

ANUARIO ARQUEOLÓGICO DE ANDALUCÍA 2015

BORRADOR / DOCUMENTO PRE-PRINT

Campaña de prospección geofísica y geoquímica en Madinat al-Zahra (Córdoba), 2015.¹

David J. Govantes-Edwards, Chloe Duckworth, Kate Welham, Derek Pitman, Aurelie Cuenod, Yvette Barbier y Rafael Javier Díaz Hidalgo

Resumen.

Este artículo presenta los resultados obtenidos en la campaña de prospección geofísica y geoquímica desarrollada en el yacimiento califal de Madinat al-Zahra (Córdoba) durante el verano de 2015. La prospección hizo uso de una novedosa técnica de prospección superficial, fluorescencia por rayos-X, en combinación con otras técnicas más convencionales, como son la prospección por magnetismo, la prospección por conductividad y la prospección por susceptibilidad magnética. Los trabajos, que se centraron en el vértice sudoccidental del yacimiento, tuvieron como resultado la identificación de una serie de estructuras, cuya presencia ya resultaba aparente en las fotografías aéreas disponibles, además de una serie de concentraciones superficiales de metales empleados en la fabricación de cerámicas vidriadas, incluyendo las tipologías conocidas como “verde y manganeso”, cuya producción se asocia tradicionalmente al palacio de Madinat. En relación con estas concentraciones también pudieron identificarse indicios de estructuras y de actividad pirotécnológica que permiten plantear la hipótesis del desarrollo de actividades de producción en la medina.

Palabras clave: al-Andalus; Califato; Madinat al-Zahra; prospección; áreas industriales

Abstract

This article presents the results of a campaign of geophysical and geochemical survey undertaken in the 10th century palatial site of Madinat al-Zahra (Cordoba) in the summer of 2015. The survey used a novel technique of prospection, pXRF, in combination with more conventional survey techniques, including magnetometry, conductivity and magnetic susceptibility. The work, which focused on the SW sector of the site, resulted in the detection of a series of structures, the presence of which was already apparent in aerial photography, as

¹ El equipo de la prospección geofísica y geoquímica de Madinat al-Zahra, desea expresar su agradecimiento al personal del Conjunto Arqueológico de Madinat al-Zahra y muy especialmente a José Escudero, director del Conjunto Arqueológico y a Jesús Muñoz, arqueólogo del conjunto, por las facilidades ofrecidas para la realización de la prospección y por sus interesantes sugerencias referidas a la interpretación de los resultados.

well as a series of surface concentrations of metals employed in the production of glazed ceramics, and notably the ‘green and manganese’ types which have been traditionally linked with the palace. Evidence for a series of structures and of pyrotechnological activities was also found in close association with these concentrations, supporting the hypothesis that the medina may have been directly involved in production activities.

Keywords: al-Andalus; Caliphate; Madinat al-Zahra; survey; industrial areas

Introducción y antecedentes

La ciudad palatina de Madinat al-Zahra fue construida en el siglo X por orden de Abderramán III. Abderramán acababa de autoproclamarse califa, lo que rompía los últimos lazos formales que unían al-Andalus con la monarquía abasí de Damasco (*Crónica Anónima de Abd al-Raḥmān III al-Nāṣir*, en Rémie Constable 2012: 87-90). En una decisión habitual entre gobernantes necesitados de legitimidad, Abderramán decidió acometer la fundación de una ciudad palatina a partir de la nada, lo que ensalzaba al monarca como ente creador.

El objeto del presente proyecto es empezar a examinar la posible presencia de zonas de producción, algo habitual en las zonas palatinas islámicas, en la ciudad palacial de Madinat al-Zahra, especialmente en lo que se refiere al vidrio y las cerámicas vidriadas, tradicionalmente asociadas con el yacimiento. Con este objeto, los integrantes del “The al-Andalus Glass Project”, formado por miembros de las universidades de Leicester y Bournemouth (Reino Unido), en colaboración con el equipo técnico del Conjunto Arqueológico, diseñó una primera campaña de prospección por medios geofísicos y geoquímicos en la zona sudoccidental de la medina. Madinat al-Zahra ha venido siendo estudiada desde principios del siglo XX (Vallejo Triano 2010: 19-45), pero esta zona del yacimiento no había sido sometida a este tipo de intervenciones hasta la fecha. Hace unos años se realizó una prospección por resistividad en la zona sudoriental de la medina, en previsión de la construcción del presente centro de interpretación. Estas tuvieron como resultado la detección de la cerca perimetral y de diversas estructuras a su interior. El objeto de la prospección, que era fundamentalmente preventiva, hizo que no pudieran sacarse mayores conclusiones de esta prospección más allá de la constatación de la presencia de estas estructuras.

Metodología y área de actuación

La estrategia metodológica empleada durante la prospección es doblemente innovadora. En primer lugar, por poner en práctica una reciente técnica de prospección geoquímica por fluorescencia por rayos-x (pXRF) cuyo potencial aún está en pleno desarrollo, y por la combinación de dicha tecnología con otras técnicas de prospección geofísica más convencionales, concretamente prospección por magnetismo, prospección por conductividad y prospección por susceptibilidad magnética.

La fluorescencia por rayos-x (XRF) es una técnica semicuantitativa de análisis químico que permite la identificación de los elementos mayores en una muestra dada. Si bien en condiciones de laboratorio se ha visto relegada por otras técnicas cuantitativas y, por tanto, más potentes (EMPA, LA-ICP-MS, TOF-SIMS), su portabilidad (pXRF) la ha convertido en un complemento habitual en trabajos de campo arqueológico, al permitir el análisis *in situ* de muestras de diversa índole (Derham et al 2013: 47-54). En su aplicación para la prospección geoquímica, la pXRF permite el análisis de superficies naturales o culturales de forma rápida (ver Figura 1), lo que en combinación con el GPS y otras técnicas de georreferenciación lleva a la producción de mapas de dispersión de elementos. La técnica se encuentra especialmente indicada para la identificación de hallazgos industriales, por ejemplo instalaciones dedicadas a la producción de metal, cerámicas vidriadas o vidrio, porque estos tienden a generar elementos contaminantes que pueden permanecer sobre el terreno mucho tiempo después de que la actividad cese. Así, ha sido empleada con gran éxito en la identificación de zonas de producción metalúrgica (Martínez Coronado et al 2012: 70-7; Doonan et al 2013: 755-84).

La prospección fue llevada a cabo por medio de un equipo portátil Thermo-Niton XI3t GOLDD+, con las siguientes especificaciones:

Modo de análisis: “Soils” (para metales pesados), “mining mode” (para elementos ligeros)

Duración de la analítica: 25 segundos (para metales pesados), 160 segundos (para elementos ligeros).

Filtros: “Main range” (para metales pesados), “Light range” (para elementos ligeros)

Main range: Mo, Zr, Sr, U, Rb, Th, Pb, Au, Se, As, Hg, Zn, W, Cu, Ni, Co, Fe y Mn

Light Range: Al, P, Si, Cl, S y Mg.

La prospección se desarrolló siguiendo un enfoque multiescalar. El trabajo se inició con una sección transversal de baja resolución, con lecturas separadas por un intervalo de 25 m. Esta sección tenía como objeto obtener una primera aproximación a las tendencias de

concentración de elementos en superficie y la identificación de posibles anomalías. La segunda fase de la prospección se centró en la zona occidental del yacimiento (ver más adelante). La prospección se desarrolló siguiendo un sistema de cuadrículas de 20 x 20 m. Esta segunda fase condujo a una tercera, consistente en la prospección intensiva de algunas cuadrículas (en algunas de ellas las lecturas apenas estuvieron separadas por un intervalo de 2 m) y en la prospección de un transecto piloto orientado a la caracterización de elementos ligeros en la zona sudeste del área de prospección.

Los datos fueron plotados espacialmente por medio de ArcGIS. Las concentraciones de elementos fueron evaluados mediante el uso de símbolos graduados antes de su interpolación por medio del método *Natural Neighbour*. La ventaja este método reside en el empleo de un subconjunto local de puntos, lo que permite evitar la falsa inferencia de tendencias a partir de los datos en bruto (Watson 1992). Esto habilita la interpretación de las concentraciones absolutas así como el mapeado de las concentraciones de elementos contaminantes.

Las técnicas aplicadas para la prospección geofísica del yacimiento (prospección por magnetismo, prospección por conductividad y prospección por susceptibilidad magnética) trataban de combinar distintas resoluciones, para tantear todas las posibles respuestas del propio yacimiento. De las tres técnicas reseñadas más arriba, era la prospección por magnetismo la que permitía augurar mejores resultados dada la pregunta de investigación que motivaba todo el proyecto. Esta técnica, que permite detectar discrepancias en el campo magnético terrestre, ofrece una buena resolución en la identificación de estructuras soterradas y de zonas que han estado sometidas a altas temperaturas como las que cabe esperar en una zona de actividad pirotécnológica. La técnica tiene además un amplio abanico de tolerancia en lo que se refiere a las condiciones ambientales, y ha sido empleado con éxito en otros yacimientos islámicos (Fleisher et al 2012: 207-20).

La prospección fue ejecutada con un dispositivo Bartington Grad601-2 (magnetómetro dobles con 1 m de separación). Las lecturas fueron tomadas con unos intervalos de 0,125 m en líneas trazadas en bustrofedón con 1 m de separación, y ofrecieron una resolución de 0,1 nT. La técnica resulta efectiva hasta una cota aproximada de -1,5 m.

Las prospecciones por conductividad y por susceptibilidad magnética fueron planteadas como complemento a la tecnología anterior. Esta técnica, que se realiza de forma combinada con un mismo aparato, consiste en la inducción de un campo electromagnético en el terreno, lo que genera lecturas de conductividad eléctrica y susceptibilidad magnética de los materiales que componen el subsuelo a distintos niveles de profundidad. La lectura de los valores de

susceptibilidad magnética ha dado resultados positivos en otros yacimientos islámicos (Welham et al 2014: 255-62). La lectura de conductividad también puede dar buenos resultados en la detección de materiales constructivos, siendo un eficaz sustituto de la prueba de resistividad cuando el suelo está demasiado seco o endurecido.

La prospección electromagnética fue ejecutada por medio del uso de un instrumento Geonics EM38B situado en modo magnético bipolar, con espaciado de 1 m y una frecuencia operativa de 14,6 KHz. Las lecturas se tomaron con intervalos de 1 m a lo largo de líneas de prospección situadas con 1 m de separación. Los datos fueron consultados por medio del software Geonics DAT.

Todas las tareas de prospección, tanto geoquímica como geofísica, estuvieron plenamente georreferenciadas, lo que permitió la realización de la planimetría correspondiente y la integración de los resultados en SIG. Las cuadrículas y los puntos de referencia empleados tanto para la prospección geofísica como para la geoquímica fueron tomados con un GPS diferencial Leica Viva 1200, y los datos fueron descargados por medio del software Leica GeoOffice v.8.3. Se recogieron lecturas estáticas para facilitar el post-procesamiento de los datos con datos RINEX obtenidos a partir de la Red Andaluza de Posicionamiento. Las técnicas de prospección geofísica también se aplicaron sobre una trama formada por cuadrículas de 20 x 20 m.

Los datos fueron sometidos a un procesamiento mínimo (“despike”, “zero mean traverse” y “clip”) por medio del software TerraSurveyor v3.0.25.0, e importadas a ArcMap v10.0 para su representación gráfica y la producción de ploteados interpretativos.

La zona seleccionada para esta primera campaña de prospección está situada en el vértice sudoeste de la medina (ver Figura 2: zona 1a; la zona 1b sólo se prospectaría parcialmente, dependiendo del tiempo disponible tras la prospección de la zona prioritaria), en una área en la que la fotografía aérea disponible parecía indicar la presencia de un complejo constructivo de grandes dimensiones. La presencia de estas construcciones y el alejamiento relativo del palacio permitían, por un lado, testar la combinación de técnicas y evaluar la respuesta del yacimiento a las mismas en una zona en la que era casi seguro que iban a existir restos estructurales, y, por el otro, esperar la presencia de actividades industriales con mayor probabilidad que en las inmediaciones del palacio, ya que algunas de estas actividades resultarían ruidosas y molestas. Es tradicional considerar que este tipo de actividades quedarían excluidas de los centros urbanos, pero lo cierto es que los tratados de *hisba* consultados no mencionan esta ordenanza concreta (Chalmeta Gendrón 1967: 125-62; 1968: 143-95; 367-431; García Gómez 1957: 253-316). Es también importante recordar que no son raros los hallazgos

de zonas de producción intramuros en ciudades andaluzas. Un taller de vidrio de los siglos XI y XII, excavado en Murcia, no sólo se encontraba en el interior del núcleo urbano, sino en relativa cercanía con la zona noble de la ciudad (Jiménez Castillo et al 2004: 419-58).

La prospección tuvo lugar durante un total de siete días, entre los días 29 de junio y 7 de julio de 2015, y contó con la participación de Kate Welham, Derek Pitman e Yvette Barbier (Universidad de Bournemouth), Aurelie Cuenod (Universidad de Leicester), Rafael Javier Díaz Hidalgo (Universidad de Córdoba), y David J. Govantes Edwards, bajo la dirección de Chloe Duckworth (Universidad de Newcastle).

Resultados

Las tareas de prospección permitieron la obtención de datos de gran calidad, por las propias características del yacimiento, que facilitan la ausencia prácticamente absoluta de interferencias, tanto geoquímicas como electromagnéticas. Las dos pruebas que arrojaron unos resultados más nítidos fueron la prospección geoquímica y la prospección por magnetismo. Los resultados obtenidos con la prospección electromagnética fueron mucho menos elocuentes.

Los resultados de la prospección electromagnética pueden apreciarse con claridad en la Figura 3. Las lecturas confirman la presencia del gran complejo constructivo al que nos referíamos con anterioridad. Este complejo tiene la misma orientación que la cerca urbana (NO-SE) y unas dimensiones aproximadas de 240 x 70 m. Los muros perimetrales de este conjunto, que son muy substanciales, resultan visibles en forma de anomalías magnéticas negativas (~ 1 m de anchura). Al interior de este muro perimetral corre un muro paralelo que podría indicar la existencia de un corredor o pasaje con una anchura interior de unos 3 m. En el espacio creado por estas dos líneas de muro existen varias zonas en las que es posible detectar señales magnéticas elevadas, especialmente hacia el oeste. Este sector presenta algunos de los taludes y montículos más substanciales del yacimiento, y es por tanto posible que en la misma los restos arquitectónicos estén menos expuestos a los procesos postdeposicionales, lo que los llevaría a ofrecer unas lecturas más nítidas. Es también posible que estas áreas se encuentren asociadas a una actividad cultural más intensa y/o hayan estado expuestas a la acción del fuego.

Esta línea de muros perimetrales al este y oeste del complejo constructivo se encuentran aparentemente unidas por varias particiones que parecen dividir el interior del complejo en seis partes de iguales dimensiones (aproximadamente 40 x 70 m). En el sector occidental del complejo existe un muro, también substancial, que recorre el conjunto de forma longitudinal y que establece una partición clara entre el flanco occidental del conjunto y el resto del mismo.

La distancia entre este muro y el muro perimetral al oeste es de unos 20 m. Esta partición occidental presenta una señal magnética baja en comparación con la zona que se sitúa directamente hacia el este. Observando el complejo de forma integral, podemos decir que las tres particiones meridionales parecen encontrarse divididas en distintos espacios rectangulares y de dimensiones regulares. Las tres particiones septentrionales presentan una señal magnética menos intensa, y es plausible pensar que las dos mitades del complejo fuesen empleadas con propósitos distintos.

Al exterior de este gran complejo constructivo, los datos arrojan claras diferencias. Al sur, entre el muro perimetral meridional y la muralla urbana los datos reflejan escasa actividad magnética, lo que puede indicar que se trataría de una zona poco transitada, quizás de forma deliberada. Al oeste, existen ciertos indicios de la presencia de dos muros que transcurren en dirección aproximada E-O, entre el gran complejo constructivo y el flanco occidental de la muralla urbana. Estos muros se proyectan a partir de los muros perimetrales norte y sur. El espacio situado al oeste del gran complejo constructivo también presenta un número mayor de anomalías magnéticas, lo que puede deberse a la presencia de grandes taludes y montículos que pueden contener gran cantidad de escombros. En el extremo occidental del muro que separa las dos particiones más septentrionales en el gran complejo constructivo existe una intensa anomalía ferrosa (las zonas en las que se obtuvieron lecturas altas de magnetismo aparecen reflejadas en la Figura 4). Esta anomalía se encuentra en el interior del muro perimetral, con lo que puede señalar posibles restos de objetos de hierro, como remaches.

En la zona oriental del gran complejo constructivo de nuevo encontramos una gran cantidad de actividad magnética. Por un lado, parecen identificarse unas estructuras adyacentes, si no adosadas, al muro perimetral que cierra el gran complejo constructivo por el este. Cerca del vértice noreste del gran complejo constructivo existe una estructura en forma de C con unas dimensiones aproximadas de 14 x 14 m, visible como anomalía magnética positiva. Su orientación se corresponde con la del gran complejo constructivo. Más hacia el sur, existe una anomalía ferrosa de gran intensidad, que con toda probabilidad indica la presencia de actividades de trabajo del hierro. Continuando hacia el sur, encontramos una nueva zona que arroja anomalías magnéticas positivas y que posiblemente indican la acción del fuego. Finalmente, en una zona situada aún más hacia el sur, existen indicios claros de la presencia de una estructura con subdivisiones internas (sus dimensiones totales son de unos 15 x 15 m). Algunas de las unidades en las que se subdivide esta estructura presentan anomalías magnéticas positivas muy intensas.

Al norte del gran complejo constructivo, los datos arrojan anomalías de gran intensidad, siendo especialmente acusadas en el extremo norte de la zona prospectada. El procesado de las imágenes nos ha permitido la identificación de una estructura en forma de ojo de cerradura, de aproximadamente de unos 3 m de longitud, que se asocia a una lectura positiva extremadamente alta. Esto nos lleva a creer que la estructura puede tener una naturaleza pirotécnológica. Este tipo de horno, en “ojo de cerradura” resulta muy común en el mundo islámico medieval. En España existen múltiples ejemplos (Duckworth y Govantes Edwards 2015: 9-12), siendo los de Murcia (Jiménez Castillo et al 2004: 419-58), Pechina (Castillo Galdeano y Martínez Madrid 2000: 83-102), Málaga (López Chamizo et al 2004: 2569-2576), y Granada (García Porras y Govantes Edwards: Informe Inédito; Malpica Cuello 2012: 267), los más conocidos.

Los resultados de la prospección electromagnética se ven reflejados en las Figura 5 . Los datos de conductividad ofrecen una evidencia substancial de la presencia de restos constructivos, arrojando información complementaria a la obtenida mediante la prospección por magnetismo. Los contundentes muros perimetrales correspondientes al gran complejo constructivos se aprecian con gran claridad, y en el extremo sudoeste es posible apreciar la existencia de una estructura rectangular que no resulta visible con tanta nitidez en los datos magnetométricos. La sensibilidad en profundidad de la prospección electromagnética resultó menor que la obtenida por medio del magnetómetro, con los que los datos correspondientes a las lecturas de susceptibilidad magnética han sido menos útiles en la interpretación.

La prospección geoquímica, finalmente, supuso la recogida de unas 500 lecturas analíticas en las que se incluye la caracterización de 18 elementos. Los resultados obtenidos en el transecto de control revelaron un bajo nivel de ruido químico, lo que resulta útil al facilitar la identificación de áreas contaminadas.

La Figura 6 ilustra los resultados de forma gráfica, en lo que se refiere a la distribución de tres elementos, el cobre (Cu), el plomo (Pb) y el manganeso (Mn), que son aquellos que han aparecido en concentraciones que contrastan de forma sustancial con la composición “de fondo” del yacimiento. Llamativamente, se trata de tres elementos empleados de forma sistemática en la fabricación de cerámicas vidriadas y, específicamente, de las tipologías “verde y manganeso”.

Es importante recordar en este punto la reflexividad que permite la puesta en práctica de técnicas complementarias como las desplegadas en la presente campaña. Habiéndose cumplido el objetivo inicial para la prospección geofísica, como era la prospección del gran complejo constructivo identificado por medio de la fotografía aérea, restaba decidir en qué dirección extender la prospección en el último día de visita al yacimiento. Los resultados de la

prospección geoquímica ya habían sido parcialmente procesados, destacando la presencia de una zona de altísima concentración de cobre y plomo unos 20 m al norte del vértice noreste del gran complejo constructivo. Una zona en la que fueron apreciadas concentraciones igualmente altas de manganeso pudo ser detectada unos 40 m al oeste. La decisión de extender la prospección sobre la primera de estas zonas resultó adecuada, porque llevó al hallazgo de la estructura en “ojo de cerradura” descrita con anterioridad.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta primera campaña de prospección geofísica y geoquímica de Madinat al-Zahra han resultado de enorme interés, y auguran buenas perspectivas a la continuación de los trabajos en años próximos.

Por un lado, la estrategia planteada respondió con creces a las expectativas generadas. Queda fuera de toda duda que dicha estrategia se adecua bien a las condiciones del yacimiento, explotando además fuentes de información poco convencionales. Esto tiene una doble vertiente positiva; primero, se adapta al propio yacimiento y sus características, lo que limita el grado de interpretación posterior al que ha de someterse la evidencia; segundo, convierte al propio yacimiento en laboratorio experimental en el que poner en práctica una determinada combinación de técnicas en condiciones casi ideales. Uno de los principales problemas de la aproximación científica a la arqueología es la naturaleza históricamente contingente del registro arqueológico, es decir, su irreproducibilidad y la imposibilidad de reducir el sujeto arqueológico a condiciones “controladas”. Con una adecuada selección de técnicas, un yacimiento como Madinat al-Zahra presenta unas condiciones tan controladas como es posible en arqueología.

En lo que se refiere a la interpretación del registro arqueológico, debemos destacar la confirmación del carácter monumental del complejo constructivo que la fotografía aérea había ya permitido apreciar en el vértice sudoeste de la medina. Aunque la resolución de las técnicas empleadas no basta para confirmar este extremo, el interior de dichas estructuras parece estar subdividido de forma compleja. Además, el conjunto parece alojar restos de hierro y haber sido escenario de trabajos con este metal. La interpretación tradicional de las grandes estructuras del vértice sudeste le asociaban un uso militar, quizás establos o cuarteles para la guardia montada de la medina. Esta interpretación mantiene plenamente su validez a la luz de los resultados obtenidos. Donde existen tropas deben existir, necesariamente, talleres metalúrgicos para la producción de armas, armaduras y otro tipo de aperos, con lo que

En lo que se refiere a las estructuras localizadas hacia el norte en asociación con concentraciones superficiales de elementos empleados en la fabricación de cerámicas vidriadas, la interpretación debe guiarse por la cautela. Una estructura con apariencia de horno, y unas concentraciones de metales pesados en superficie son poco bagaje para hacer interpretaciones aventuradas, pero tampoco es conveniente pecar por exceso de prudencia; parece poco probable que el hallazgo de una estructura con una morfología tan definida, en asociación con lecturas magnéticas de incidencia de altas temperaturas, y con la concentración en superficie de metales empleados en procesos de producción cerámica, sea meramente casual. Máxime cuando los elementos identificados, Cu y Pb, y algo más hacia el oeste, también Mn, eran empleados en la manufactura de una tipología cerámica como es la “verde y manganeso” que tradicionalmente asociada a Madinat al Zahra (Barceló Perelló 1993: 293; Valdés Vázquez 2013: 36).

Comenzábamos diciendo que la ciudad palacial de Madinat al-Zahra fue encargada por Abderramán como acto de propaganda política. Pero la propaganda política es un acto complejo que puede ir más allá de la construcción de grandes obras emblemáticas y monumentales. Los resultados parecen confirmar la relación entre el palacio y la tipología, aunque como decíamos antes, aún es pronto para hacer afirmaciones categóricas. No sería, de cualquier forma, la primera vez que la propaganda política se extiende más allá de las intervenciones monumentales para valerse de elementos más modestos de cultura material..

Tomemos por ejemplo las conocidas como “cerámicas al-Raqqā”. Los paralelos existentes entre la ciudad palatina de al-Raqqā (Siria) y Madinat al-Zahra son notables. La ciudad de al-Raqqā fue fundada entre finales del siglo VIII y principios del siglo IX por el califa abasí Harún al-Rashid en una ubicación en la que no existen evidencias sustanciales de ocupación previa, esto, es *ex novo*, igual que Madinat al-Zahra. La ciudad pronto incorporó zonas de producción de cerámicas vidriadas, incluyendo las conocidas como “cerámicas al-Raqqā”, que quedaron asociadas de forma directa a yacimiento (Henderson et al 2005: 130-1). De manera similar, los lazos que unían a las lozas doradas y el reino nazarí de Granada iban más allá de la decoración de los palacios de la Alhambra y de la obtención de divisas por la acción de los comerciantes genoveses asentados en Granada, sino que representaban a la corona nazarí a nivel continental (García Porras 2012: 22-29; García Porras y Fábregas García 2010: 31-51). Es conocida la existencia de zonas fabriles en la zona del Secano de la Alhambra, aunque no han sido objeto de investigación sistemática hasta fechas muy recientes (Malpica Cuello 2012: 267; García Porras y Govantes-Edwards: Informe Inédito).

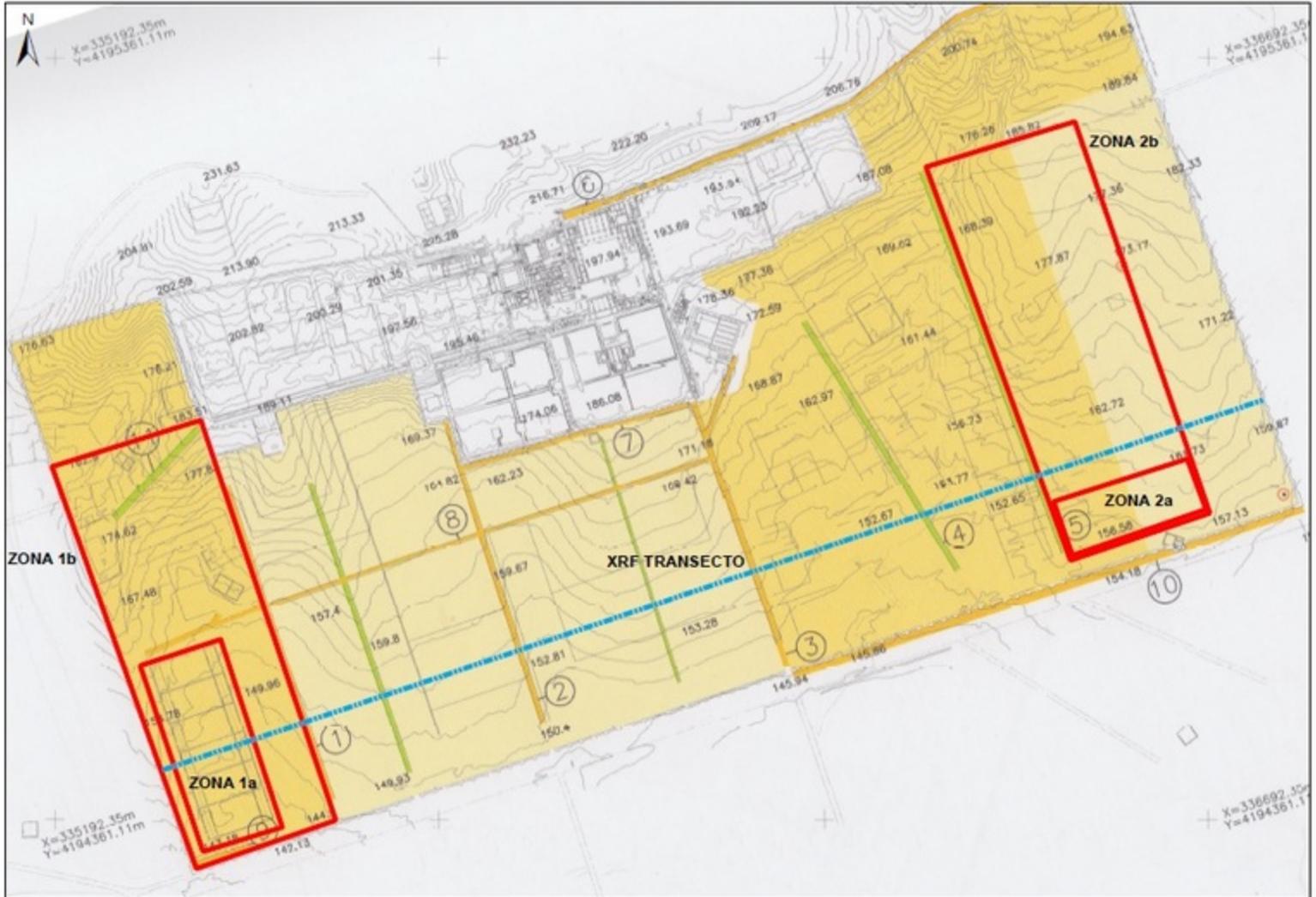
Es posible, por tanto, especular con la posibilidad de que la medina alojara más restos como estos y que se confirme el papel de Madinat no sólo como centro áulico, sino también productivo, como al-Raqqa lo fue antes y la Alhambra lo sería después, situando el yacimiento de pleno en una de las grandes tendencias del Islam medieval. Las siguientes campañas de prospección servirán para confirmar o descartar estas expectativas.

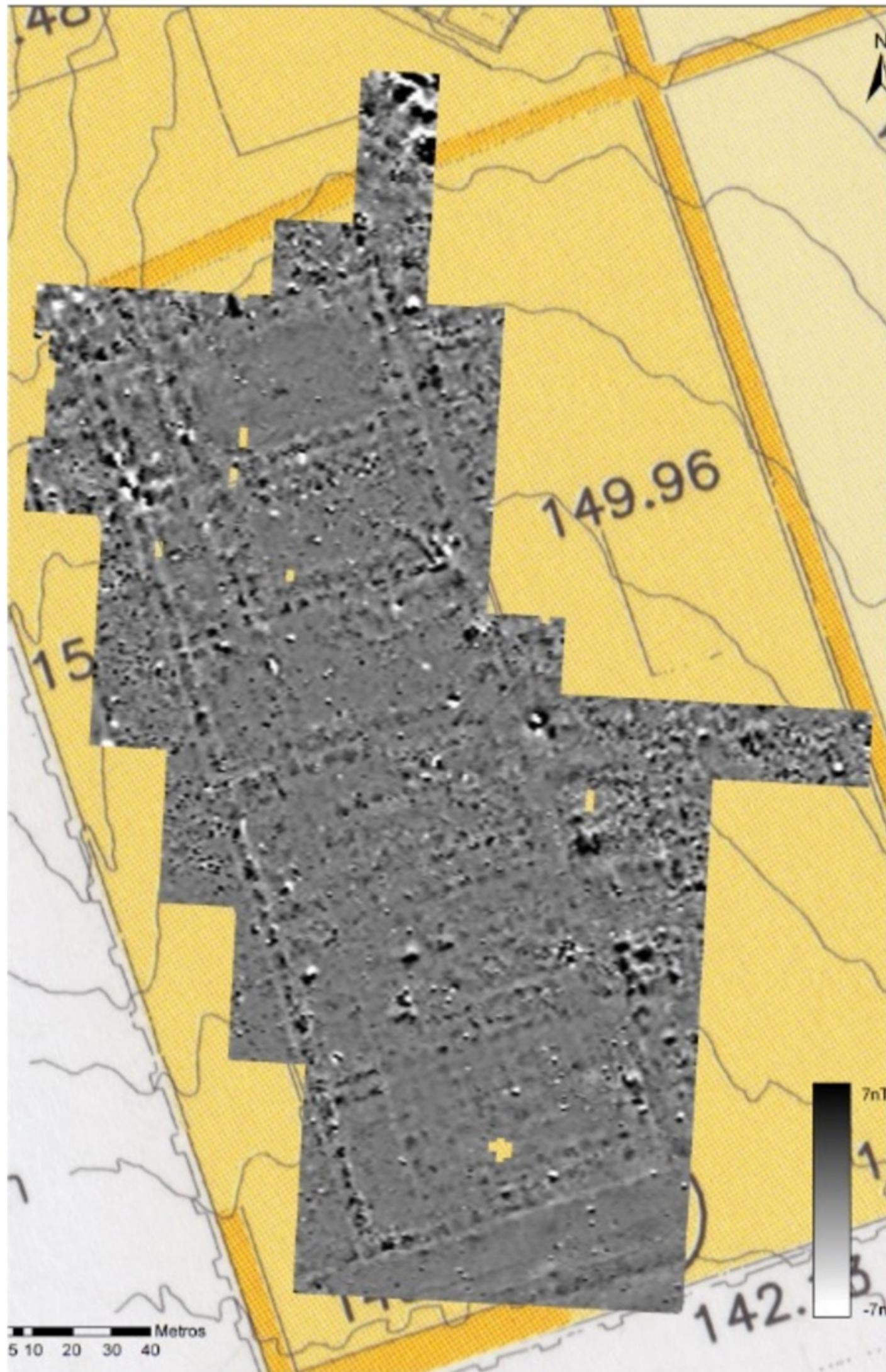
Bibliografía

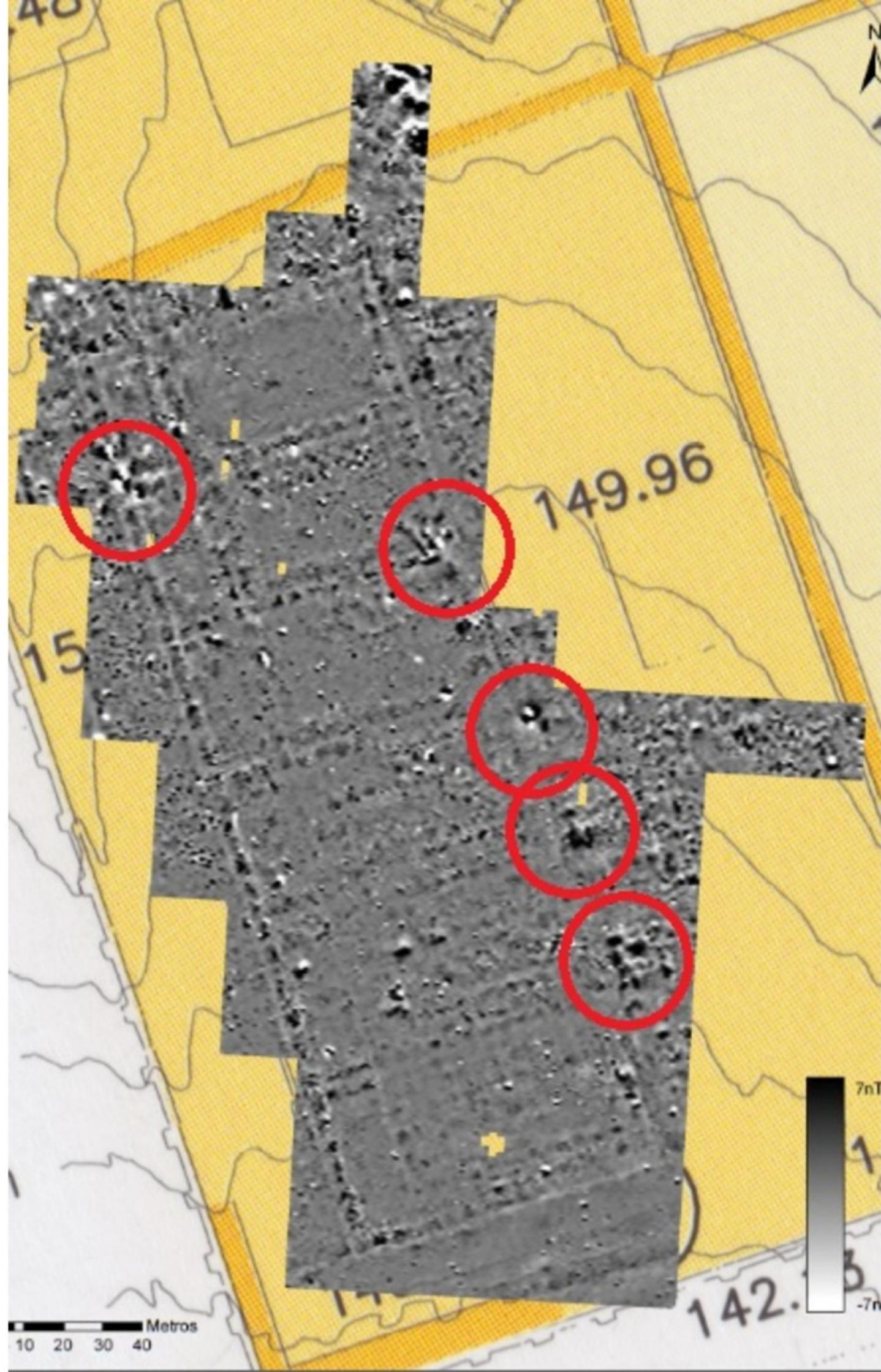
- Barceló Perelló, M. (1993): “Al-Mulk, el verde y el blanco. La bajilla califal omeya de Madinat al-Zahra”. En A. Malpica (ed) *La cerámica altomedieval en el sur de al-Andalus: primer encuentro de Arqueología y Patrimonio*: 291-9. Granada, Universidad de Granada.
- Castillo Galdeano, F. y R. Martínez Madrid. (2000): “Un taller de vidrio en Baÿyāna-Pechina (Almería)”. En P. Cressier (ed) *El vidrio en al-Andalus*: 83-102. Madrid, Casa de Velázquez.
- Chalmeta Gendrón, P. (1967-1968): “El Kitāb fī ādāb al-Hisba (Libro del buen gobierno del zoco) de al-Saqatī”. *Al-Andalus* XXXII/1: 125-62; XXXII/2: 359-97; XXXIII/1: 143-95; XXXIII/2: 367-434.
- Derham, B., R. Doonan, Y. Lolos, A. Sarris y R. E. Jones. (2013): “Integrating geochemical survey, ethnography and organic residue analysis to identify áreas of foodstuff processing”. En S. Voutsaki y S. Valamonti (eds) *Diet, Economy and Society in the Ancient Greek World: Proceedings of the International Conference Held at the Netherlands Institute at Athens on 22-24 March 2010*: 47-54. Leuven, Peeters.
- Doonan, R., D. Pitman, B. Hanks, D. Zdanovich y E. Kupiyanova. (2013): “Die Organisation Der Metallurgie der Sintašta-Kultur”. En A. Gorelik y M. Linden (eds) *Aus dem Herzen Eurasiens – Schätze des alten Kasachstans*: 755-84. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum.
- Duckworth, C. y D. Govantes-Edwards. (2015): “Medieval glass furnaces in southern Spain”. *Glass News* 38: 9-12.
- Fleisher, J., S. Wynne-Jones, C. Steele y K. Welham. (2012): “Geophysical Survey at Kilwa Kisiwani, Tanzania. *Journal of African Archaeology* 10 (2): 207-20.
- García Gómez, E. (1957): “Unas ordenanzas del Zoco del siglo IX”. *Al-Andalus* 22: 153-316.
- García Porras, A. (2012): “El azul en la producción cerámica bajomedieval de las áreas islámica y cristiana de la Península Ibérica”. En M. Ferri y L. Sabbionesi (eds) *Atti del IX*

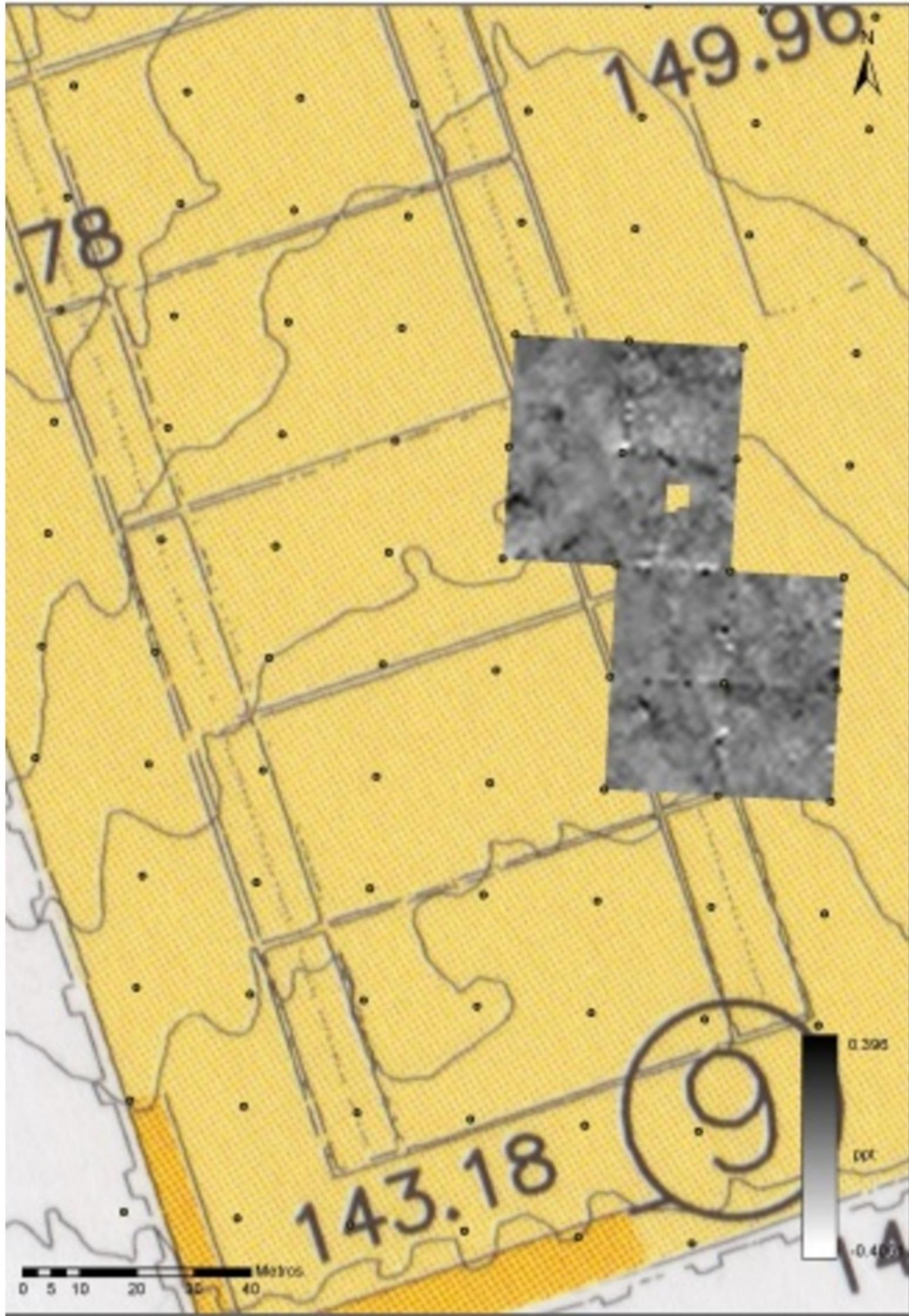
- Congresso Internazionale Sulla Ceramica Medievale Nel Mediterraneo.*: 22-29. Florence, All’Insegna del Giglio.
- García Porras, A. y A. Fábregas García (2010): “Genoese trade networks in the southern Iberian Peninsula: trade, transmission of technical knowledge and economic interactions”. *Mediterranean Historical Review* 25: 35-51.
- Henderson, J., K. Challis, S. O’Hara, S. McLoughlin, A. Gardner y G. Priestnall (2005): “Experiment and innovation: early Islamic industry at al-Raqqa, Syria” *Antiquity* 79: 130-45.
- Jiménez Castillo, P., J. Navarro Palazón y Jacques Thiriot. (2004). “Taller de vidrio y casas andalusíes en Murcia. La excavación arqueológica del Casón de Puzmarina”. *Memorias de Arqueología* 13: 419-458.
- López, S., P. Sánchez, y A. Cumpián (2004): “Excavación arqueológica preventiva en UE-14. Málaga, Perchel Norte”. *Anuario Arqueológico de Andalucía* 2004: 2569-2576.
- Malpica Cuello, A. (2002): *La Alhambra de Granada, un estudio arqueológico*. Granada, Universidad de Granada.
- Martínez-Coronado, A., R. Oyarzum, J. M. Esbrí, W. Llanos y P. Higuera. (2011): “Sampling high to extremely high Hg concentrations at the Cerco de Almadenejos, Almaden mining district (Spain): The old metallurgical precinct (1794 to 1861 AD) and surrounding areas”. *Journal of Geochemical Exploration* 109: 70-7.
- Remie Constable, O. (2012): *Medieval Iberia. Readings from Christian, Muslim and Jewish Sources*. Philadelphia, University of Pennsylvania Press.
- Valdés Vázquez, F. (2013): “De embajadas y regalos entre califas y emperadores”. *AWRAQ* 7: 25-41.
- Vallejo Triano, A. (2010): *La ciudad califal de Madinat al-Zahra. Arqueología de su arquitectura*. Córdoba, Junta de Andalucía.
- Watson, D. (1992): *Contouring: A Guide to the Analysis and Display of Spatial Data*. Londres, Pergamon Press.
- Welham, K., J. Fleisher, P. Cheetham, H. Manley, C. Steele y S. Wynne-Jones. (2014): “Geophysical Survey in Sub-Saharan Africa. Magnetic and electromagnetic investigation of the UNESCO World Heritage Site of Songo Mnara, Tanzania”. *Archaeological Prospection* 21: 255-62.



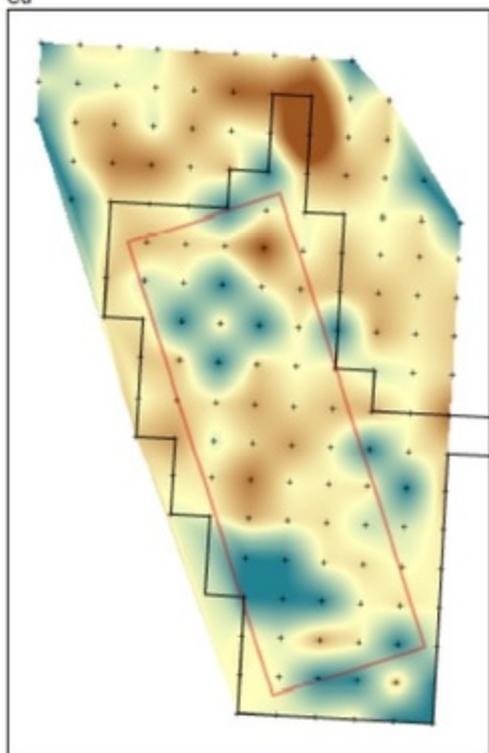




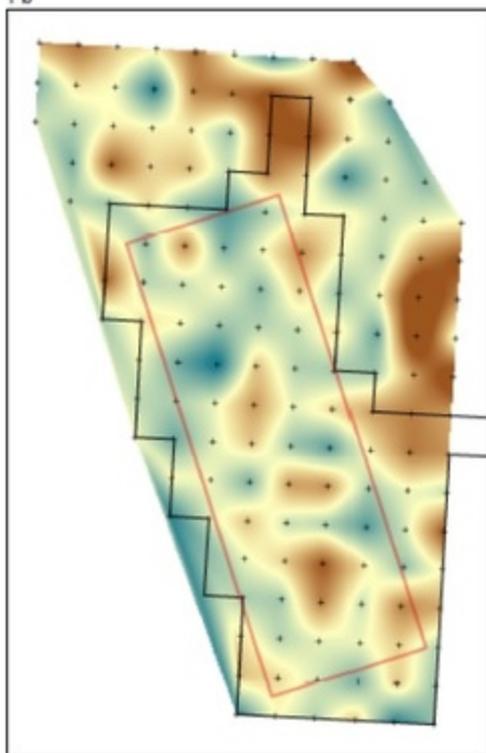




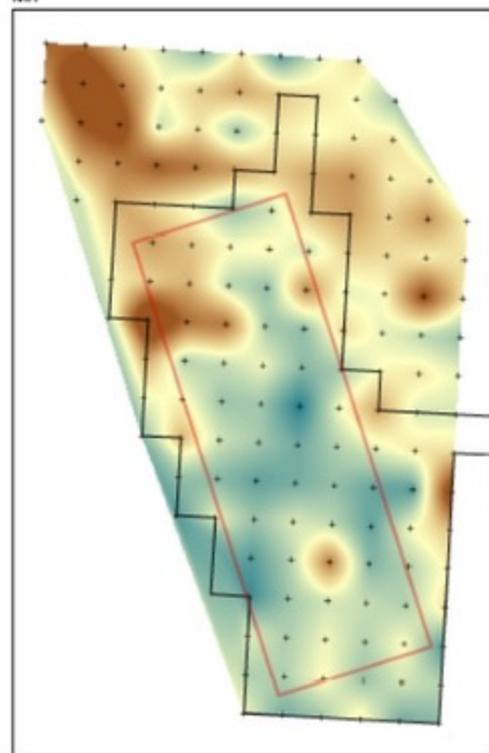
Cu



Pb



Mn



0 15 30 60 90 120 Metros



-  complejo de edificios
-  estudio geofísico
-  Localización de análisis
- Elemento**
 -  elevado
 -  reducido