

PRUEBAS DE LOS MÉTODOS GEOFÍSICOS EN EL SITIO ARQUEOLÓGICO CUBUJUQUÍ (H-7 CQ), HORQUETAS DE SARAPIQUÍ, PROVINCIA DE HEREDIA. COSTA RICA

George O. Maloof*
Mario E. Arias Salguero**

RESUMEN

El sitio arqueológico Cubujuquí fue prospectado con los métodos geofísicos de resistividad eléctrica y magnetometría para investigar las respuestas de dichos métodos sobre una calzada pavimentada conocida a través de estudios previos. Algunas pruebas de los métodos mostraron que la resistividad eléctrica podría producir información positiva sobre los rasgos arqueológicos, mientras que el magnetómetro no produjo ningún dato útil para fines arqueológicos. Aunque el método magnético mostró su ineffectividad en ese sitio arqueológico, la investigación fue exitosa para mostrar que los métodos geofísicos podían ser importantes en investigaciones arqueológicas en la prospección preliminar y planificación de unidades de excavación.

Palabras claves: Arqueogeofísica, Resistividad eléctrica, Magnetometría de protones, Costa Rica, Sitio arqueológico Cubujuquí (H-7 Cq).

ABSTRACT

The Cubujuquí archaeological site was surveyed using electrical resistivity and magnetometry geophysical methods in order to investigate the results of these methods over a paved causeway that had been discovered during previous investigations. Trials made with both methods showed that electrical resistivity can produce positive information about an archaeological feature while the magnetometer did not produce any useful information from an archaeological point-of-view. Although the magnetometer showed its ineffectiveness at this site, the investigation was successful in showing that geophysical methods can play an important role in archaeological research projects in the preliminary survey and the planning of excavation units.

Keywords: Archaeogeophysics, Geophysical Methods, Electrical Resistivity, Proton Precipitation Magnetometry, Costa Rica, Cubujuquí Archaeological Site (H-7 Cq).

* George O. Maloof. Estadounidense. Magister en Antropología con énfasis en Arqueología.. Consultor independiente. Correo electrónico: gemaloof@gmail.com

** Mario E. Arias Salguero. Costarricense. Magister en Geología. Escuela de Geología, Universidad de Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

En el país, hasta la fecha, hay más de 4.000 sitios arqueológicos registrados en el Museo Nacional de Costa Rica (Vázquez, Rojas, Chacón e Hidalgo, 1995; Corrales, 2007) a raíz de más de 30 años de investigaciones. Sin embargo, el conocimiento arqueológico sobre esos sitios en el territorio nacional todavía es aún muy escaso, con la excepción de ciertas regiones de investigación intensa, por ejemplo la zona de la Bahía de Culebra (Baudez, Borgnino, Laligant y Lauthelin, 1992; Salgado y Vázquez, 2006; Solís, 1998) y el Valle de Turrialba (Vázquez, 2001). La escasez de investigaciones más exhaustivas a nivel nacional responde a la falta de tiempo y recursos disponibles para los arqueólogos y sus instituciones.

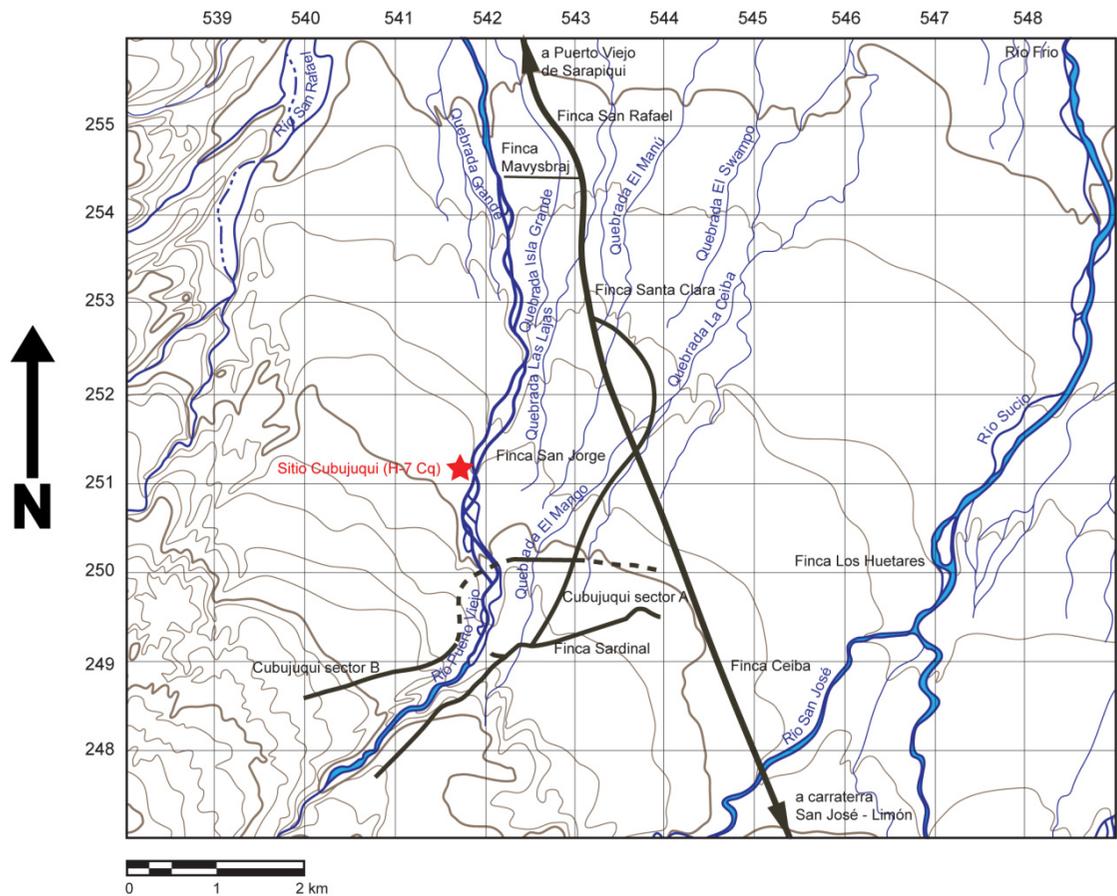
El desarrollo urbanístico, en los últimos años, ha aumentado a una velocidad sin precedentes en la historia de Costa Rica. Con el crecimiento de ese tipo de proyectos, el riesgo de destrucción del patrimonio arqueológico también aumenta con más rapidez que en cualquier otro punto de la historia del país. Las zonas particularmente afectadas son las que tienen un alto valor turístico como las playas de la costa pacífica y la zona alrededor del Volcán Arenal, así como las áreas urbanas con un rápido crecimiento, particularmente el Valle Central y finalmente el crecimiento de la siembra de piña en el Valle de El General en la Zona Sur y la Vertiente del Caribe Central. Sin embargo, la fuerte amenaza para los recursos arqueológicos no se limita a esas áreas, sino que el problema se agrava debido a que los arqueó-

logos nacionales no tienen ni el tiempo, ni los recursos para estudiar tantos sitios con el detalle necesario para sacar datos suficientes, utilizando métodos tradicionales. Por eso, es necesario buscar otros métodos de estudio y otras maneras para el uso del valioso tiempo de una forma más eficiente.

La implementación de los métodos geofísicos como parte del régimen de investigación puede tomar un papel importante en la búsqueda de una solución para el presente problema¹. Los siguientes resultados presentados son parte de un proyecto para estudiar, en detalle, el impacto que puede tener el uso de la geofísica en los estudios arqueológicos en dos sitios: Jesús María en el Pacífico Central (Maloof, 2008; Maloof y Arias, 2007-2008) y Cubujuquí en la Vertiente del Caribe Central (Maloof, 2008). El presente artículo trata sobre las prospecciones de resistividad eléctricas y magnetométricas hechas en el sitio Cubujuquí.

1 Ver Maloof, 2008 para una discusión más detallada de las ventajas y desventajas del uso de los métodos geofísicos en la Arqueología.

Figura 1. Ubicación del sitio Cubujuquí (basada en la hoja cartográfica Guápiles (078) 1:50 000 del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica)



El complejo central del sitio Cubujuquí fue el objetivo de un estudio de reconocimiento y evaluación por parte del Museo Nacional de Costa Rica en el año 1988, gracias a una denuncia de huaquerismo (Gutiérrez, 1988; Gutiérrez y Mora, 1988); sin embargo, hasta la fecha no se ha elaborado ningún otro estudio en el sitio. Además, los estudios arqueológicos en la zona, donde se encuentra ubicado el sitio, son muy escasos y Cubujuquí es el único

sitio arqueológico estudiado en un área de 15 kilómetros alrededor del centro arquitectónico.

El sitio, según el trabajo de Gutiérrez, fue ocupado por un periodo de tan sólo 300 años y sirvió para una función muy limitada (Gutiérrez y Mora, 1988). Esos datos contradicen por completo la información de otros sitios estudiados en la zona de la Vertiente del Caribe Central, tales como La Cabaña (Snarskis, 1978),

Las Mercedes-1 (Vázquez y Chapdelaine, 2005), y sitios de la Vertiente del Río Reventazón como Guayabo de Turrialba (Aguilar, 1972; Fonseca, 1981) y Agua Caliente (Peytrequín y Aguilar, 2007a, 2007b) que tienen un periodo de ocupación muy largo (por lo menos 300 a.C. hasta 1550 d.C.).

LOS MÉTODOS GEOFÍSICOS DEL PROYECTO

Esta etapa del proyecto se realizó con el equipo ABEM SAS 1000 Terrameter para las prospecciones de resistividad eléctrica y el equipo Geometrics G-586 magnetómetro para las prospecciones magnéticas.

Las técnicas resistivas miden la resistividad eléctrica del suelo y otros materiales debajo de la superficie (Garrison, 2003). Esa técnica trabaja bajo el concepto de las mediciones de las diferencias en la resistividad eléctrica entre los diferentes materiales presentes en el área de la prospección (Bevan, 1998; Garrison, 2003; Kvamme, 2005). Para medir la resistencia con esta técnica, se introduce una corriente eléctrica en el suelo por medio de dos electrodos y se recibe la respuesta por medio de otros dos electrodos (Bevan, 1998; Garrison, 2003; Kvamme, 2005; Somers, 2006). Tal resistividad se calcula utilizando la ley de Ohm, expresada con la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\Delta V}{I}$$

R es la resistencia de la sustancia medida en ohms (Ω), V es el voltaje medido en voltios (V), I es la corriente medida en amperios (A) (Aitken, 1961; Garrison, 2003; Maxwell, 2005; Reynolds, 1997; Somers,

2006; Telford, Geldart, Sheriff y Keys, 1976). La distancia entre los electrodos condiciona la profundidad de la medición; se puede asumir que para algunos dispositivos eléctricos un metro de distancia entre los electrodos de medición es equivalente a una profundidad de 50 centímetros y en otros casos a un metro, dependiendo del arreglo geométrico de los electrodos utilizado (Bevan, 1998; Garrison, 2003).

La magnetometría es el método geofísico más antiguo (Milsom, 1989). Durante la Edad Media en Suecia se usaban brújulas para encontrar magnetita y la magnetometría todavía es el método más utilizado en la geofísica aplicada (Milsom, 1989). El método de la magnetometría trabaja con las propiedades físicas del magnetismo de la Tierra (Aitken, 1961; Garrison, 2003).

En la arqueología, los magnetómetros detectan alteraciones magnéticas causadas por las variaciones en el óxido férrico que son producidas arqueológicamente, y están normalmente presentes en la mayoría de los rasgos (Aitken, 1961; Dalan, 2006; Kvamme, 2006a). Los métodos magnetómetros son particularmente útiles para encontrar rasgos quemados como hornos, pisos de arcilla cocinada o estructuras destruidas por fuego (Abingdon Archaeological Geophysics, 2005; Aitken, 1961; Dalan, 2006; Drahor, 2006; Johnson, Johnson y Godzik, 2001; Kvamme, 2005-2006a). El uso de las técnicas magnéticas se desarrolló en la arqueología en Inglaterra, específicamente para la detección de hornos para fabricar cerámica en sitios romanos (Aitken, 1961).

RESULTADOS DE LAS PROSPECCIONES

El sitio Cubujuquí, entre los años 2007

y 2008, fue prospectado con los métodos geofísicos, geoelectrónicos y magnetométricos sobre un tramo de la calzada principal que sale del sitio con rumbo noreste (Maloof, 2008).

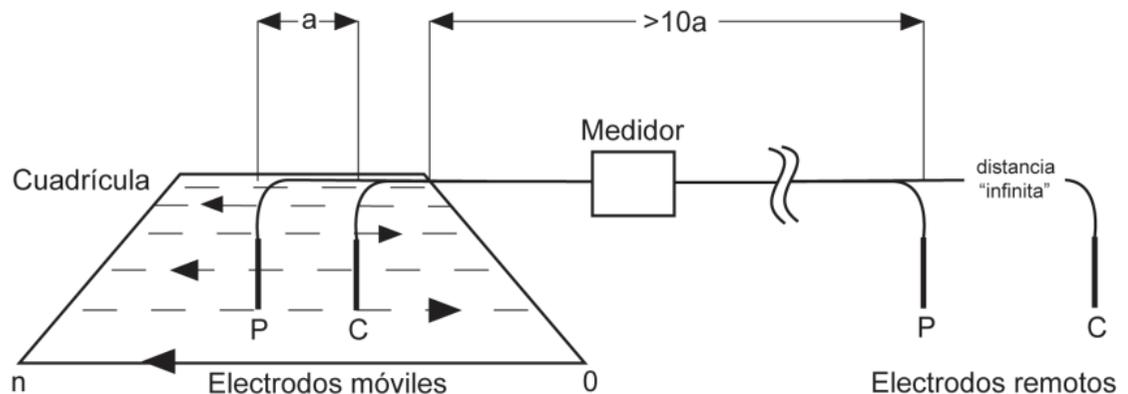
Resistividad eléctrica

Se hicieron dos prospecciones de resistividad eléctrica sobre la misma área de la calzada principal, utilizando el arreglo geométrico conocido como Polo-polo (Figura 2). La primera prospección se ejecutó con una separación de electrodos de 1 metro para obtener una penetración del suelo de aproximadamente 50 centíme-

tros. La cuadrícula se ubicó sobre la calzada principal, junto al exterior del muro de la plaza, y fue de 30x13 m con un punto de medición de cada metro y una orientación del eje x de 030 grados y el eje y de 300 grados. La segunda prospección se ejecutó con una separación de electrodos de 50 centímetros para tener una penetración de aproximadamente 25 centímetros, la cuadrícula para esa prospección se estableció en el mismo punto cero utilizado en la prospección anterior y midió 15x30 m.

La prospección de 50 cm de profundidad (un metro de separación entre los electrodos) muestra una matriz de resistividad media alta, con el área de la calzada un poco más baja (Figura 3).

Figura 2. Esquema del dispositivo Polo – polo (Maloof 2008, p.60, figura 3.5)



En la prospección de 25 cm de profundidad no fue posible estimar el rango de la resistividad de la matriz por el tamaño y orientación de la cuadrícula de prospección (Figura 4). En ese caso, la parte de la cuadrícula que no estaba en la cima de la calzada cubrió la zona pantanosa.

La calzada, en ambos casos, se detectó más fácilmente gracias a la zona pantanosa

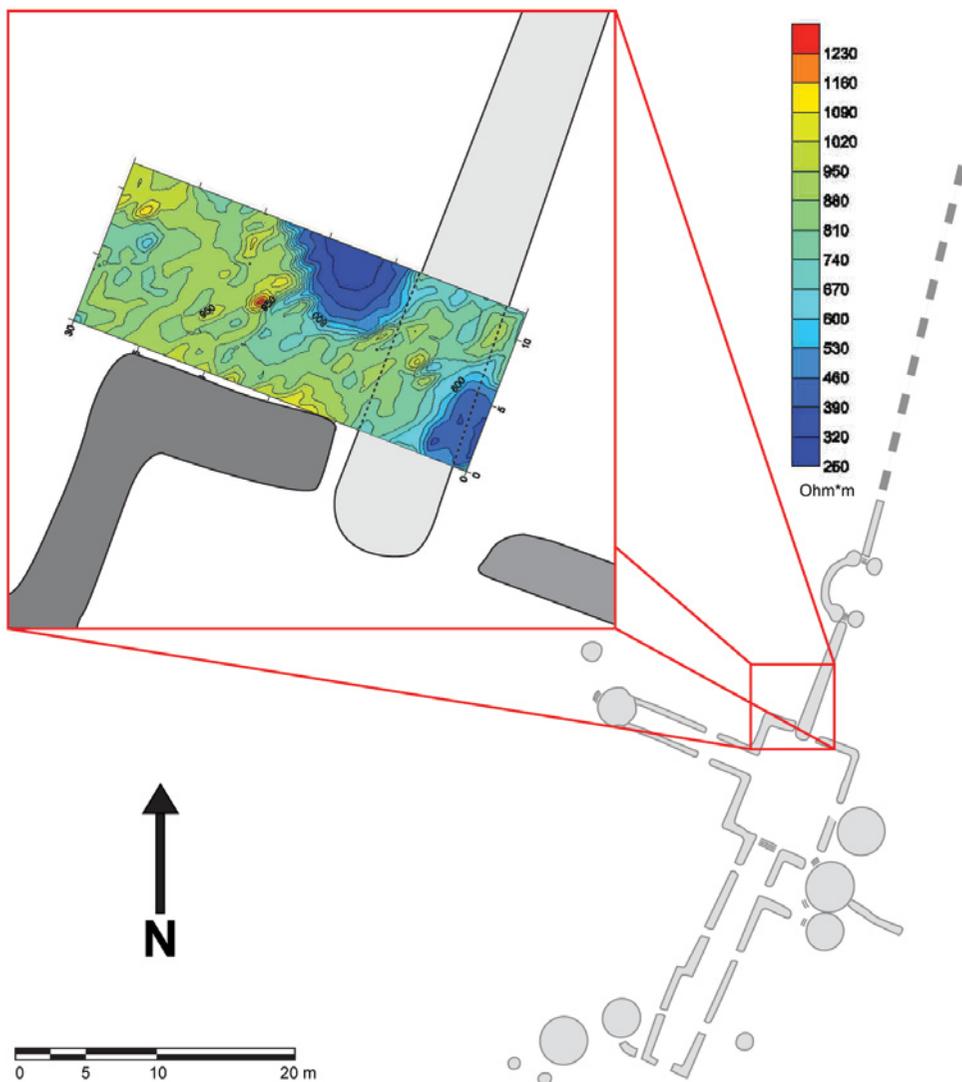
junto al rasgo. Además, se pudo detectar una sombra del muro de la plaza al oeste de la calzada. Sin embargo, la calzada y el muro se presentaron mucho más claros en la prospección de los 25 cm (Figura 4).

Se generaron, asimismo, tres pseudo-secciones en los transectos de cero, cinco y diez metros (Figura 5). En las pseudo-secciones de los transectos de cero y cin-

co metros, el efecto del muro es bastante claro; sin embargo, el efecto causado por la calzada es mucho menos claro, hasta casi invisible en el transecto cero (Figura 6).

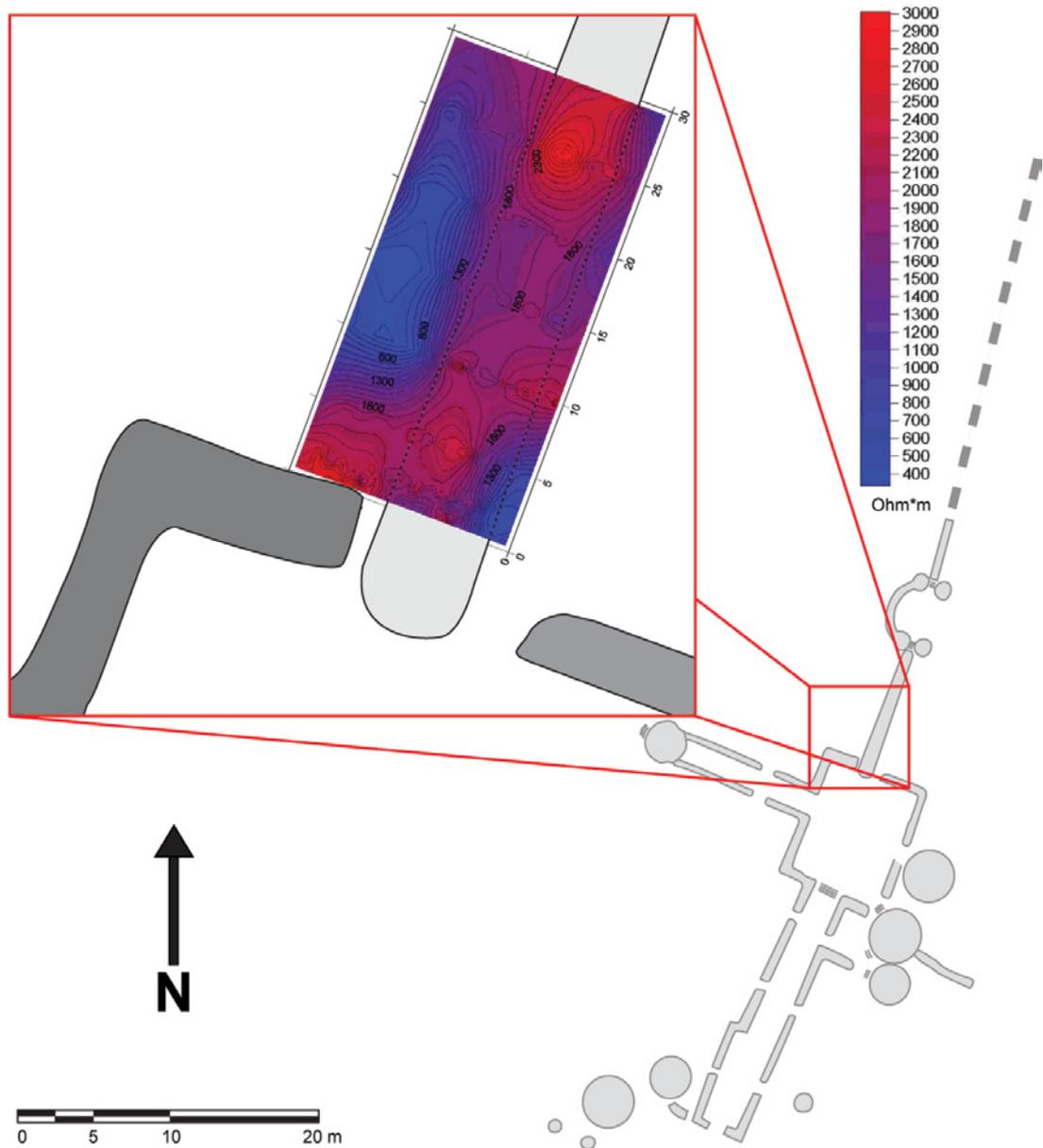
En contraste, en la pseudosección de diez metros, la calzada se puede ver muy claramente.

Figura 3. Sitio Cubujuquí con el área de prospección a una profundidad de 50 cm. Nótese que las zonas más azules son las áreas pantanosas (datos interpolados con el método Kriging)



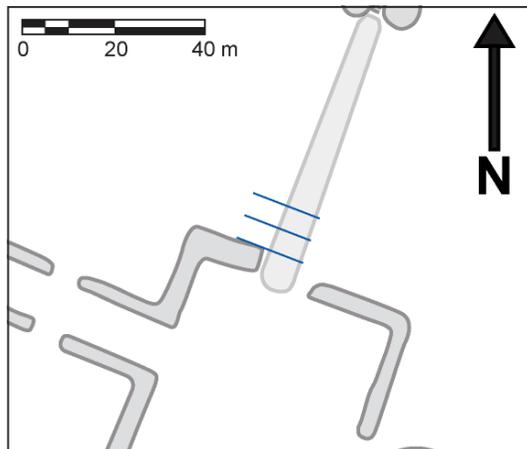
Fuente: mapa modificado de Gutiérrez y Mora, 1988, p.113.

Figura 4. Sitio Cubujuquí con el área de prospección a una profundidad de 25 cm (datos interpolados con el método *Nearest Neighbor*)



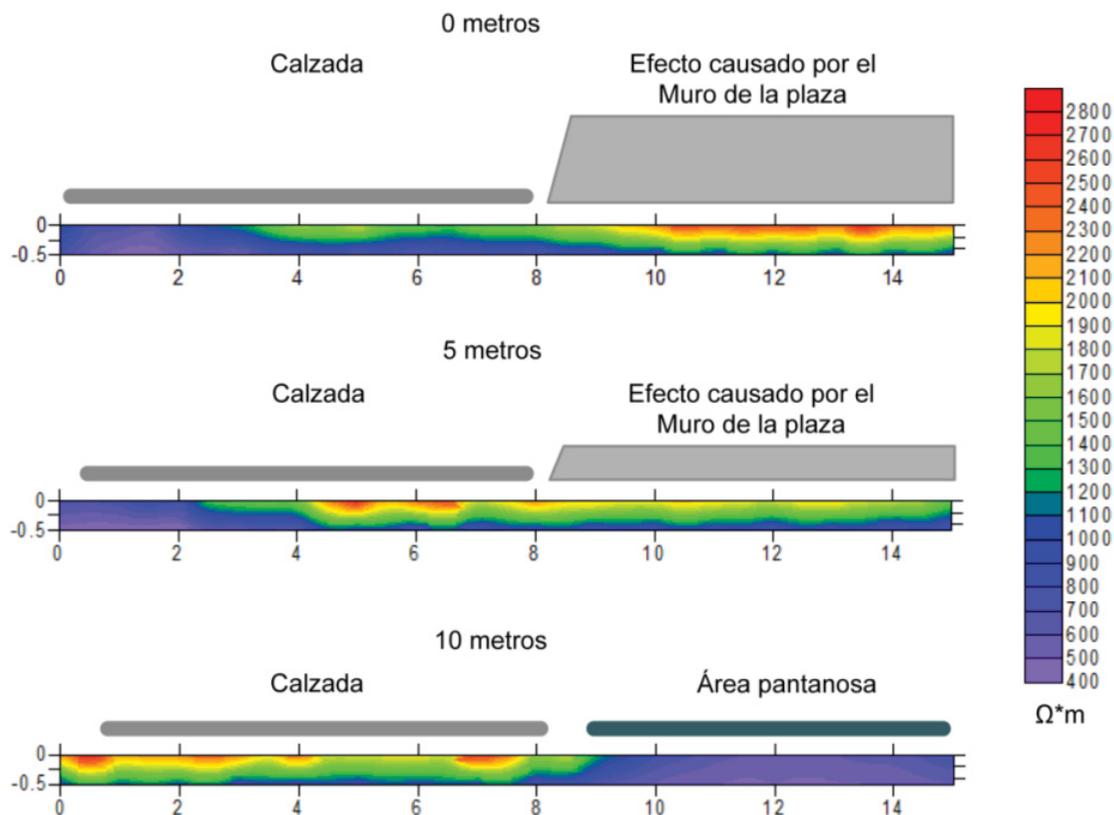
Fuente: mapa modificado de Gutiérrez y Mora, 1988, p.113.

Figura 5. Ubicación de las tres pseudosecciones de 15 metros de largo hechas en el sitio.



Fuente: mapa modificado de Gutiérrez y Mora 1988, p.113, figura 1.

Figura 6. Pseudosecciones de la calzada en los transectos de 0, 5 y 10 m de la cuadrícula. La parte de baja resistividad en el área de la calzada en los transectos 0 y 5 representa más tierra pantanosa (datos interpolados con el método Kriging).



La calzada, aunque sí se detectó con el método de resistividad, los resultados no fueron bastante claros. El hecho de que la calzada se encuentre en la superficie puede ser la causa de no tener un contraste muy fuerte en los datos geofísicos. Según los datos obtenidos durante las excavaciones hechas como parte del proyecto de Las Mercedes (Vázquez y Chapdelaine, 2005), las calzadas tienen un grosor de aproximadamente 20 cm, entre 10 y 15 cm corresponden a las piedras de pavimento y el resto a un tipo de relleno base medio arcilloso que contiene gravas y tiestos de tipos cerámicos, generalmente más antiguos. La investigación más superficial hecha, durante las prospecciones geoeléctricas, fue de 25 cm y, por eso, es muy posible que lo mostrado en el mapa geoeléctrico de la sub-superficie, sea la parte inferior de la calzada. Otro aspecto que se debe tomar en cuenta es la época en la que se hizo la prospección (la época seca), ya que el nivel de humedad en el suelo también tiene un efecto en el sitio.

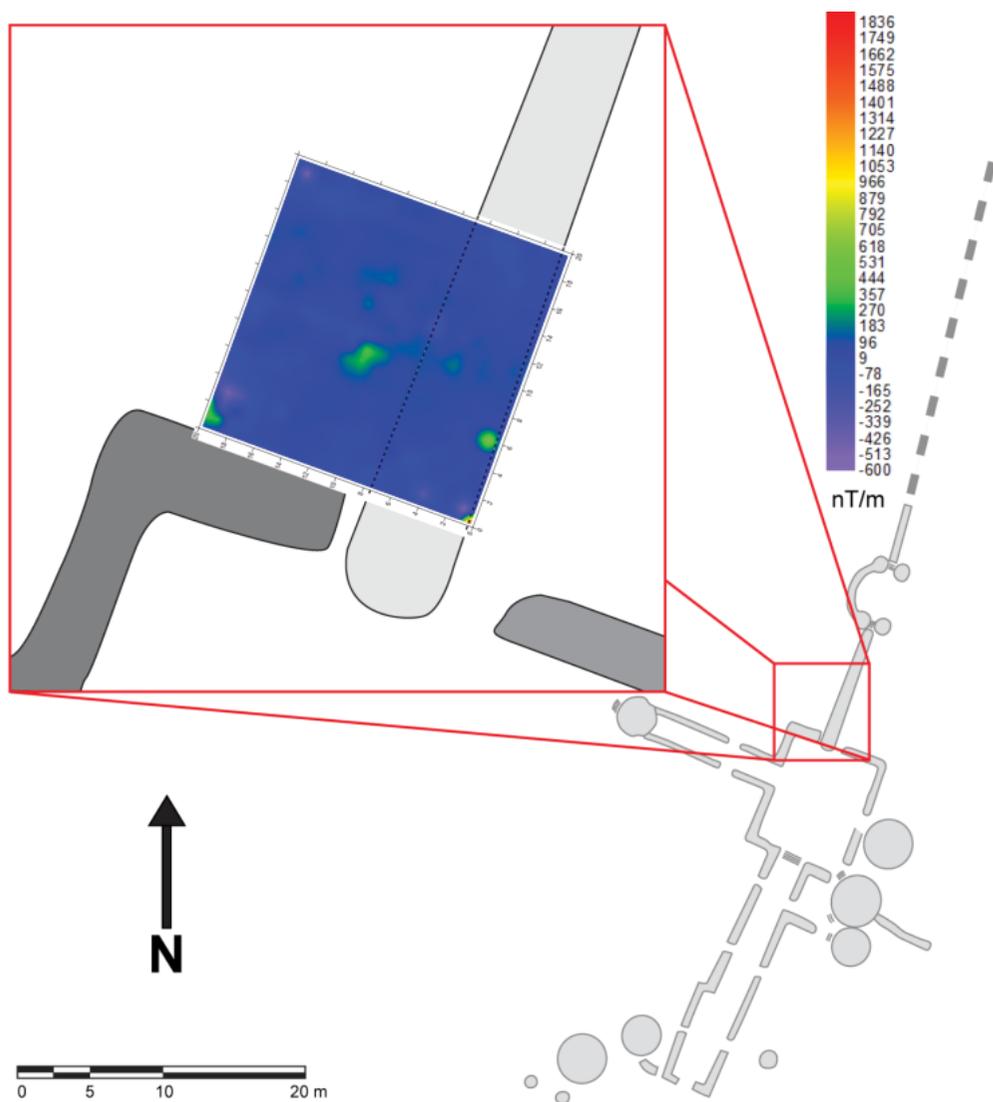
Magnetómetro de protones

La prospección de magnetometría de protones fue hecha sobre la misma área de la calzada, en la que se realizaron las prospecciones de resistividad eléctrica, utilizando el mismo datum. La cuadrícula, la cual midió 20x20 m, se prospectó con un punto de medición de cada metro y una orientación del eje X de 030 grados y el eje Y de 300 grados. Las medidas se tomaron utilizando el magnetómetro de protones en el modo gradiente, realizando una primera medición con el sensor a una altura de 1,20 metros y la segunda medición con una altura de 1,39 metros. Sin embargo, no tuvo tanto éxito como la prospección

de resistividad. Los resultados de los datos sin procesar mostraron que el área de la cuadrícula es bastante homogénea y no se obtuvo señal alguna de la calzada o el muro. La única anomalía notable que apareció en el mapa fue causada por una estaca de metal que se había extraviado durante la primera visita al sitio (Figura 7).

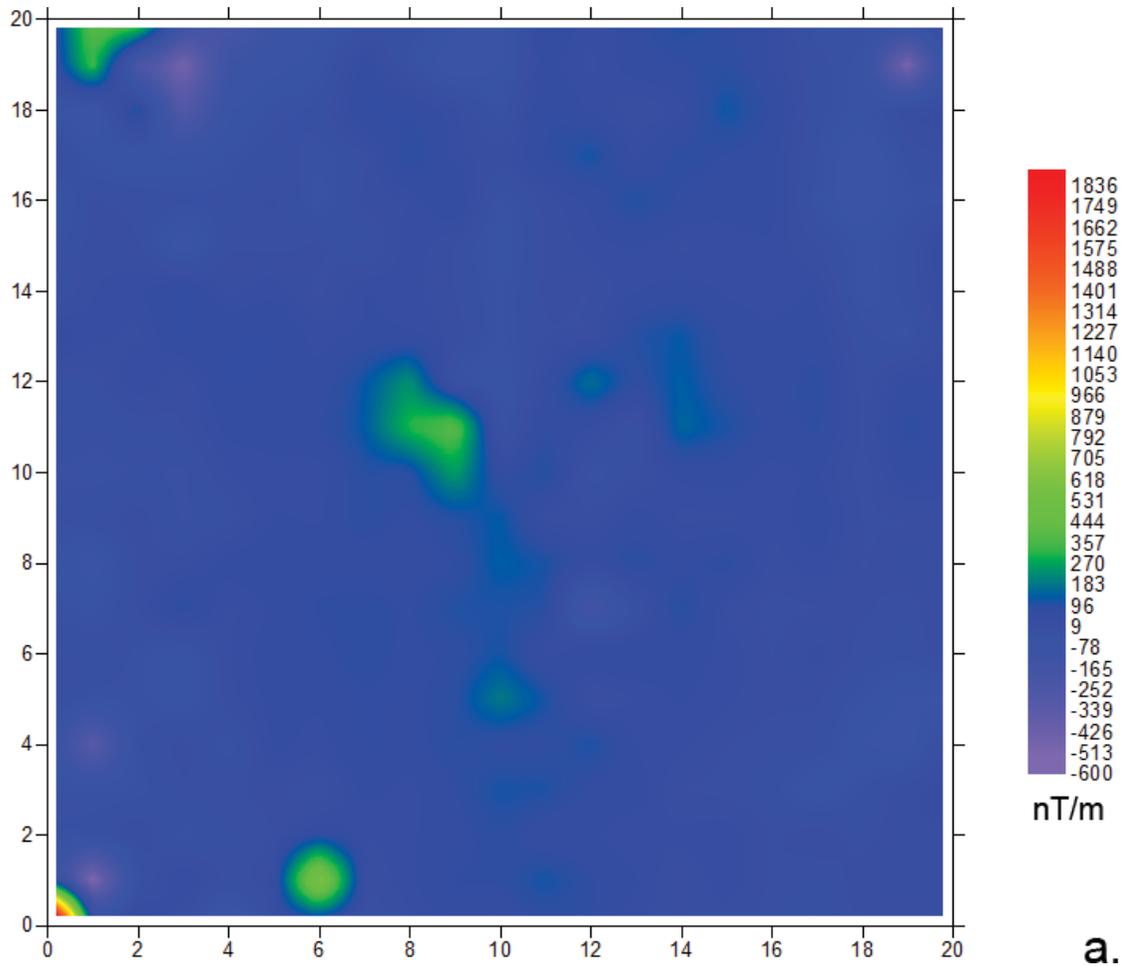
Los datos de campo fueron procesados con el programa *WUMAP* con el filtro de *Peak Elimination* para eliminar valores que fueran demasiados altos o bajos. Sin embargo, los resultados fueron muy similares a los datos sin procesar, ya que la cuadrícula apareció bastante homogénea y sin ningún rastro de rasgos arqueológicos (Figura 8). Finalmente, las tres nuevas anomalías probablemente fueron causadas por piedras grandes en lugar de rasgos culturales.

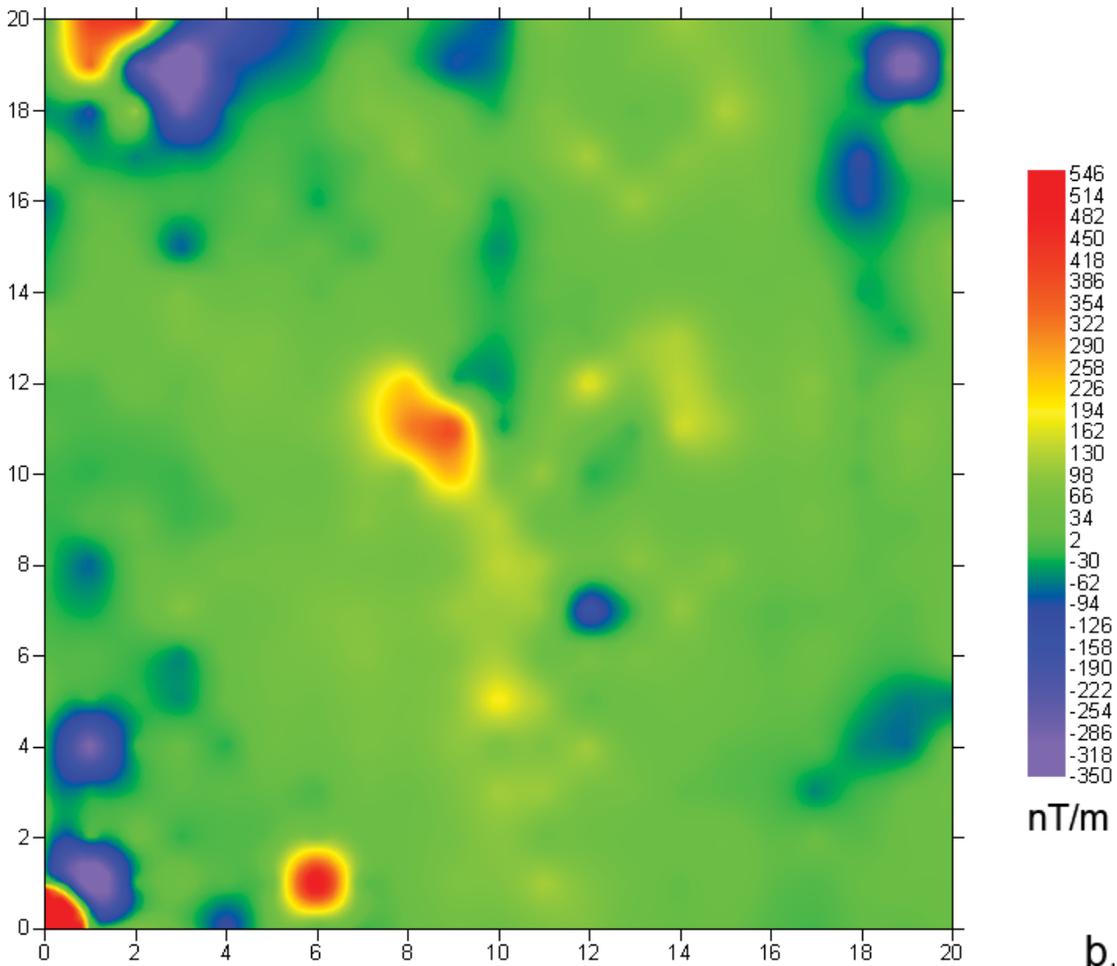
Figura 7. Mapa del gradiente magnético de la zona de prospección (datos interpolados con el método Kriging). La anomalía de magnetismo muy alto en la esquina 0/0 es causada por una estaca de metal extraviada durante una visita previa al sitio.



Fuente: mapa modificado de Gutiérrez y Mora, 1988, p.113

Figura 8. Comparación entre las representaciones gráficas de los datos magnéticos; a.) mapa generado con datos de campo (datos interpolados con el método Kriging), b.) después del procesamiento con los filtros del programa *WUMAP* (datos procesados con el filtro *Peak Elimination* con el mínimo de -300 nT/m y el máximo de 500 nT/m)





OTROS DATOS

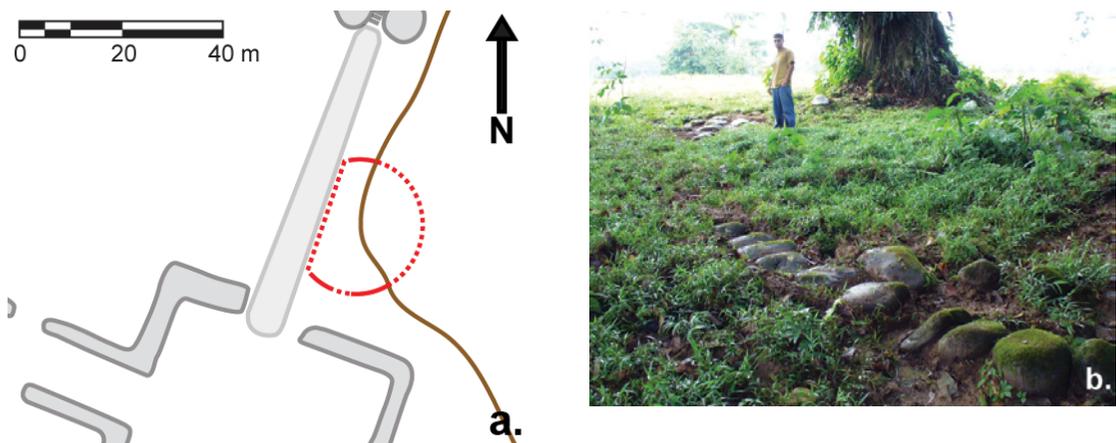
Durante la última visita al sitio, se detectó un alineamiento de piedra cerca de la calzada, junto al borde cortado por el río. Una inspección más detallada reveló los restos de un anillo de piedras que no se conocía previamente. Aunque no hubo tiempo para hacer un levantamiento preciso, se tomaron algunas medidas con cinta métrica para agregarlas al mapa del sitio (Figura 8). El rasgo se denominó R20, siguiendo la manera de designación adoptada por el Museo Nacional de Costa Rica durante sus trabajos en el sitio.

Durante el análisis de los datos de la prospección geoelectrica de los 25 cm de profundidad, se notó que la anomalía causada por la calzada se extendió hacia el Este unos nueve metros al Norte del punto datum (ver Figura 4). Dicho punto es el mismo donde ese rasgo probablemente hizo contacto con la calzada. Sin embargo, la cuadrícula solo cubrió una pequeña parte del rasgo, lo que impidió poder identificarlo con métodos geofísicos. También aparece evidencia del rasgo en la pseudosección del transecto de diez metros como una extensión de la calzada (ver Figuras 4 y 6).

La inspección rápida no permitió una

interpretación clara de la naturaleza del rasgo; sin embargo, gracias a los trabajos de Hartman (1901) y Skinner (1926) se conocen rasgos parecidos en otras zonas de la Vertiente del Caribe Central que delimitan cementerios del Periodo VI (1000 – 1550 d.C.).

Figura 9. Rasgo denominado R20 identificado durante la última visita al sitio. a.) Las líneas continuas representan alineamientos de piedra visibles en la superficie; las líneas discontinuas representan una proyección de la forma del rasgo y la línea café representa la línea aproximada del cauce del río. b.) Lado sur del anillo de piedra junto a la calzada



Fuente: fotografía tomada por Marco Arce.

DISCUSIÓN

La utilización de los métodos geofísicos en el sitio Cubujuquí generó resultados bastante interesantes, esto debido a que el método de la resistividad eléctrica fue usado con éxito en el sitio. La prospección más exitosa del sitio fue hecha

con una profundidad de estudio de 50 cm; sin embargo, por la orientación y el tamaño de la cuadrícula, los resultados no mostraron un contraste suficiente de la calzada con el suelo matriz para mostrar la efectividad máxima del método. La zona pantanosa en la mayoría del “espacio vacío” imposibilitó obtener un promedio

de la resistividad aparente del suelo matriz. Además, el hecho de que la época lluviosa fue particularmente fuerte, durante la mayoría del transcurso del proyecto, limitó la accesibilidad del sitio y la posibilidad de profundizar los estudios. A pesar de las limitaciones mencionadas, el método de resistividad eléctrica mostró su utilidad en posibles estudios futuros en el sitio para continuar con la identificación de nuevos rasgos.

En contraste con el éxito obtenido en los resultados de la resistividad eléctrica, el magnetómetro de protones mostró su ineffectividad en el sitio Cubujuquí, ya que el método mostró una cuadrícula bastante homogénea sin ninguna señal de rasgos arqueológicos. Aunque no se tiene claridad respecto de la causa de los resultados obtenidos en el sitio Cubujuquí, se puede inferir que las mismas rocas usadas en la construcción de los rasgos, la mayoría de las cuales son de andesita y basalto, probablemente tienen una alta cantidad de minerales ferromagnéticos.

CONCLUSIONES

La resistividad eléctrica, según los resultados del presente estudio, es el método geofísico más confiable para la detección e interpretación de anomalías causadas por la presencia de rasgos culturales precolombinos debajo de la superficie, considerando las características de suelo. El método geoelectrico tuvo éxito para mostrar anomalías que correspondieron a un rasgo previamente conocido. Además, los datos de la resistividad eléctrica también mostraron un rasgo nuevo descubierto, a partir de su visibilidad en la superficie.

La prospección magnética en el sitio se vio afectada en forma negativa por las

condiciones naturales de los suelos, lo cual indica que el magnetómetro de protones puede ser inadecuado para futuras investigaciones arqueológicas en sitios que manifiestan condiciones parecidas. En ese caso, las condiciones del subsuelo fueron muy particulares, esto causó la ineffectividad del método magnético. La presencia de rocas ígneas con un alto contenido de minerales ferromagnéticos generó interferencia y dejó inservibles los datos magnéticos recogidos a través de la prospección y probablemente haga que cualquiera de los tres tipos de equipos magnéticos no funcionen para prospecciones arqueogeofísicas en otros sitios en la zona. En ese caso, el método magnético más efectivo para hacer prospecciones geofísicas podría ser la susceptibilidad magnética, un método que mide la habilidad de un material de ser magnetizado. Por su naturaleza, la susceptibilidad magnética no se ve afectada por el magnetismo remanente, porque no puede detectar ese tipo de magnetismo (Fowler, Estrada, Bales, Reynolds y Kvamme, 2007).

BIBLIOGRAFÍA

- Abingdon Archaeological Geophysics. (2005). *Archaeological Geophysics: A Short Guide*. [En red]. Disponible en www.bajr.org/Documents/GeoPhysics.pdf. [Consultado: setiembre- 2006].
- Aguilar Piedra, C. H. (1972). *Guayabo de Turrialba: arqueología de un sitio indígena prehispánico*. San José, C.R.: Editorial Costa Rica.
- Aitken, M. J. (1961). *Physics and Archaeology*. New York: Interscience Publishers Inc.

- Arias Salguero, M. E. (2000). Métodos geofísicos. En: Denyer, P.; Kussmaul, S. (eds.). *Geología de Costa Rica*. Cartago, C.R.: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Arias Salguero, M. E. (2002). "Aplicaciones geofísicas a la hidrogeología en Costa Rica". *Revista Geológica de América Central*, (27), 11-20.
- Arias Salguero, M. E. (2007). "La geofísica de exploración como herramienta de las ciencias forenses: Primer caso de aplicación en Costa Rica". *Revista de Ciencias Forenses*, (2), [en prensa].
- Arias Salguero, M. E.; Mojica, A. (2003). "Prospección arqueológica en América Central mediante el uso de métodos geofísicos". *Revista Geológica de América Central*, (29), 35-41.
- Avery, T. E.; Berlin, G. L. (1992). *Fundamentals of Remote Sensing and Air Photo Interpretation*. New York: Macmillan.
- Bales, J. R.; Reynolds, M. D.; Kvamme, K. L. (2002). *Final Report of Geophysical Investigations Conducted at Ciudad Vieja, El Salvador*. Manuscrito sin publicar, Departamento de Antropología, Universidad de Vanderbilt.
- Baudez, C. F.; Borgnino, N.; Lalignant, S.; Lauthelin, V. (1992). *Papagayo: Un hameau précolombien du Costa Rica*. Editorial Recherche sur les Civilisations.
- Bevan, B. W. (1998). *Geophysical Exploration for Archaeology: An Introduction to Geophysical Exploration*. En: United States Department of the Interior, National Park Service, Midwest Archaeological Center. *Midwest Archaeological Center Special Report 1*, Lincoln, Nebraska.
- Corrales, F. (2007). Clase magistral de Teoría y Práctica de la Investigación Arqueológica en América Central.
- Dalan, R. A. (2006). Magnetic Susceptibility. En: Johnson, J. K. (ed.). *Remote Sensing in Archaeology: An Explicitly North American Perspective*. Alabama: University of Alabama Press.
- Drahor, M. G. (2006). "Integrated Geophysical Studies in the Upper Part of Sardis Archaeological Site, Turkey". *Journal of Applied Geophysics*, (59), 205-223.
- Fonseca Zamora, O. (1981). Guayabo de Turrialba and its Significance. En: Benson, E. P. (ed.). *Between Continents / Between Seas: Precolumbian Art of Costa Rica*. Nueva York: Harry N. Abrams Inc.
- Fowler Jr., W. R.; Estrada Belli, F.; Bales, J. R.; Reynolds, M. D.; Kvamme K. L. (2007). Landscape Archaeology and Remote Sensing of a Spanish-Conquest Town: Ciudad Vieja, El Salvador. En: Wiseman, J.; El-Baz, F. (eds.). *Remote Sensing in Archaeology*. New York: Springer.
- Garrison, E. G. (2003). *Techniques in Archaeological Geology*. Berlin: Springer.
- Gijanto, L. (2007). "A Comparison of Invasive and Non-Invasive Site Location

- Methods at Oakland Plantation, Natchitoches, Louisiana". *Technical Briefs in Historical Archaeology*, 2, 25-31.
- Gutiérrez González, M. (1988). *Reconocimiento y evaluación exploratoria en Cubujuquí*. En: Departamento de Antropología e Historia, Museo Nacional de Costa Rica. Programa de Trabajo para 1989. San José, C.R.
- Gutiérrez González, M.; Hurtado de Mendoza, L. (1986). "Arqueología de Suevre, Costa Central Atlántica, Costa Rica". *Vínculos*, 12 (1-2), 1-20.
- Gutiérrez González, M.; Mora Sierra, G. (1988). "Reconocimiento y evaluación de un complejo arquitectónico localizado entre Llanuras: Cubujuquí". *Vínculos*, 14 (1-2), 105-119.
- Hartman, C. V. (1901). *Archaeological Researches in Costa Rica*. Stockholm: Royal Ethnographical Museum.
- Johnson, W. J.; Johnson, D. W.; Gozdzik, G. (2001). Geophysics Comes of Age in North American Archaeology. *Society of American Archaeology, 66th annual meeting, New Orleans, Louisiana*, 18-21 de abril.
- Kvamme, K. L. (2003). "Geophysical Surveys as Landscape Archaeology". *American Antiquity*, 68 (3), 435-457.
- Kvamme, K. L. (2005). Terrestrial Remote Sensing in Archaeology. En: Maschner, H; Chippindale, C. (eds.). *Handbook of Archaeological Methods*. AltaMira Press.
- Kvamme, K. L. (2006a). Magnetometry: Nature's Gift to Archaeology. En: Johnson, J. K. (ed.). *Remote Sensing in Archaeology: An Explicitly North American Perspective*. Tuscaloosa, Alabama: University of Alabama Press.
- Kvamme, K. L. (2006b). Data Processing and Presentation. En: Johnson, J. K. (ed.). *Remote Sensing in Archaeology: An Explicitly North American Perspective*. Tuscaloosa, Alabama: University of Alabama Press.
- Maloof, G. O. (2008). *Utilidad de los métodos geofísicos en la arqueología costarricense: Un estudio de caso en los sitios Cubujuquí (H-7 Cq) y Jesús María (A-321 JM)*. Tesis de Maestría, Escuela de Antropología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Maloof, G. O.; Arias Salguero M. E. (2007-2008). "Arqueogeofísica del sitio Jesús María (A-321 JM), San Mateo de Alajuela, Costa Rica". *Cuadernos de Antropología*, (17-18), 177-187.
- Maxwell, J. C. (2005). *An Elementary Treatise on Electricity*. Mineola, N.Y.: Dover Publications.
- Milsom, J. (1989). *Field Geophysics*. London: Geological Society of London.
- Peytrequín Gómez, J.; Aguilar Bonilla, M. (2007a). *Agua Caliente C-35 AC: Arquitectura, procesos de trabajo e indicadores arqueológicos de un modo de vida cacical en una aldea nucleada en el Intermontano Central, Costa Rica*. Tesis de licenciatura, Escuela de Antropología y Sociología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

- Peytrequín Gómez, J.; Aguilar Bonilla, M. (2007b). "Los indicadores arqueológicos de un modo de vida cacical en el sitio Agua Caliente". *Vínculos*, 30 (1-2), 57-81.
- Reynolds, J. M. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Chichester, UK: John Wiley and sons Ltd.
- Salgado González, S.; Vázquez Leiva, R. (2006). "Was there a greater Nicoya Subarea during the Postclassic?"; *Vínculos*, 29 (1-2), 1-16.
- Snarskis, M. J. (1978). *The Archaeology of the Central Atlantic Watershed of Costa Rica*. Tesis de doctorado, Ann Arbor, Michigan: University Microfilms.
- Snarskis, M. J. (1981). *The Archaeology of Costa Rica*. En: Benson, E. P. (ed.). *Between Continents / Between Seas: Pre-columbian Art of Costa Rica*. Nueva York: Harry N. Abrams Inc.
- Snarskis, M. J. (2003). *From Jade to Gold: How, Why and When*. En: Quilter, J.; Hoopes, J. W. (eds.). *Gold and Power in Ancient Costa Rica, Panama, and Colombia*. Washington D.C.: Dumbarton Oaks.
- Solís del Vecchio, F. (1998). "Nuevos datos en la arqueología de Bahía Culebra, Noroeste de Costa Rica". *Vínculos*, 22 (1-2), 1-44.
- Somers, L. E. (2006). *Resistivity Survey*. En: Johnson, Jay K. (ed.). *Remote Sensing in Archaeology: An Explicitly North American Perspective*. Tuscaloosa, Alabama: University of Alabama Press.
- Telford, W. M.; Geldart L. P.; Sheriff, R. E.; Keys, D. A. (1976). *Applied Geophysics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Vázquez Leiva, R. (2001). Conclusiones sobre la cronología y la ocupación territorial del Valle de Turrialba: con consideraciones acerca de la formación y transformación del registro arqueológico. En: Vázquez, R. (ed.). *Arqueología del área de influencia del Proyecto Hidroeléctrico Angostura, Valle de Turrialba*, Mimeografiado. San José, C.R.: Instituto Costarricense de Electricidad – Museo Nacional de Costa Rica
- Vázquez Leiva, R.; Chapdelaine, C. (2005). *Desarrollo y alcances del poder cacical amerindio en el sur de Centroamérica: el sitio Las Mercedes, Caribe Central de Costa Rica, Temporada 2005*. Manuscrito, Departamento de Antropología e Historia, Museo Nacional de Costa Rica, San José.
- Vázquez Leiva, R.; Rojas Garro, M.; Chacón C. A.; Hidalgo Orozco T. (1995). "Evaluación Estadística Sobre el Estado de la Arqueología en Costa Rica". *Vínculos*, 20, (1-2), 35-52.