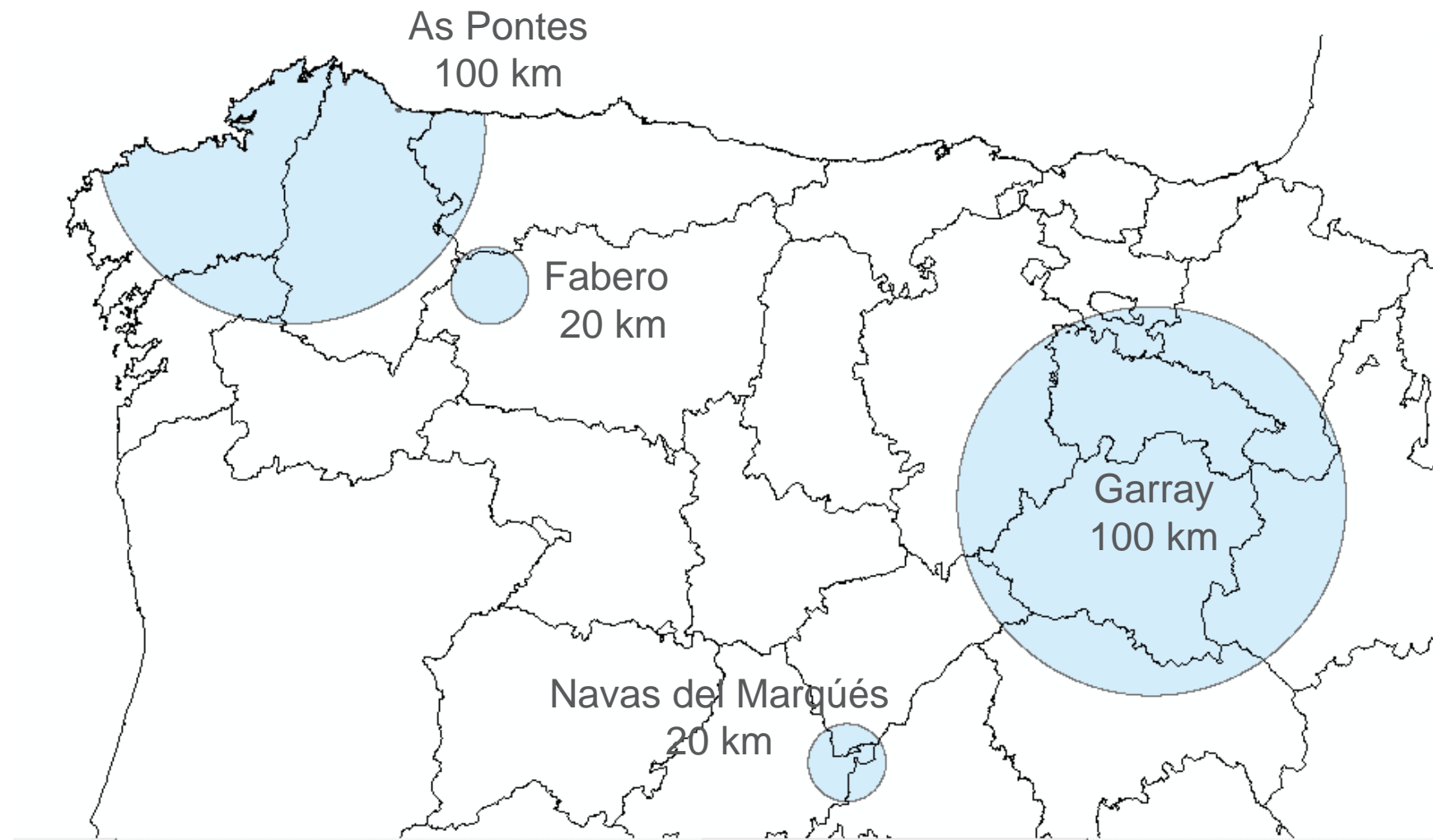
Validación cruzada

B1 (potencial)	Modelo	Relativos
Sesgo	-0.018	-0.69%
eam	0.206	7.89%
rmse	0.300	11.46%
R ²	0.81	-

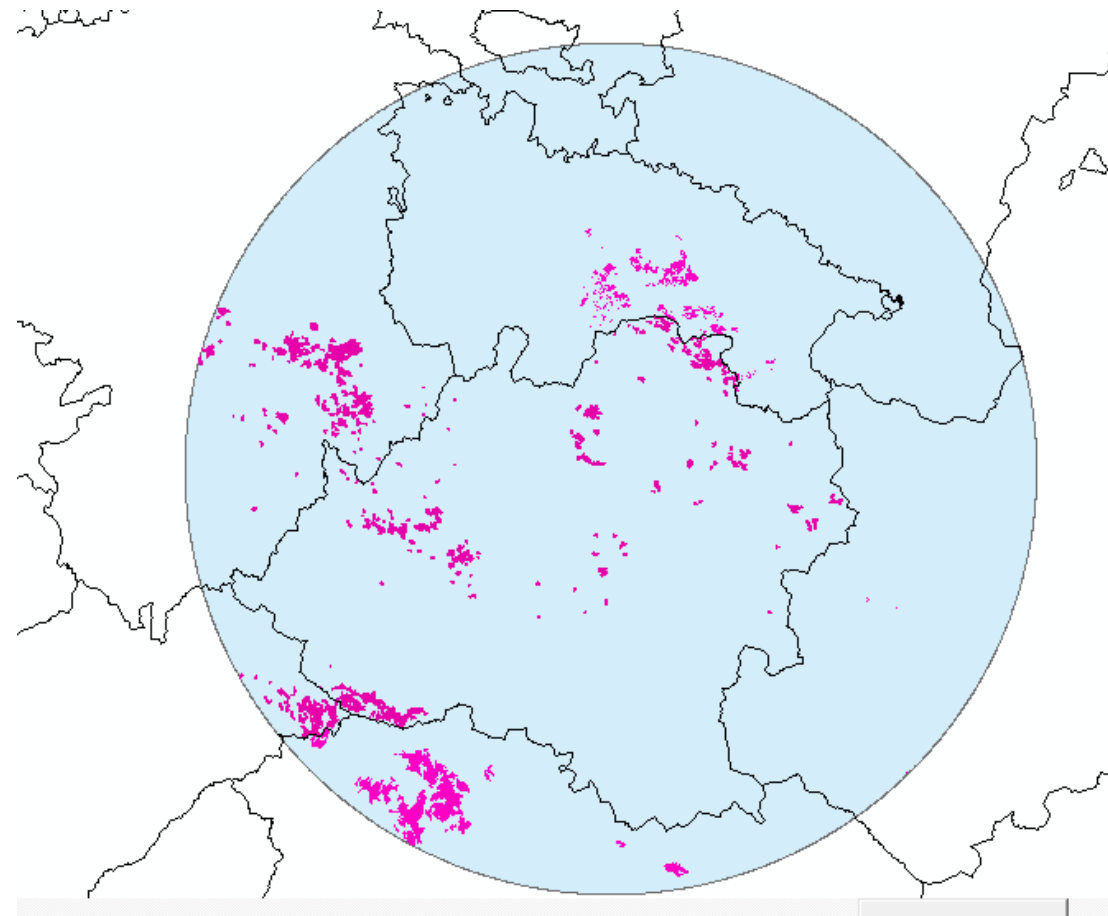
B2 (lineal)	Modelo	Relativos
Sesgo	-0.012	-0.08%
eam	2.424	15.24%
rmse	3.394	21.35%
R ²	0.75	-



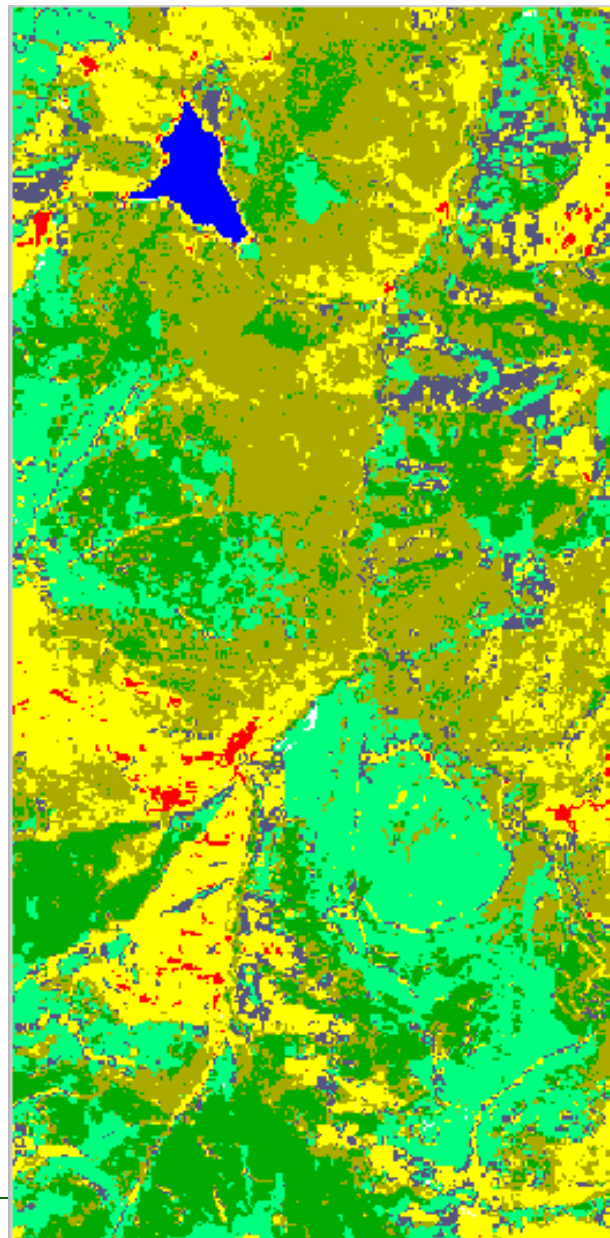
7. Identificación superficies matorral



7. Identificación superficies matorral



7. Identificación superficies matorral



Detección de áreas de matorral en un radio de 100 km-20 km

Fuentes MFE

Ensayo teledetección

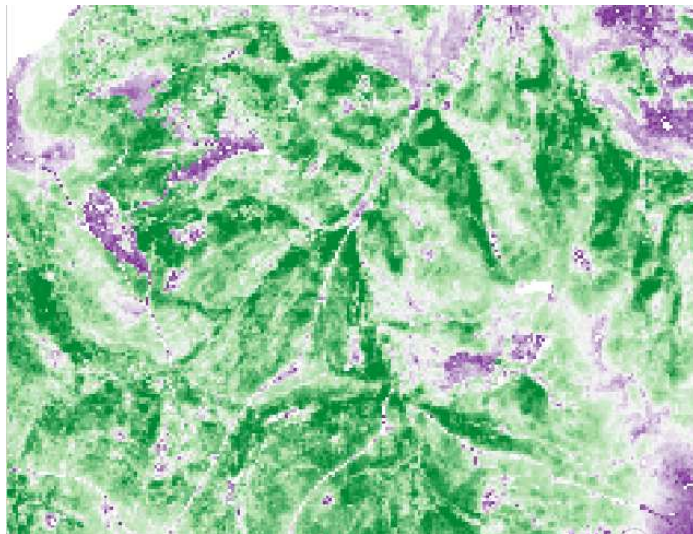
1. Imágenes Landsat del año 2014-2015

2. Clasificación supervisada basada en Random Forest

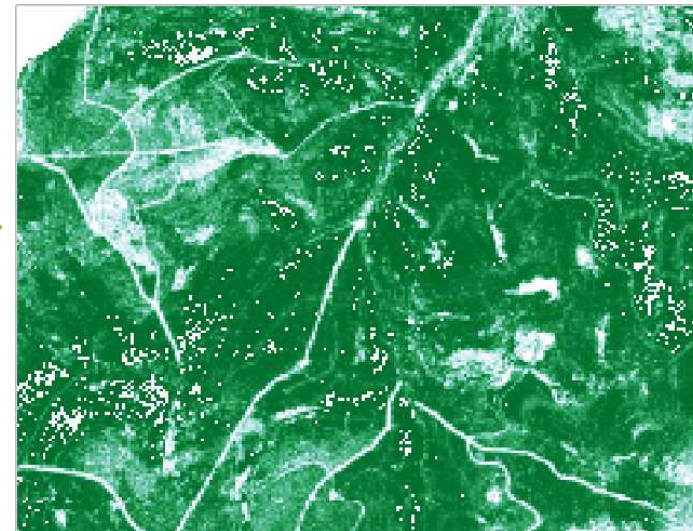
3. Variables predictoras (espectral, índices de vegetación, texturas, derivadas MDT)

8. Estimación de biomasa

Procesado del LiDAR en áreas potenciales de producción de biomasa de matorral



Estadísticos lidar



Biomasa

