

# EL USO DEL LIDAR COMO HERRAMIENTA DE PROSPECCIÓN DE ASENTAMIENTOS DE LA EDAD DEL HIERRO EN EL NOROESTE PENINSULAR

## EL CASO DE A ESTRADA

---

**MIKEL DÍAZ RODRÍGUEZ** Universidade de Santiago de Compostela, Grupo de Estudos para a Prehistoria do Noroeste Ibérico - Arqueoloxía, Antigüidade e Territorio, [mikel.diaz.rodriguez@gmail.com](mailto:mikel.diaz.rodriguez@gmail.com)

**ALBA ANTÍA RODRÍGUEZ NÓVOA** Becaria Predoctoral del Plan I2C de la Xunta de Galicia, Universidade de Santiago de Compostela, Grupo de Estudos para a Prehistoria do Noroeste Ibérico - Arqueoloxía, Antigüidade e Territorio, [albaantia.rodriguez@gmail.com](mailto:albaantia.rodriguez@gmail.com)

**ESTEVO AMADO RODRÍGUEZ** Universidade de Santiago de Compostela, Grupo de Estudos para a Prehistoria do Noroeste Ibérico - Arqueoloxía, Antigüidade e Territorio, [estevaamado@gmail.com](mailto:estevaamado@gmail.com)

---

**RESUMEN** A partir de un traballo de investigación do Grupo de Estudos para a Prehistoria do Noroeste Ibérico - Arqueoloxía, Antigüidade e Territorio sobre a Edad do Hierro en o ayuntamiento de A Estrada (Pontevedra), se planteou a necesidade de generar un catálogo lo máis completo posible de castros coñecidos. Para iso, se realizou un vaciado de las fichas de la Dirección Xeral de Patrimonio Cultural y de la bibliografía disponible. El listado obtenido era amplio, pero escaso en cuanto a las referencias o datos sobre los yacimientos; en ocasiones, incluso carecían de coordenadas o estas no se correspondían con el yacimiento. Con esta situación, era necesario realizar una prospección en campo para afinar el catálogo todo lo posible. Para facilitar el trabajo en campo, se recurrió a la tecnología LiDAR, ya que creíamos que con ella, las estructuras defensivas de los castros se apreciarían. Además, para conseguir una mayor resolución, para ver los yacimientos con la mayor claridad posible, se emplearon mapas con 5 m de resolución y con 1 m de resolución. Mediante el uso de esta tecnología, pudimos detectar tres casuísticas. Existen castros que pueden ser localizados en el mapa con 5 m de resolución, mientras que otros necesitan del mapa de 1 m de resolución para que se vean sus elementos defensivos. Por último, hay una serie de yacimientos que no se aprecian en ninguno de los mapas. Esta situación puede deberse a la naturaleza de sus elementos defensivos, a un mal estado de conservación o a una catalogación errónea.

**PALABRAS CLAVE** LiDAR, Edad del Hierro, prospección, A Estrada

**ABSTRACT** From a research work of the Grupo de Estudos para a Prehistoria do Noroeste Ibérico - Arqueoloxía, Antigüidade e Territorio on the Iron Age in the municipality of A Estrada (Pontevedra), rose the need to create a catalog as complete as possible of known castros. For this, we used the inventory of the Dirección Xeral de Patrimonio Cultural and the available bibliography. The list obtained was extensive, but limited regarding references or data fields; sometimes they even lacked coordinates or did not correspond to the site.

In this situation, it was necessary to perform a field survey to refine the catalog. In order to simplify the fieldwork, we used LiDAR technology because it was believed that the defensive structures of the hillforts would be visible. Moreover, to achieve a higher resolution, in order to see the sites as clearly as possible, maps with 5 m resolution and 1 m resolution were used. With this technology, we could detect three casuistics. There are some forts that can be located on the map with 5 m resolution, while others need the map of 1 m resolution for their defensive elements to be detectable. Finally, there are a number of sites which were not seen in any of the maps. This may be due to the nature of their defensive elements, a poor conservation or incorrect documentation.

**KEYWORDS** LiDAR, Iron Age, surveying, A Estrada

---

## INTRODUCCIÓN

En este trabajo presentamos la tecnología LiDAR como técnica de prospección y localización de yacimientos arqueológicos de la Edad del Hierro en el Noroeste Peninsular. Las características de esta herramienta permiten observar la topografía del terreno y resaltar aquellas estructuras que definen a los poblados castreños (Opitz y Cowley, 2013), especialmente los muros perimetrales.

### PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

Una de las principales problemáticas que se presentan a la hora de llevar a cabo una prospección en campo es la vegetación. Especialmente si esta es muy densa, como ocurre en el Noroeste Peninsular. Por ello, la posibilidad de utilizar la tecnología LiDAR para realizar una primera prospección desde el laboratorio, antes de ir a campo, puede suponer un gran avance, ya que facilita la identificación de las alteraciones antrópicas que no serían identificables a simple vista (Bennett *et al.*, 2013).

Para este trabajo, hemos aplicado esta tecnología a la prospección de asentamientos de la Edad del Hierro en el municipio de A Estrada (Pontevedra). La elección de esta zona viene dada a partir de los estudios iniciados por el GEPN-AAT (Grupo de Estudos para a Prehistoria do Noroeste Ibérico - Arqueoloxía, Antigüidade e Territorio) sobre los yacimientos castreños de este te-

ritorio. Durante la realización de esta investigación se hizo necesario generar un catálogo lo más completo posible de castros. En este marco, se decidió emplear la tecnología LiDAR con dos objetivos principales:

. Localizar, previamente a la prospección en campo, los castros del ayuntamiento de A Estrada. Esta necesidad surge de la existencia de múltiples inventarios en los que se recogía un número de yacimientos diferente. En el inventario de la DXPC (Dirección Xeral do Patrimonio Cultural da Xunta de Galicia-DXPC), se recogen 28 yacimientos arqueológicos de la Edad del Hierro; por su parte, Bouza-Brey (1944) y Rey y Rodríguez (2001) hablan de 24 yacimientos; por último, Reimóndez (1990) localiza 28 yacimientos. Combinando los datos de estos autores y el inventario de la Xunta, hay referenciados para A Estrada un total de 34 castros. A estos hay que añadir dos más, que conocemos por comunicación personal de Manuel Rodríguez Calviño (tabla 1, figura 2).

. Testear el potencial de la tecnología LiDAR para comprobar la existencia, la localización exacta y las características formales de los sitios arqueológicos inventariados en la DXPC y en la bibliografía con de la idea de generar un mapa lo más exacto posible que facilitase el trabajo de campo posterior. Los castros se prestaban especialmente al uso de esta tecnología por las potentes defensas que presentan habitualmente (parapetos, murallas y fosos).

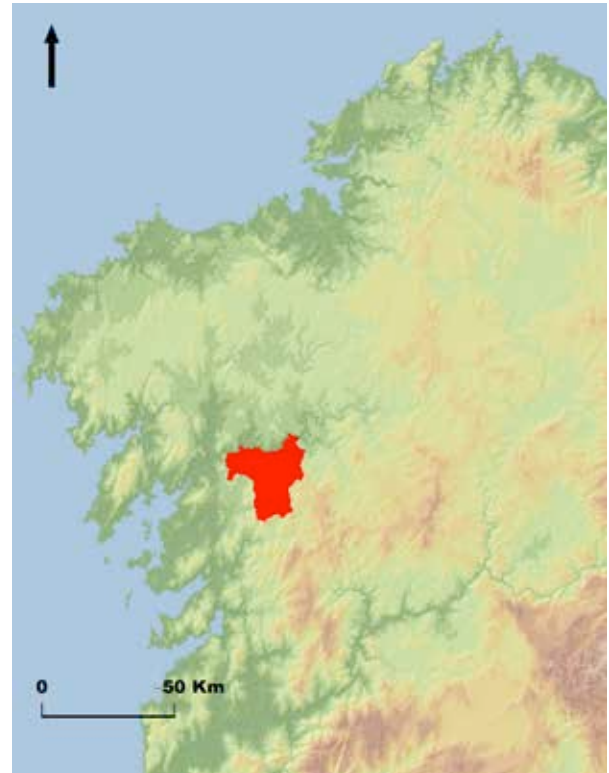
**TABLA 1.** Tabla con los castros de A Estrada, así como los lugares donde se hace referencia a ellos. En la última columna, se indica si han sido localizados en el mapa LiDAR.

Yacimiento	DXPC	Bouza-Brey, 1944	Reimóndez, 1990	Rey y Rodríguez, 2001	Rodríguez Calviño	LiDAR
Castro de Preguecido	Si	No	Si	No	No	Si
Castro de Acorados	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castro da Perita	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castro de Avelino	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castro de Barbude	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castro de Aldea Grande	Si	Si	Si	Si	No	Si
O Castro	Si	Si	Si	Si	No	No
Castro das Quintas	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castro de Couso	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castro de Guimarei	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castro de Matalobos	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castrotión	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castro de Viladefonso	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castrovite	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castro de Ouzande	Si	Si	Si	Si	No	No
Castro de Remesar	Si	No	Si	Si	No	Si
Castro de Ribela	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castro de Torre	Si	Si	Si	No	No	Si
Castro de Vea	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castro de san Xurxo	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castro San Bartolomeu	Si	Si	Si	Si	No	Si
Castro Valente	Si	No	Si	No	No	Si
Castro de Vilagude	Si	No	Si	No	No	No
Coto do Castro	Si	No	No	No	No	No
O Castro de Vilacriste	Si	No	No	No	No	Si
Castro de Abaixo	Si	No	No	No	No	No
Castro de Marcenlos	Si	No	Si	Si	No	No
Castro Lóbrigo	Si	No	No	No	No	Si
Castro de Friamonde	No	Si	Si	Si	No	Si
Castro da Somoza	No	Si	No	Si	No	No
Castro de Tabeirós	No	Si	Si	Si	No	Si
Castro de Trascastro	No	No	No	No	Si	Si
Castro de Aldea Grande	No	No	Si	No	No	No
Castro de Barco	No	No	No	No	Si	Si
Castro de Pearo	No	Si	Si	No	No	No
Castro de Loimil	No	Si	No	Si	No	No

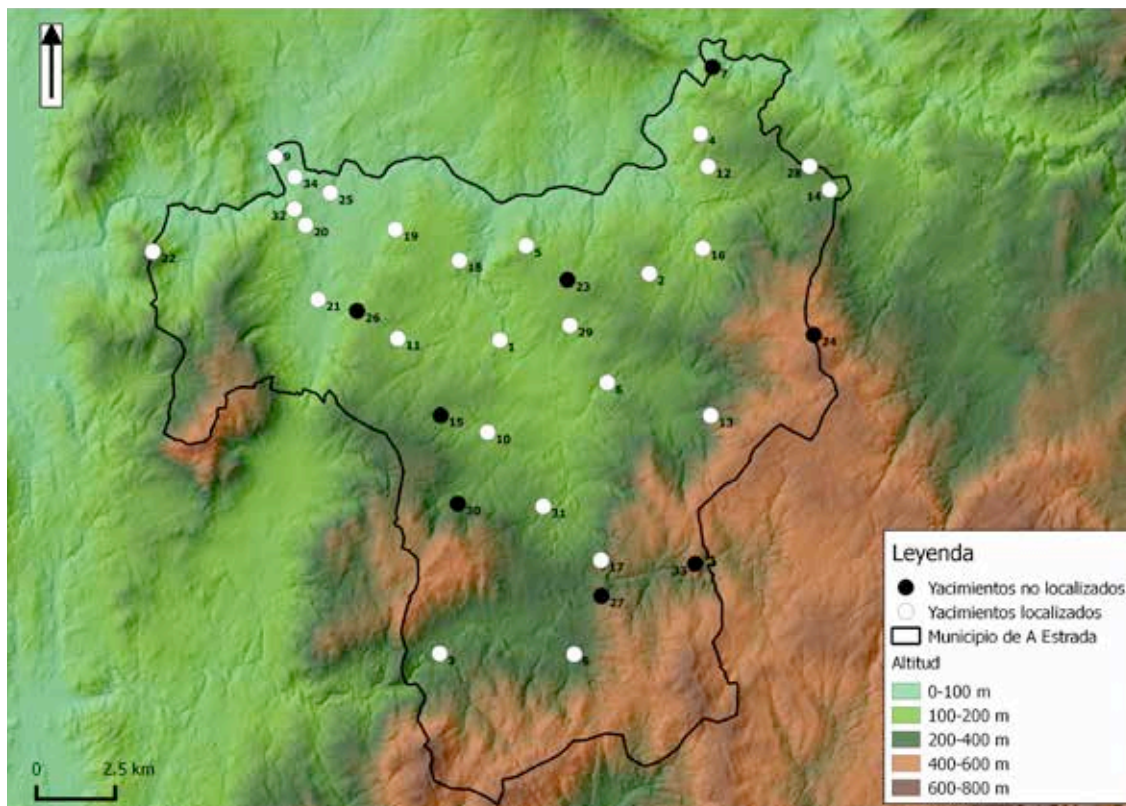
## ZONA DE ESTUDIO

El ámbito de aplicación del LiDAR, como ya se ha mencionado, es el ayuntamiento de A Estrada, situado al norte de la provincia de Pontevedra (figura 1). El área norte de la zona de estudio forma parte del amplio valle del río Ulla, cerca de su desembocadura en la ría de Arousa, con la cota más baja en torno a los 25 msnm, el terreno asciende hacia el este y el sur alcanzando cotas superiores a los 750 msnm. Su orografía influye en la localización de los castros, que se encuentran a altitudes muy diferentes. En cuanto a su emplazamiento, siguen tres patrones principales: en un meandro, aprovechando una plataforma sobre el río más o menos elevada, a media ladera y dominando el valle y por último en las cumbres de montículos o montes (con más o menos altitud) que generalmente se encuentran flanqueados o en la intersección de dos riachuelos.

En cuanto a su cronología, tan sólo hay dataciones radiométricas para Castrovite (Picón, 2008) y las intervenciones son muy antiguas a pesar de ser abundantes, por lo que la mayoría de los materiales se encuentran descontextualizados. La datación cronotipológica de la cerámica apunta a un momento entre el Hierro II y el Cambio de Era, aproximadamente desde los siglos IV a.C. a I d.C. (Rey Castiñeira y Rodríguez Calviño, 2001).



1. Localización del ayuntamiento de A Estrada.



2. Castros del ayuntamiento de A Estrada. En blanco, los localizados en el mapa LiDAR, en negro, los no localizados. 1- Castro de Preguecido, 2- Castro de Ancorados, 3- Castro Perita, 4- Castro de Avelino, 5- Castro de Barbude, 6- Castro de Aldea Grande, 7- San Miguel de Castro, 8- As Cercas, 9- Castro de Couso, 10- Guimarei, 11- Castro de Matalobos, 12- Castrotión, 13- Viladefonso, 14- Castrovite, 15- Castro de Ouzande, 16- Castro de Remesar, 17- Castro de Ribela, 18- Castro da Torre, 19- Castro de Vea, 20- Castro de San Xurxo, 21- Castro San Bartolomeu, 22- Castro Valente, 23- Castro de Vilagude, 24- Coto do Castro, 25- Castro de Vilacriste, 26- Castro de Abaixo, 27- Castro de Marcenlos, 28- Castro Lóbrigo, 29- Castro de Friamonde, 30- Castro Ramiro, 31- Castro de Tabeirós, 32- Castro de Trascastro, 33- Aldea Grande, 34- Castro de Barco.

## ¿QUÉ ES LA TECNOLOGÍA LIDAR?

La tecnología LiDAR (acrónimo del inglés *Light Detection and Ranging* o *Laser Imaging Detection and Ranging*) consiste en un sistema basado en la emisión de pulsos de luz láser desde una plataforma aérea o terrestre. A través de la medición precisa del tiempo de retorno del pulso al sensor, se puede calcular la distancia que separa a éste de la superficie terrestre y de los objetos que se concentran en ella. Cada pulso emitido contiene unas coordenadas tridimensionales que permiten capturar la información topográfica. Ésta tecnología se basa en sensores activos, por lo que la captura de datos no depende de las condiciones meteorológicas o la luz que exista (Magdaleno y Martínez, 2006). A partir de los datos de vuelo se generan nubes de puntos, que una vez procesados y eliminando el ruido, nos permiten crear MDT (Modelos Digitales del Terreno) y MDE (Modelos Digitales de Elevaciones) que se pueden visualizar a través de SIG (Sistemas de Información Geográfica).

Los puntos están clasificados, generalmente, dependiendo de lo que representen en la realidad. De tal forma y como se muestra en la tabla 2, se puede observar que los equivalentes al suelo se identifican con el número dos, mientras que los edificios tienen asignado el valor seis. Por tanto, con los datos LiDAR podemos obtener los MDE al filtrarlos y quedarnos tan sólo con los puntos que tienen el valor dos. La clasificación de los puntos ha sido realizada por la ASPRS (American Society for Photogrammetry and Remote Sensing), que ha sacado su última versión en octubre de 2010 (San José, 2011, p. 19).

### ANTECEDENTES

El hecho de contar con una herramienta *low cost* (Menéndez *et al.*, 2013) ha derivado en que durante los últimos años se hayan venido sucediendo distintos trabajos en los que se utiliza la tecnología LiDAR para

**TABLA 2.** Clasificación de los puntos LiDAR según la ASPRS.

Valor	Descripción
0	No clasificado
1	No asignado
2	Suelo
3	Vegetación baja
4	Vegetación media
5	Vegetación alta
6	Edificio
7	Punto bajo/ruido
8	Clave de modelo
9	Agua
10	Reservado para ASPRS
11	Reservado para ASPRS
12	Punto superpuesto
13-31	Reservado para ASPRS

detectar yacimientos arqueológicos en el Noroeste Peninsular. Con todo, son insuficientes, y concretamente en nuestra área de estudio, no se ha llevado a cabo ningún trabajo de esta naturaleza.

Volviendo a los estudios de esta índole en el Noroeste Peninsular, podemos destacar los trabajos realizados para detectar túmulos megalíticos a través de LiDAR (Pires *et al.*, 2013; Carrero *et al.*, 2014; Carrero y Vilas, 2016). Para la época que nos atañe en este trabajo, la Edad del Hierro, podemos subrayar aquellos relacionados con obtener una mejor visualización de los asentamientos castreños (Fonte y Gonçalves, 2010a, 2010b, 2012). En los últimos años, se han elaborado investigaciones para la localización de campamentos romanos utilizando LiDAR y fotografía aérea (Costa, 2015; Costa y Casal, 2015; Costa *et al.*, 2015) y también cabe destacar los estudios que abordan la localización de las minas romanas (Fonte *et al.*, 2014). Por último, y aunque se aleje cronológicamente de nuestro trabajo, existe algún estudio que se ha realizado para identificar y estudiar fortificaciones de Época Moderna en la zona del Baixo Miño (Blanco *et al.*, 2014).

### METODOLOGÍA

El primer paso para la elaboración de este trabajo consistió en el vaciado de los yacimientos castreños localizados en el ayuntamiento de A Estrada, fundamentalmente los recogidos en el inventario de la DXPC. Paralelamente se realizó un vaciado bibliográfico que permitió identificar algunos yacimientos no recogidos en el inventario general, como es el caso del castro de Trascastro, que no estaba inventariado como yacimiento pero se observa en el MDE. Los asentamientos localizados se cargaron en un SIG (QGIS 2.10.1-Pisa). Las coordenadas obtenidas del inventario estaban, salvo alguna excepción, en el sistema de coordenadas EPSG: 23029 UTM ED50 Huso 29 N. Algunas de estas coordenadas obtenidas en el inventario no se correspondían con el lugar indicado, por lo que se corrigieron a partir del MDE generado a raíz de los datos LiDAR.

En un primer momento se utilizó el mapa de cinco metros de resolución, obtenido del CNIG<sup>1</sup> (Centro Nacional de Información Geográfica). En su página web se pueden encontrar los MDT de dos metros de resolución, pero también los de cinco, 25 y 200 metros. El uso de cualquiera de ellos depende de la escala de trabajo que estemos utilizando.

Se descargaron las capas correspondientes al ayuntamiento de A Estrada. Dichos archivos están en formato ráster, a los que se les aplicó el filtro *Analytical Hillshading* con el programa SAGA GIS 2.1.2 (software libre). Se trata de un método de visualización que se basa en la incidencia de la luz desde diversas direcciones. De tal manera que permite destacar u ocultar determinadas zonas en las que incide la luz. Además se pueden modificar las variables relacionadas con la dirección, la altura de la iluminación o la exageración vertical del terreno (Carrero *et al.*, 2014, p. 25).

1. <https://www.cnig.es/>.

Afortunadamente para Galicia contamos con los MDT de hasta un metro de resolución. En el interior de la comunidad, en las provincias de Lugo, Ourense y el sur de Pontevedra se realizaron los vuelos en el año 2009. Mientras que para la provincia de Coruña y el norte de Pontevedra contamos con un vuelo más reciente, en el 2011. Estos MDT están accesibles y se pueden descargar desde el CDIX<sup>2</sup> (Centro de Descargas de Información Xeográfica). Se trata de un servidor dependiente del IET<sup>3</sup> (Instituto de Estudos do Territorio), que se encarga de almacenar y gestionar la información cartográfica de la Comunidad Autónoma de Galicia.

Uno de los principales inconvenientes de la recogida de datos LiDAR en dos momentos distintos, es que sus características son distintas. Por ejemplo la clasificación de los recogidos en el año 2011 es diferente a los del año 2009. Sin embargo para nuestra zona de estudio, como trabajamos únicamente con datos recogidos en el 2011, todos tienen la misma clasificación.

Los archivos descargados tienen una extensión .las que los SIG no pueden manejar por sí mismos. Por lo que se utilizó la *toolbox Lastools* implementada en QGIS. Las herramientas que contiene *Lastools* permiten realizar diversas acciones con los archivos que tienen una extensión .las. En nuestro caso nos interesaba clasificar la nube de puntos para que tan sólo se mostrase la superficie terrestre, eliminando la vegetación y los edificios. Para este trabajo en concreto empleamos en un primer momento *lasground*, que clasifica la nube de puntos y nos deja escoger los puntos que pertenecen al terreno, identificados con el valor dos. El siguiente paso se llevó a cabo con *laszlasfilter* al que le dimos la orden de guardar tan sólo los puntos clasificados como terreno y de desechar el resto.

Durante estas operaciones seguíamos teniendo archivos con formato .las, por lo que para poder trabajar con ellos fue necesario convertirlos a un formato ráster con *blastzdem*. El archivo se guardó en un .tif, que mantiene la información geográfica. Éste se cargó en SAGA GIS, con el que se creó un mapa de sombras o Hillshade con la herramienta Analytical Hillshading. Dicha operación se repitió con cada una de las capas que conformaban el ayuntamiento de A Estrada. Una vez que se tuvieron todas se importaron en QGIS y se unieron para trabajar con una sola.

Como ya se mencionó en el texto, algunos castros eran visibles en el mapa de cinco metros de resolución y se pudieron comprobar sus coordenadas con éste, pero para otros fue necesario utilizar los mapas de un metro de resolución.

A pesar de que la tecnología LiDAR facilita una primera aproximación para realizar una prospección sin necesidad de ir a campo en un primer momento, es necesario acudir a los lugares en cuestión para corroborar que efectivamente se trata de un yacimiento arqueológico. Por ello el último paso para realizar la comprobación de los castros encontrados, consistió en acudir al campo

para corroborar la existencia de esos vestigios. Sobre todo en aquellos castros no localizados en los mapas, pero de los que si teníamos coordenadas, y aquellos que no se observaban con claridad.

## RESULTADOS

Una vez elaborados los mapas pudimos identificar 36 posibles yacimientos de la Edad del Hierro (tabla 1), pero de dos de ellos no obtuvimos las coordenadas, por lo que trabajamos sobre 34. En cuanto al uso de la tecnología LiDAR para su detección, se identificaron tres casuísticas. Por un lado, existen castros que se observan en los mapas LiDAR de cinco metros de resolución. Otros, no se ven con claridad en el de cinco metros pero si en el de uno. El último caso es el de los yacimientos inventariados que no se observan ni en el de cinco ni en el de un metro. A continuación desarrollamos y ejemplificamos los casos de estudio:

### YACIMIENTOS QUE SE OBSERVAN EN LOS MDE DE CINCO METROS DE RESOLUCIÓN

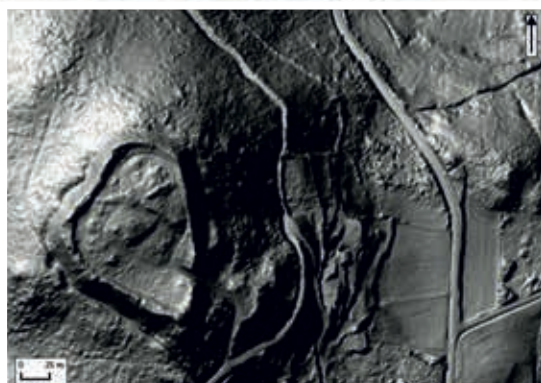
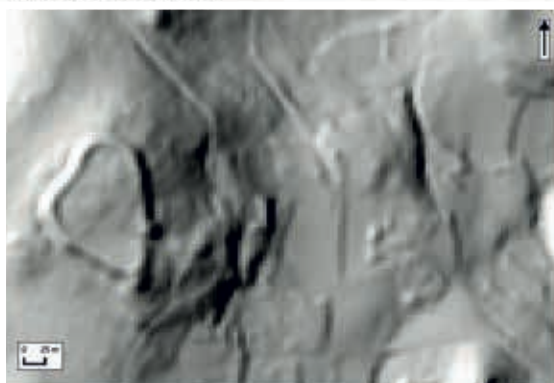
En este primer caso, el mapa de cinco metros generado con datos LiDAR nos sirvió para identificar algunos castros, gracias a sus potentes estructuras defensivas. El de un metro de resolución nos permite analizar el asentamiento con mayor profundidad, incluso observando sus características internas. Un ejemplo que nos encontramos para este caso es el castro de Barbude (figura 3a) en el que podemos identificar un gran parapeto o muralla con forma triangular y un foso. También se observa la puerta de entrada, incluso se aprecia alguna estructura redonda que podría corresponderse con estructuras habitacionales. Otro ejemplo sería el castro de San Bartolomeu (figura 3b), en el que se pueden apreciar dos recintos, incluso puede que tres. El superior, mucho más potente en cuanto a su terraplén que los demás, con dos entradas. También se observa como las defensas (parapetos y fosos) son mayores hacia el este, la zona más desprotegida, porque es más aterrada y no está resguardada por el río (como la oeste).

Una vez revisados los mapas y observando la problemática de identificación que mostraban los yacimientos con esta primera casuística, acudimos a campo para realizar una revisión *in situ*. Gracias a los datos obtenidos en la fase de trabajo de gabinete los objetivos del estudio de campo fueron más claros y concretos. La observación evidente de estructuras no referenciadas con anterioridad, como el parapeto de lo que parece un antecastro en el asentamiento catalogado de O San Bartolomeu (figura 3b), hicieron más sencilla su detección sobre el terreno. También comprobamos la utilidad de esta tecnología en el caso del castro de Barbude (figura 3a), que si bien es uno de los pocos que muestran una croa relativamente libre de vegetación, cuenta con densos bosques de robles en sus parapetos que dificultan su observación.

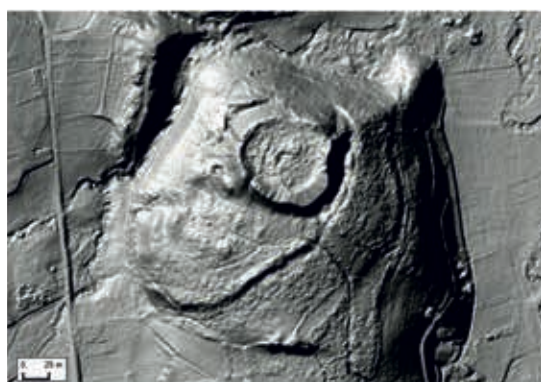
2. <http://visorgis.cmati.xunta.es/cdix/mapa.html>.

3. [http://www.cmati.xunta.es/organizacion/c/Instituto\\_Estudios\\_Territorio](http://www.cmati.xunta.es/organizacion/c/Instituto_Estudios_Territorio).

a. Castro de Barbude

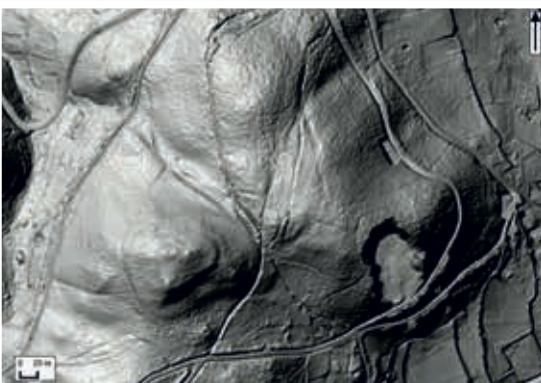
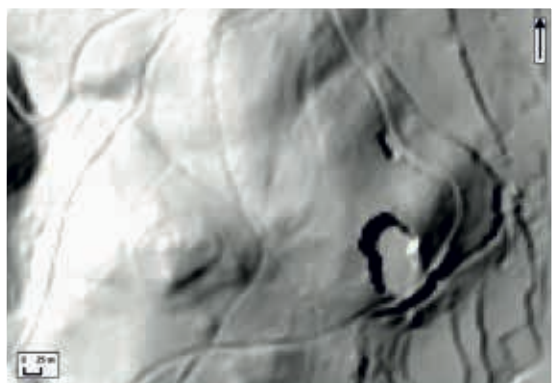


b. Castro de San Bartolomeu

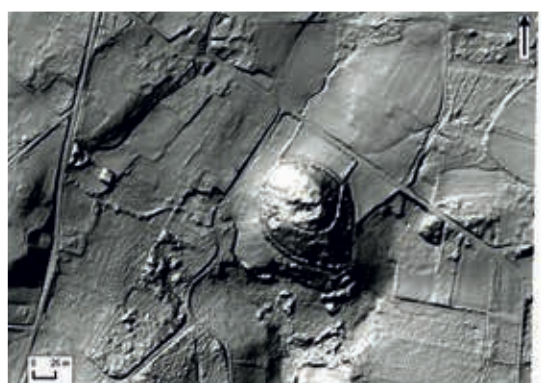
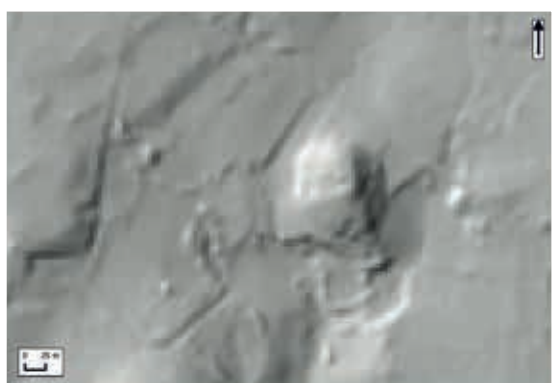


3. Castros de Barbude y San Bartolomeu. A la izquierda, los mapas de 5 m, y a la derecha, los de 1 m de resolución.

a. Castro de Trascastro

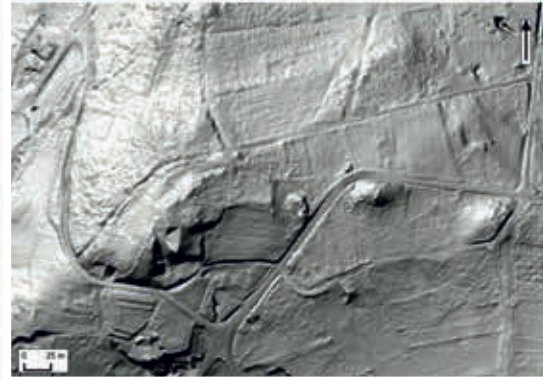
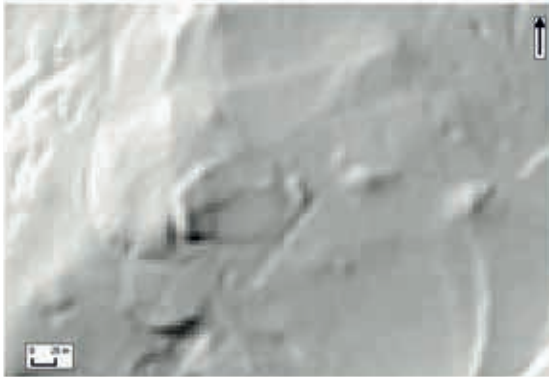


b. Castro de Friamonde

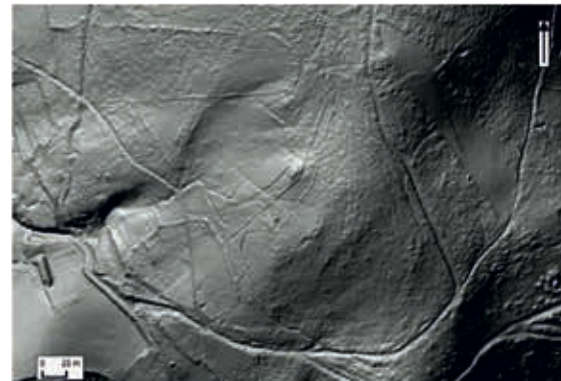
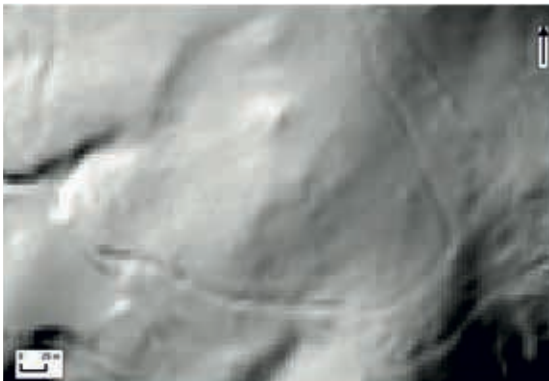


4. Castros de Trascastro y Friamonde. A la izquierda, los mapas de 5 m, y a la derecha, los de 1 m de resolución.

a. Castro de Avelino

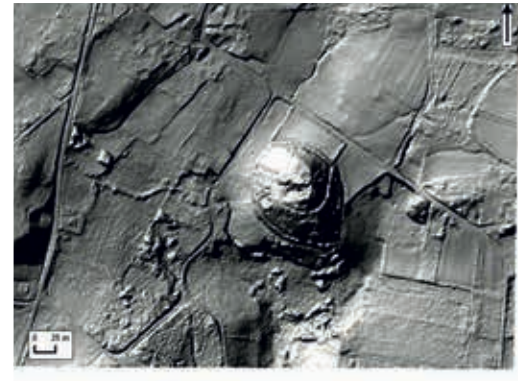


b. Castro de Aldea Grande

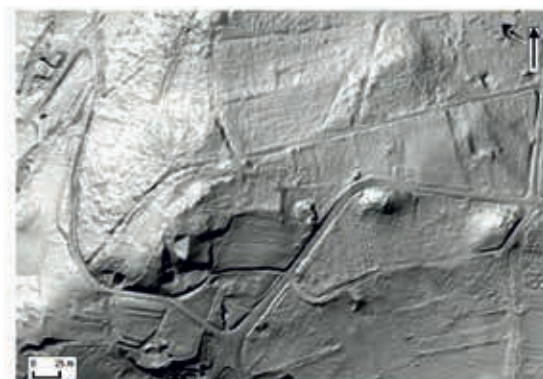


5. Castros de Avelino y Aldea Grande. A la izquierda, los mapas de 5 m, y a la derecha, los de 1 m de resolución.

a. Castro de Friamonde



b. Castro de Avelino



6. Prospección en campo a partir de los resultados obtenidos previamente con LiDAR.

### ***YACIMIENTOS QUE NO SE OBSERVAN CON CLARIDAD EN LOS MAPAS DE CINCO METROS PERO SÍ EN EL DE UN METRO DE RESOLUCIÓN***

En este segundo caso, a partir de los mapas generados de cinco metros de resolución, no apreciamos los yacimientos de forma evidente. Por lo que tuvimos que recurrir al de un metro, en el que si pudimos observar el asentamiento. Un ejemplo de ello es el castro de Trascastro (figura 4a). Se trata de un yacimiento que no se encuentra inventariado, solo referenciado, en la DXPC, que se intuye en el mapa de cinco metros pero que sin embargo en el de un metro se observan claramente dos recintos ovalados, aunque no se aprecian de forma tan evidente como en el caso anterior. La mayor o menor resolución con la que se aprecian los recintos puede deberse a las características del sistema defensivo. Es de esperar que los fosos más profundos, las murallas y los terraplenes más altos se vean mejor porque la incidencia de la luz los resalta. Las estructuras defensivas perecederas que no modifican sustancialmente la topografía del terreno se distinguirán peor. Otro ejemplo de este caso es el del castro de Friamonde (figura 4b), que apenas es visible en el mapa de cinco metros de resolución, pero sin embargo en el mapa de un metro se aprecian dos recintos con forma ovalada.

Nos resultaba de especial interés la comprobación sobre el terreno de ciertos yacimientos no catalogados pero de los que veíamos evidencias en el mapa de un metro. Tanto Trascastro como Friamonde (figura 4) cumplían estas premisas. Por lo que fueron inspeccionados con la intención de verificar la aparente presencia de terraplenes, pero apenas pudieron ser intuidos en campo debido a la acumulación de vegetación. La ausencia de defensas monumentales resta opciones en cuanto a la detección de yacimientos de este tipo en campo, por lo que el LiDAR se muestra especialmente útil en estos casos.

### ***YACIMIENTOS QUE NO SE OBSERVAN EN LOS MAPAS DE CINCO METROS NI EN EL DE UN METRO DE RESOLUCIÓN***

Este último caso engloba a aquellos castros que no son prácticamente visibles ni en el mapa de cinco ni en el de un metro de resolución. Un ejemplo de ello es el castro de Avelino (figura 5a), que aunque está catalogado e inventariado en la DXPC, no se aprecian sus estructuras defensivas con claridad en ninguno de los mapas. Únicamente destaca en la imagen una especie de parapeto por el noroeste, pero no es suficiente para identificar un castro en la zona. Otro ejemplo es el castro de Aldea Grande (figura 5b), ya que en el lugar en el que nos marcan sus coordenadas, no se aprecia ningún tipo de estructura ni en el MDE de cinco metros ni en el

de uno. Por lo tanto podemos plantear varias hipótesis: que no exista, que esté muy afectado y destruido o que sus estructuras estuviesen realizadas con materiales perecederos que no se conservan.

En los yacimientos donde el objetivo principal era confirmar la ausencia de estructuras, los resultados en campo fueron diversos. En los casos del castro da Somoza y Tabeirós no se encontraron restos relacionables con yacimientos castreños, este hecho puede deberse a una localización errónea, algo probable teniendo en cuenta que ésta se llevó a cabo siguiendo referencias bibliográficas difícilmente contrastables en el terreno actual (Bouza-Brey, 1944; Reimóndez, 1990), o en su defecto a la destrucción o deterioro de los mismos.

Sin embargo el caso más notable fue el del castro de Avelino (figura 6), aparentemente arrasado o inexistente según las imágenes LiDAR, y en campo claramente visible en todo el perímetro de parapeto que se conserva (parte ha sido arrasado por cultivos).

### **CONCLUSIONES**

Como resultado de este trabajo hemos podido comprobar la utilidad de la tecnología LiDAR, sobre todo con el MDE de un metro de resolución, para un estudio preliminar de los castros de una zona desde el laboratorio. Fue de gran utilidad tanto para localizar los yacimientos como para observar sus características internas. En total, mediante la tecnología LiDAR hemos podido comprobar la existencia de 27 de los 36 yacimientos inventariados o referenciados (figura 2).

Con todo, la herramienta tiene alguna limitación. Dado que lo que se muestra de manera visible son los elementos defensivos, como ya hemos mencionado, si el castro no presenta murallas relativamente altas y fosos con cierta profundidad, es de esperar que no se aprecien en los MDE. Podría ser el caso de Castro de Marcenlos, que, aunque está referenciado bibliográficamente (Rey y Rodríguez, 2001; Reimóndez, 1990) no se aprecia en el mapa Lidar. Algunos castros que cuentan con intervenciones arqueológicas, como Castro de Abaixo, referenciado en la Dirección Xeral de Patrimonio Cultural, tampoco se puede observar con esta tecnología. Esto puede ocurrir especialmente con los castros de cronologías tempranas, siglos VIII al IV a.C., aunque no hemos podido precisar cuestiones cronológicas para este trabajo por la inexactitud de las dataciones de los yacimientos.

Este ejercicio también ha servido para analizar la posibilidad de que los castros no estén ubicados en las coordenadas con las que han sido referenciados en la bibliografía y proponer una localización alternativa. Es el caso del castro de Tabeirós, que podría estar situado en el monte de enfrente a las coordenadas con las que se referenció.



## BIBLIOGRAFÍA

- BENNETT, R.; WELHAM, K.; HILL, R.; FORD, A. (2013) – Using lidar as part of a multi-sensor approach to archaeological survey and interpretation. In OPITZ, R.; COWLEY, D., eds., *Interpreting Archeological Topography. 3D Data, Visualisation and Observation*. Oxford: Oxbow Books, p. 197-206.
- BLANCO ROTEA, R.; FONTE, J.; GÜMIL FARIÑA, A.; MAÑANA BORRAZÁS, P. (2014) – Using airborne laser scanning and historical aerial photos to identify Modern Age fortifications in the Minho valley, Northwest Iberia. In KAMERMANS, H.; NEEF, W.; PICCOLI, C.; SCOPIGNO, R., eds., *The Three Dimensions of Archaeology*. Oxford: Oxbow Books, p. 111-120.
- BOUZA-BREY, F. (1944) – Castros de la comarca de La Estrada. *Cuadernos de Estudios Gallegos*, 1, p. 30-38.
- CARRERO PAZOS, M.; VILAS ESTÉVEZ, B.; ROMANÍ FARIÑA, E.; RODRÍGUEZ CASAL, A. (2014) – La necrópolis del Monte de Santa Mariña revisitada: aportaciones del Lidar aéreo para la cartografía megalítica de Galicia. *Gallaecia*, 33, p. 39-57.
- CARRERO PAZOS, M.; VILAS ESTÉVEZ, B. (2016) – The possibilities of the Aerial Lidar for the Detection of Galician Megalithic Mounds (NW of the Iberian Peninsula). The case of Monte de Santa Mariña, Lugo. In CAMPANA, S.; SCOPIGNO, R.; CARPENTIERO, G.; CIRILLO, M., eds., *Proceedings of the 43<sup>rd</sup> Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*. Vol. 1. Oxford: Archaeopress Publishing, p. 901-908.
- COSTA GARCÍA, J. (2015) – Asentamientos militares romanos en el Norte Peninsular: aportes de la fotografía aérea histórica, la fotografía satelital y el LiDAR aéreo. *Férvedes, Revista de Investigación*, 8, p. 35-44.
- COSTA GARCÍA, J.; CASAL GARCÍA, R. (2015) – Fotografía aérea histórica, satelital moderna y LiDAR aéreo en algunos recintos militares romanos de Castilla y León. *Portugalia*, 36, p. 143-158.
- COSTA GARCÍA, J.; FONTE, J.; MENÉNDEZ BLANCO, A.; GONZÁLEZ ÁLVAREZ, D.; GAGO MARIÑO, M.; BLANCO ROTEA, R. (2016) – Roman military settlements in the Northwest of the Iberian Peninsula: the contribution of historical and modern aerial photography, satellite imagery and airborne LiDAR. *The Newsletter of the Aerial Archaeology Research Group*, 52, p. 43-51.
- FONTE, J.; GONÇALVES-SECO, L. (2010a) – *An integration of airborne LiDAR and vertical aerial imagery to analyze two Iron Age hillforts in Northern Galicia (Spain)*. Póster presentado en la International Aerial Archaeology Conference (AARG, Bucarest).
- FONTE, J.; GONÇALVES-SECO, L. (2010b) – *Integração de LiDAR Aéreo e de Fotografia Aérea Vertical na documentação e investigação de Património Cultural*. Póster presentado en el I Congresso Internacional Povoamento e Exploração de Recursos Mineiros na Europa Atlântica Ocidental (Universidade do Minho, Braga).
- FONTE, J.; GONÇALVES-SECO, L. (2012) – *LiDAR data evaluation for archaeological purposes in Northwest Iberia*. Póster presentado en la: 40<sup>th</sup> Annual Conference of Computer Application and Quantitative Methods in Archaeology (CAA, Southampton).
- FONTE, J.; PIRES, H.; GONÇALVES-SECO, L.; MATÍAS RODRÍGUEZ, R.; LIMA, A. (2014) – Archaeological research of ancient mining landscapes in Galicia (Spain) using Airborne Laser Scanning data. In *Actas do Simpósio Internacional Paisagens Mineiras Antigas na Europa Ocidental. Investigação e Valorização Cultural*. Boticas: Câmara Municipal de Boticas, p. 196.
- MAGDALENO MAS, F.; MARTÍNEZ ROMERO, R. (2006) – Aplicaciones de la teledetección láser (LIDAR) en la caracterización y gestión del medio fluvial. *Ingeniería Civil*, 142, p. 1-15.
- MENÉNDEZ BLANCO, A.; GONZÁLEZ ÁLVAREZ, D.; ÁLVAREZ MARTÍNEZ, V.; JIMÉNEZ CHAPARRO, J. (2013) – Propuestas de prospección de bajo coste para la detección de campamentos romanos de campaña. El área occidental de la Cordillera Cantábrica como caso de estudio. *Munibe*, 64, p. 175-197.
- PICÓN PLATAS, I. (2008) – Unha aproximación a través do C14 á cronoloxía castrexa. *Gallaecia*, 27, p. 155-177.
- OPITZ, R.; COWLEY, D., eds. (2013) – *Interpreting Archeological Topography. 3D Data, Visualisation and Observation*. Oxford: Oxbow Books.
- PIRES, H.; GONÇALVES-SECO, L.; FONTE, J.; PARCERO OUBIÑA, C.; FÁBREGA ÁLVAREZ, P. (2013) – *Lidar-derived morphological relief models for the detection of archaeological features using mesh decimation*. Póster presentado en la 41<sup>st</sup> Annual Conference of Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (AARG, Amersfoort).
- REIMÓNDEZ PORTELA, M. (1990) – *A Estrada rural*. Pontevedra: Deputación de Pontevedra, Servizo de Publicacións.
- REY CASTIÑEIRA, J.; RODRÍGUEZ CALVIÑO, M. (2001) – Novas imaxes de arqueoloxía castrexa estradense a través das coleccións Bouza Brey e Fraguas do Museo do Pobo Galego. *A Estrada: Miscelánea histórica e cultural*, 4, p. 141-167.
- SAN JOSÉ ALBACETE, A. (2011) – *Procesamiento de datos LiDAR con ArcGIS Desktop 10*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid (Tesis de Máster).

## PÁGINAS WEB

<http://visorgis.cmati.xunta.es/cdix/mapa.html>

[http://www.cmati.xunta.es/organizacion/c/Instituto\\_Estudios\\_Territorio](http://www.cmati.xunta.es/organizacion/c/Instituto_Estudios_Territorio)

<https://www.cnig.es/>