

Integración de campos de calibración para receptores GNSS bajo cubiertas forestales mediante Sistemas de Información Geográfica

Marco Antonio Blanco-Vázquez¹, Marcos Faba-Fernández², Elena de Caso-Carrera³, José Ramón Rodríguez-Pérez⁴

Grupo de Investigación GI202: Geomática e Ingeniería Cartográfica (GEOINCA). Universidad de León. E.S.T. I.A.

Avda. de Astorga s/n. 24400-Ponferrada (León). Tel: +34 987 442 000; Fax: +34 987 442 070

¹ marco.blancovaz@gmail.com; ² markitos_0032@hotmail.com; ³ elenadcc@gmail.com; ⁴ jr.rodriguez@unileon.es

Introducción y objetivo

- Los receptores GNSS (Global Navigation Satellite System) cada vez se usan más en diferentes ámbitos. Uno de ellos es el forestal en el que el propio medio influye en el funcionamiento de los mismos. Según las necesidades del usuario este necesitará conocer la incertidumbre en las medidas que realizará en campo para saber si la medición con este tipo de sistemas es factible para sus fines.
- Las características de las masas forestales (especie de árbol, número de pies por hectárea, alturas significativas...) afectarán en mayor o menor medida al funcionamiento de los receptores
- Objetivo**
 - El objetivo fundamental de este trabajo es ofrecer a los usuarios de sistemas de navegación satelitales de cualquier tipo la posibilidad de evaluar los datos registrados por los mismos bajo masas forestales permanentes caracterizadas.
 - Se establecieron puntos de estudio que pertenecen a redes topográficas de modo que se conocen sus coordenadas precisas y las características de las parcelas en las que se sitúan. Los datos topográficos y forestales se difundirán a través de Internet mediante servicios Open Geospatial Consortium (OGC).

Zona de estudio

- Los campos de calibración se encuentran en tres localizaciones de la Provincia de León en la Comunidad Autónoma de Castilla y León (Noroeste de España). Concretamente en los municipios de Sancedo (*Pinus radiata*), Manzanal del Puerto (*Pinus sylvestris*) y Villoria de Orbigo (*Populus sp.*)
- Se han escogido estos emplazamientos porque en cada una de las zonas hay una especie con parcelas de diferentes características, lo cual permitirá contemplar dentro de cada tipo de cobertura forestal diferentes propiedades y estados de la cubierta.



Figura 1. Localización de los campos de calibración

Material

- Instrumentos topográficos:
 - Receptor GNSS TOPCON Hiper +
 - Estación total Pentax R-326EX
 - Nivel óptico automático AP-128
- Instrumentos de inventariado forestal
 - Forcípula (toma de diámetros)
 - Hipsómetro VERTEX (medida de alturas)
 - Cámara reflex con objetivo de "ojo de pez" (toma de fotografías hemisféricas)
- Software informático.
 - Protopo (cálculo de redes)
 - Hemiview (procesado de fotografías hemisféricas)
 - gvSIG

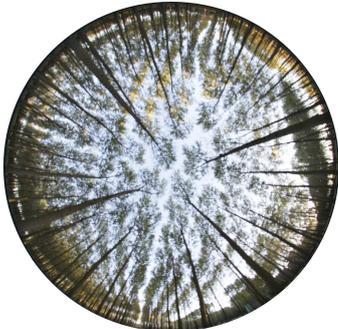


Figura 2. Fotografía hemisférica que será procesada para obtener datos de índole forestal sobre la parcela en la que se halla el punto de estudio

Metodología

- El trabajo se desarrolló en cuatro fases:
 - Elección de la localización de los campos de calibración y materialización de los mismos**
 - Se diseñaron tres redes de puntos, una para cada especie. Cada red está formada por doce puntos en los que al menos se identifican tres tipos de parcela.
 - Los parámetros determinantes para la elección fueron el número de árboles por hectárea (N) y la altura dominante (H0).
 - Inventario forestal**
 - Se realizó para caracterizar las parcelas forestales y para ello se siguieron estos pasos:
 - Medición de distancias del ejemplar al centro de la parcela (sólo para *Pinus radiata* y *Pinus sylvestris*) y etiquetado del mismo.
 - Medición de diámetros del ejemplar con la forcípula.
 - Medición de las alturas de interés con el VERTEX (altura total, copa viva, copa muerta...).
 - Observación de particularidades del árbol (bifurcaciones, ramas rotas, enfermedades...).
 - Toma y procesado de fotografías hemisféricas en cada uno de los puntos de estudio.



Figura 3. Parcela de *Pinus sylvestris*



Figura 4. Parcela de *Populus sp.*

3. Creación de las redes topográficas

- Se crearon redes topográficas para la determinación de las coordenadas precisas:
 - Materialización y observación con técnicas GNSS de dos puntos visibles entre sí en terreno despejado próximos al grupo de parcelas. De estos puntos comenzaron el itinerario y la nivelación.
 - Materialización de puntos intermedios del itinerario.
 - Realización del itinerario cerrado desorientado con la estación total, cálculo y compensación proporcional a las distancias parciales, con lo que se obtienen las coordenadas X e Y. La Z se desestima ya que se calcula en el siguiente punto.
 - Nivelación geométrica por el punto medio con nivel óptico automático y compensación de la misma en función de los incrementos de cotas parciales.



Figura 5. Red topográfica para tres puntos de estudio

4. Implementación de los datos en el SIG y subida de la información a un servidor de cartografía

- Los datos topográficos y forestales se georreferencian y se implementan en un solo Shapefile con el gvSIG.
- Posteriormente se suben al servidor de cartografía para que queden accesibles a los usuarios mediante servicios WMS (Web Map Service) y WFS (Web Feature Service). Este punto está en fase de desarrollo.

Resultados y conclusiones

- Terminado el trabajo se obtuvo una base de datos georreferenciada e implementada en un SIG de los campos de calibración para receptores GNSS.
- Los datos forestales de las parcelas podrán ser actualizados con el paso del tiempo a medida que las parcelas vayan sufriendo los cambios de crecimiento de cualquier otra forma como la acción del hombre.
- Las coordenadas precisas de los puntos de estudio y las características forestales de las parcelas permanecerán en el servidor para que puedan ser consultadas vía Internet mediante servicios Web Map Service y Web Feature Service.

Tabla 1. Coordenadas de las parcelas de *Pinus radiata* en Sancedo

Punto	X (ETRS89 HZ29N, m.)	Y (ETRS89 HZ29N, m.)	Z (elipsoidal, m.)
H1	696104.085	4729765.506	1013.058
H2	696058.407	4729778.172	1013.634
H3	696070.646	4729730.297	1013.156
H4	693652.691	4728368.262	914.071
H5	693696.826	4728436.371	919.357
H6	693673.882	4728454.829	922.048
H7	696069.861	4729585.529	1004.861
H8	696052.126	4729567.401	1002.306
H9	695564.601	4728789.088	989.508
H10	694478.939	4728446.480	953.843
H11	694457.828	4728452.214	955.488
H12	694450.002	4728474.381	954.118

- Con la creación de campos de evaluación se consigue contemplar ciertas circunstancias tipo que se dan bajo cubiertas forestales y relacionarlas con la eficiencia de los receptores trabajando en estas condiciones y de los sistemas GNSS en general
- La integración de estos campos de calibración en Sistemas de Información Geográfica ofrece la posibilidad de visualizar los datos de un modo sencillo debido a las ventajas de la georreferenciación y a la capacidad de análisis que brinda este tipo de software.
- El uso de SIG para la representación de los datos permite a los interesados un entorno amigable y de alta interoperabilidad que le permite agregar otros datos de su interés fácilmente sea cual sea su grado de conocimiento en este ámbito.
- Todo el trabajo de Sistemas de Información Geográfica se ha realizado con software Open Source por lo que el coste de creación de los datos y de su difusión es cero.