

Resultados de las prospecciones magnética y eléctrica del yacimiento arqueológico El Caño (NA-20), Gran Coclé, Panamá

Alexis MOJICA

Universidad de Panamá - alexis.mojica@gmail.com

Julia MAYO

Smithsonian Institution - mayoj@si.edu

Carlos MAYO

Smithsonian Institution - mayoc@si.edu

José Ramón CHANTADA

Universidad de Santiago de Compostela - xeramon@usc.es

Guillermina Itzel DE GRACIA

Subdirectora de Patrimonio Histórico - itzeld64@hotmail.com

Nicolas FLORSCH

Université Pierre et Marie Curie (Paris VI) - florsch@ccr.jussieu.fr

Recibido: 22 de agosto de 2006

Aceptado: 15 de septiembre de 2006

RESUMEN

En este trabajo presentamos los resultados de la aplicación de los métodos de prospección geofísica que hemos usado para la localización de estructuras prehispánicas en el yacimiento arqueológico El Caño (NA-20). En este lugar hemos realizado prospecciones magnética y eléctrica con el objeto de descubrir con precisión la organización y configuración espacial de esta ocupación y el grado de perturbación antropogénica reciente, producto de la actividad agraria y de excavaciones no profesionales.

Palabras clave: Prospección magnética, prospección eléctrica, anomalía magnética, resistividad aparente, gradiente magnético vertical, El Caño.

Results of the magnetic and electrical surveys in El Caño (NA-20) archaeological site, Gran Coclé, Panama

ABSTRACT

In this work we have presented the results of the application of the geophysical methods that we have used for the location of Pre-Columbian features in El Caño (NA-20) archaeological site. In this place we have made magnetic and electrical surveys with the objective of detecting accurately the organization and space configuration of this occupation and the degree of anthropogenic disturbance recent product of the agrarian activity and non-professional excavations.

Key words: Magnetic survey, electrical survey, magnetic anomaly, apparent resistivity, El Caño.

SUMARIO: 1. Introducción. 2. Marco geográfico. 3. El contexto arqueológico. 4. Métodos físicos. 5. El trabajo de campo. 6. Los resultados. 7. Conclusiones. 8. Referencias bibliográficas.

1. Introducción

En arqueología los métodos de prospección geofísica son usados como una herramienta de apoyo en la detección y el establecimiento de los parámetros de estructuras enterradas de origen cultural. Los dos métodos más utilizados en las prospecciones arqueológicas son la eléctrica y magnética (Scollar *et al.* 1986; Tabbagh 1992; Sambuelli *et al.* 1999). También se han aplicado con éxito otros como es el caso de la prospección electromagnética (Tabbagh 1986; Chianese *et al.* 2004; Evangelista and Wedepohl, 2004). Así como en Europa, todos estos métodos han sido empleados también en algunos yacimientos arqueológicos precolombinos americanos (Conyers 1995; Stierman y Brady 1999; Chávez *et al.* 2001, 2005).

La prospección geofísica es una de las modalidades de prospección que utilizamos en el Proyecto Arqueológico Coclé. Los resultados más interesantes son los obtenidos en el yacimiento arqueológico El Caño (NA-20), lugar en el que existen una serie de alineamientos de columnas basálticas y esculturas biomorfas labradas en tobas. Este yacimiento se caracteriza por haber sido el «centro ceremonial» más importante de la Región Cultural Gran Coclé. Sin embargo, el yacimiento ha sido perturbado a lo largo de los últimos 30 años debido a que está localizado en un área de producción de caña de azúcar. A esto hay que sumar la pérdida de información provocada por el hecho de que el yacimiento fue excavado en varias ocasiones por entusiastas de la arqueología, muchas veces funcionarios del estado panameño sin formación y experiencia en esta disciplina.

Como mencionamos con anterioridad, en el lugar usamos las variedades de prospección magnética y eléctrica. Para la prospección magnética, se utilizó un sistema altamente sensible cuyo registro de los datos se realizó de manera continua y automática a lo largo de una serie de perfiles establecidos, mientras que para la prospección eléctrica se utilizó un sistema de adquisición automática pero de manera discreta (punto a punto). Los mapas de las anomalías magnéticas y eléctricas obtenidos en este análisis, han permitido tener una visión clara de la distribución de algunas estructuras antropogénicas enterradas.

2. Marco geográfico y geológico

El yacimiento arqueológico de El Caño está situado a dos kilómetros del centro del poblado del mismo nombre, en el distrito de Nata (provincia de Coclé). El yacimiento se localiza sobre una llanura constituida por material aluvial, producto del drenaje de los ríos Grande, Churubé, El Caño y Coclé del Sur. De acuerdo con Miranda y Gutiérrez (1993), estos aluviones se encuentran conformados por sedimentos y cantos rodados de roca ígnea no consolidadas del cuaternario. En este mismo contexto, se incluyen además grandes bancos de arena, limos, arcillas y gravas provenientes de los ríos Grande y Coclé del Sur. Las columnas rocosas que afloran en este parque arqueológico son del tipo ignimbrita (roca ígnea volcánica del plioceno inferior).

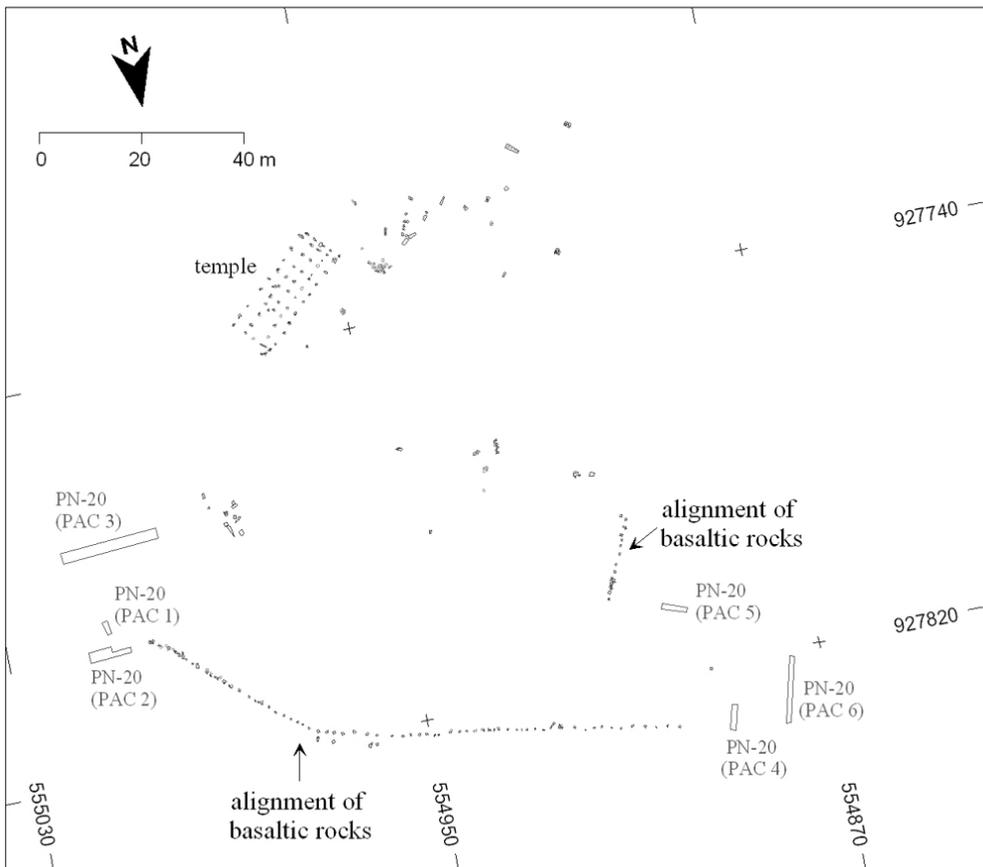


Figura 1: Plano del yacimiento NA-20. Pueden apreciarse las estructuras (alineamientos y calzada) así como la localización de las áreas perturbadas y las excavaciones que nosotros hemos realizado (planimetría elaborada por Carlos Mayo)

3. El contexto arqueológico

Las sociedades prehispánicas de la zona intermedia eran considerablemente más sencillas que las existentes en las áreas andina y mesoamericana. Se caracterizaban por una organización social menos estratificada, territorios y poblaciones más pequeños y asentamientos menos extensos con un número reducido de estructuras rituales o cívicas de poca complejidad. La adaptación plena a la agricultura estuvo acompañada por el establecimiento de los primeros poblados a orillas de los grandes ríos de la provincia de Coclé –los ríos Grande, Chico y Coclé del Sur–, a finales del primer milenio antes de Cristo (Isaza 1993). Hasta la fecha han sido identificado un total de veintitrés asentamientos precolombinos fechados entre el 250 y el 550 d. C. en las márgenes de los ríos Parita, Caño y Grande. Hacia el 700 d. C. ciertos líderes tribales lograron consolidar su poder y surgieron los primeros cacicazgos que constituyen la forma de organización social y política más compleja de la Baja Centroamérica (Linares 1977; Helms 1979; Drolet 1980). Es por entonces cuando se

construye el «centro ceremonial» de El Caño, yacimiento en el que, como dijimos, se encuentran expuestas en superficie una serie de columnas de basalto, esculturas y una calzada de cantos rodados (Figura 1).

Además del alineamiento principal, existe una segunda estructura que Verrill (1927) llamó «El Templo». Encontramos también otros cantos rodados, columnas y fragmentos de columnas basálticas desperdigadas por el lugar. Nuestras excavaciones fueron catalogadas con el nombre del yacimiento (NA-20) seguido de las siglas de nuestro proyecto (PAC) y el número de excavación.

4. Métodos geofísicos

Conocer la composición de los suelos es fundamental a la hora de aplicar e interpretar los datos de las prospecciones geofísicas. En NA-20 los suelos se componen de una mezcla de partículas de roca que poseen ciertas propiedades físicas en común con las sustancias madres, pero debido a los cambios provocados con el paso del tiempo, y por la acción de las plantas y el hombre, algunas de estas propiedades han variado (Scollar *et al.* 1990). Aunado a esto, los cambios que experimenta el suelo están relacionados con procesos químicos, fraccionamientos físicos, de transporte y de depósito, así como de disoluciones y/o de concentraciones (Dabas 1989). En este contexto, las variaciones que sufren las propiedades físicas del suelo pueden ser estudiadas a través de la aplicación de mecanismos específicos cuya metodología requiere un conocimiento de ciertos modelos físicos. Entre las principales propiedades físicas del suelo, se pueden mencionar: (1) la resistividad eléctrica, la cual cuantifica el grado de dificultad que cierto volumen de suelo ofrece al paso de las cargas en movimiento, (2) la conductividad eléctrica que representa el inverso de la resistividad, (3) el magnetismo del suelo traducido en término de los campos magnéticos que se generan en él y sus componentes, (4) la propagación de ondas mecánicas en el suelo, (5) su temperatura, (6) el campo de gravedad y (7) la radiactividad.

4.1. El método magnético

Gracias a los estudios sobre las propiedades magnéticas de los suelos llevados a cabo desde los años 50 del siglo pasado, hoy se pueden identificar ciertos procesos pedológicos y antrópicos que afectan notablemente a los diferentes horizontes de los suelos (Benech 2000). Un estudio cartográfico de estas propiedades magnéticas, como es el caso del análisis del campo magnético total de la tierra, puede ofrecer información valiosa relacionada con impactos antiguos del hombre sobre el suelo. El método magnético se basa en la detección de las variaciones locales del campo magnético terrestre, identificando y separando, por un lado, las variaciones propias del suelo y las de las estructuras que se investigan y, por otro, las variaciones que sufre este campo terrestre a causa de fenómenos externos. Estas variaciones o anomalías magnéticas se deben, en parte, a la inducción causada por una fuerza de mag-

netización asociada con el campo terrestre, y a la magnetización remanente, la cual conserva la historia magnética y térmica del cuerpo o de la estructura en cuestión.

En El Caño utilizamos un magnetómetro de vapor de cesio tipo G-858 Geometrics en modo gradiómetro. De acuerdo con Llopis y Sharp (1997) y Bossuet *et al.* (2001), la utilización de dos sensores para la medición del gradiente magnético vertical a partir de la diferencia de los valores del campo magnético registrados por dichos sensores, resulta eficaz para la eliminación de las variaciones externas del campo magnético natural. En fin, dicha diferencia de valores puede ser considerada como una buena aproximación del gradiente magnético vertical.

4.2. El método eléctrico

Las propiedades eléctricas del suelo se encuentran influenciadas por el flujo de calor, la saturación de agua, la cantidad de arcilla, el tamaño de los granos, los poros y las fracturas. También afectan las condiciones ambientales del suelo a una profundidad dada, las propiedades termodinámicas como la presión y la temperatura o la fugacidad de oxígeno (Nover 2005).

Para los métodos eléctricos, la propiedad física de mayor relevancia en el estudio del suelo es aquella que hace referencia a la dificultad, que un determinado volumen de terreno, ofrece al paso de las cargas eléctricas en movimiento, es decir, su resistividad eléctrica. El hecho de que desde el punto de vista arqueológico, el suelo registre actividades humanas acaecidas en el pasado, significa que la aplicación de los métodos eléctricos puede jugar un papel muy importante en la comprensión de un yacimiento arqueológico, ya que las estructuras culturales enterradas ofrecen valores de resistividad eléctrica diferentes al medio que las rodea, y estas diferencias pueden ser abordadas como anomalías, de igual forma que las anomalías magnéticas. De esta manera, el estudio de la variación espacial de la resistividad eléctrica de un yacimiento arqueológico constituirá la punta de lanza en nuestro proyecto para dar respuesta a las interrogantes relacionadas con la presencia y/o ausencia de estructuras culturales enterradas, no visibles en superficie.

El registro de la resistividad eléctrica del subsuelo se realiza inyectando una determinada intensidad de corriente eléctrica en el suelo. La circulación de esta corriente a través de dos electrodos clavados en la superficie genera en el subsuelo una diferencia de potencial que puede ser registrada a través de otros dos electrodos conectados a un sistema de registro. Si en un punto del espacio se conocen la diferencia de potencial generada, la intensidad de la corriente eléctrica inyectada y la geometría del sistema de los cuatro electrodos utilizados en el análisis, entonces es posible calcular, en dicho punto, el valor de la resistividad eléctrica. Sin embargo, debido a la complejidad en la constitución del suelo, tenemos en cuenta también la resistividad aparente del subsuelo.



Figura 2: Mediciones del gradiente magnético vertical realizadas a lo largo de un perfil en el yacimiento arqueológico de El Caño con un magnetómetro de vapor de cesio G-858

5. El trabajo de campo

5.1. El método magnético

El dispositivo magnético utilizado en el Caño, fue un magnetómetro de vapor de cesio del tipo G-858 Geometrics en modo gradiómetro. Las medidas del gradiente magnético vertical fueron realizadas cada 0,2 s para una sensibilidad de 0,01 nT. La superficie total prospectada fue de 3,41 ha, definiéndose en ella los perfiles o líneas paralelas separadas 1 m sobre las cuales se realizó el registro automático de los datos magnéticos en modo bidireccional (Figura 4).

Con el objetivo de hacer visible aquellas estructuras arqueológicas enterradas, los datos recopilados durante esta prospección magnética fueron interpolados y desple-



Figura 3: Mecánica de registro de la resistividad eléctrica del subsuelo: (1) dispositivo móvil de electrodos, (2) fuente de corriente alterna y (3) adquisición automática de datos

gados en forma de imagen. Sin embargo, a pesar de la densidad de datos recogidos, es normal obtener cierto tipo de distorsiones debidas a la existencia de metales y pequeñas rocas volcánicas distribuidas de manera aleatoria sobre el terreno, o por problemas de operación sobre la superficie. Estas distorsiones fueron contempladas y corregidas con la aplicación de algoritmos de compresión logarítmica y estadística desarrollados por N. Florsch. La utilización de este tipo de dispositivos magnéticos de alta precisión presenta esta clase de inconvenientes. Las distorsiones y correcciones de estos datos geofísicos han sido reportados por diversos autores (Scollar et al 1986; Eder-Hinterleitner et al 1996; Tabbagh 2000; Ciminale y Loddo 2001). Para nuestro caso, hemos tenido en cuenta las distorsiones de los materiales altamente magnéticos ubicados en la superficie que prospectamos.

5.2. Método eléctrico

Con el objeto de obtener una imagen sobre las variaciones laterales de la resistividad eléctrica del subsuelo, se utilizó un sistema de dos electrodos fijos en un dispositivo móvil de madera, un sistema de adquisición automática de datos y una fuente de corriente alterna. La geometría del sistema de electrodos utilizada en este trabajo es tal que, sobre el sistema móvil, se utiliza un electrodo para la inyección de corriente y el otro para la medición del potencial eléctrico; los otros dos electrodos se ubican de manera fija y lejos de la zona a prospectar, de tal forma que la influencia de éstos sobre la zona de prospección sea nula. La Figura 3 ilustra esta mecánica de prospección.

Como en la prospección magnética, los datos de resistividad eléctrica se registran a lo largo de varios perfiles separados a una distancia de 1 m. Estos datos se interpolan y se representan ya sea en escala lineal o logarítmica.

Para obtener información referente a las variaciones tanto laterales como de profundidad de la resistividad aparente del subsuelo, hicimos una tomografía eléctrica,



Figura 4: Montaje experimental y sistemas de inyección de corriente alterna y de medición

la cual consiste en medir la resistividad aparente con un dispositivo electrónico determinado, con una separación constante entre electrodos denominada 'a', y variando las distancias entre los pares de electrodos emisor-receptor por múltiplos de un valor «n», de tal forma que el resultado final es una sección de resistividad aparente a varios niveles «n» en profundidad. Estos datos son posteriormente tratados por medio de algoritmos matemáticos de inversión. Este proceso se desarrolló sobre el Montículo 1 ubicado en el sector Oeste del parque. El montaje experimental se ilustra en la Figura 4.

A diferencia de la fuente de inyección de corriente alterna utilizada en la prueba descrita con anterioridad, en esta fase de la experiencia se requirió de un sistema con una potencia más elevada, con el objeto de obtener una idea de la estratigrafía del yacimiento en términos de propiedades eléctricas. Sobre el Montículo 1 hicimos dos tomografías eléctricas en dirección N-S y E-W, con una longitud de 45 y 43 m respectivamente.

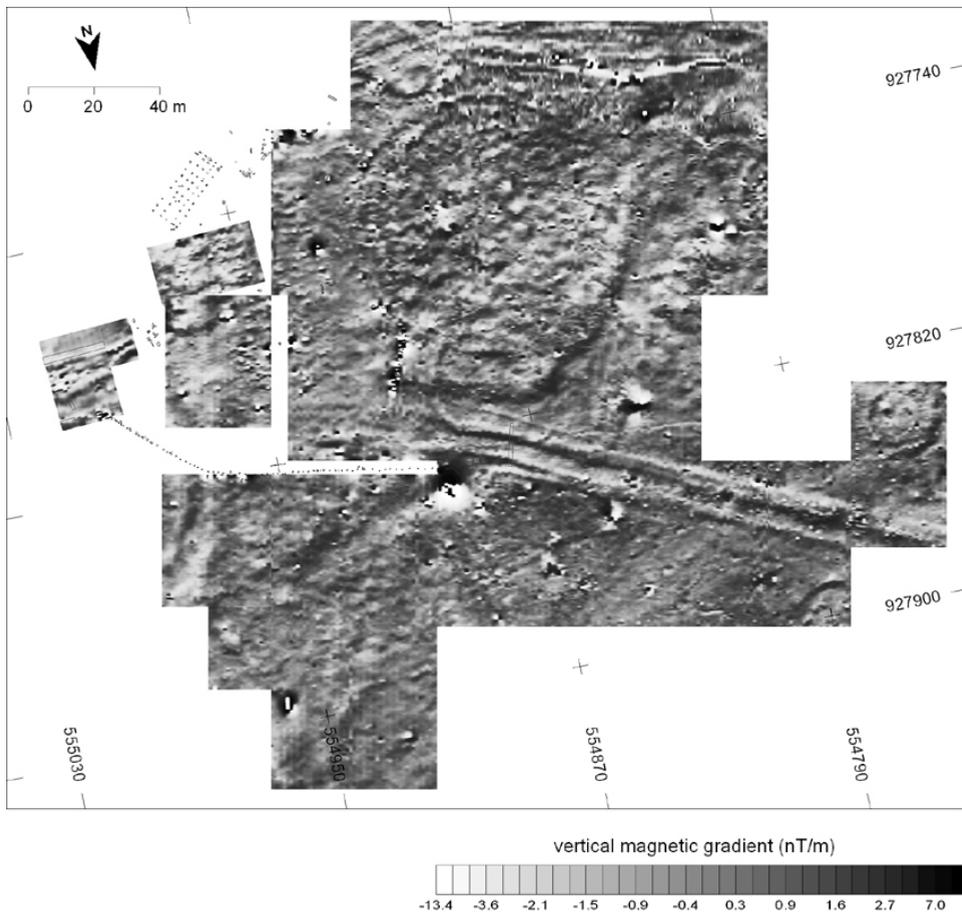


Figura 5: Plano del yacimiento arqueológico El Caño y magnetograma. Magnetometría a vapor de cesio utilizando el sistema G-858 del tipo Geometrics en modo de gradiómetro vertical

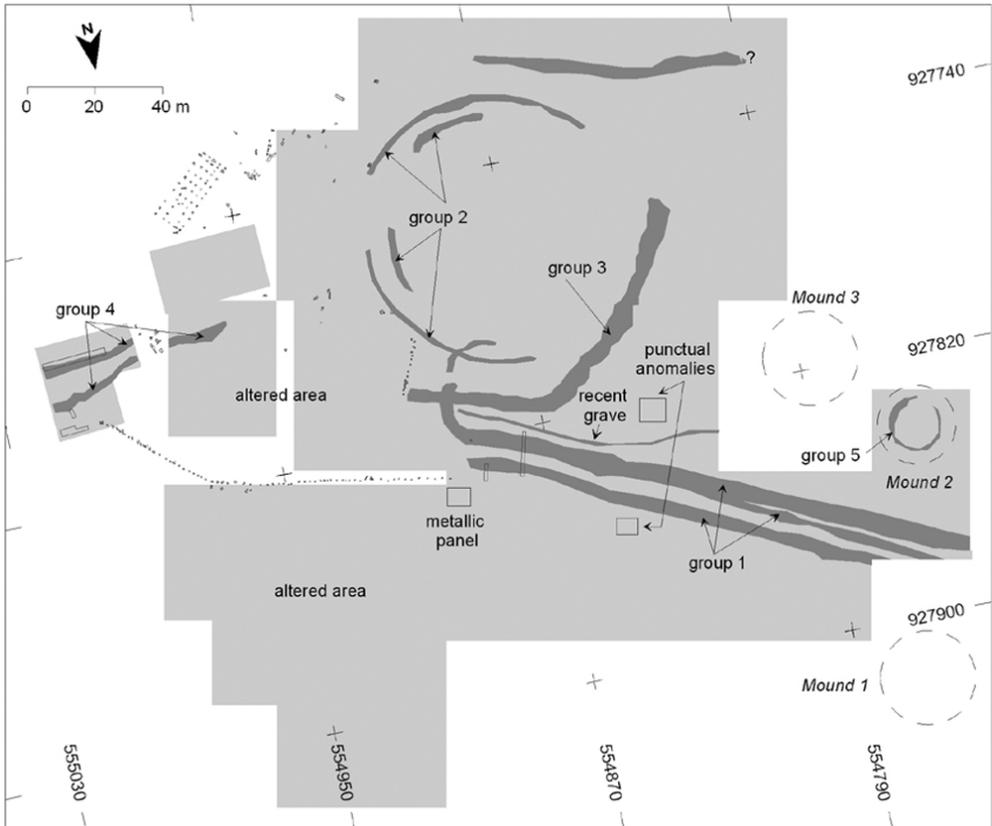


Figura 6: Interpretación de las principales anomalías obtenidas en el magnetograma de la Figura 5

6. Los resultados

6.1. Resultados de la prospección magnética

Los resultados de la prospección magnética se muestran en la imagen de la escala de grises de la Figura 5.

El magnetograma de la Figura 5 muestra algunas anomalías del gradiente magnético vertical con geometrías bien definidas. En el sector central se define un conjunto de anomalías magnéticas con geometría lineal (grupo 1) que se extiende desde la parte Noroeste del yacimiento. En el sector Sur se define otro conjunto de anomalías semi-circulares (grupo 2); el grupo 3 muestra una fuerte anomalía bien definida que se prolonga perpendicularmente al grupo 1. Las anomalías con geometría semi-lineal (grupo 4) se disponen de manera paralela a una parte de la calzada de cantos rodados que se encuentra en el polígono del sector Este. En el sector Oeste también puede observarse una anomalía circular (grupo 5) que se encuentra relacionada con uno de los principales montículos del yacimiento. El plano de la Figura 6 muestra una interpretación de este resultado.

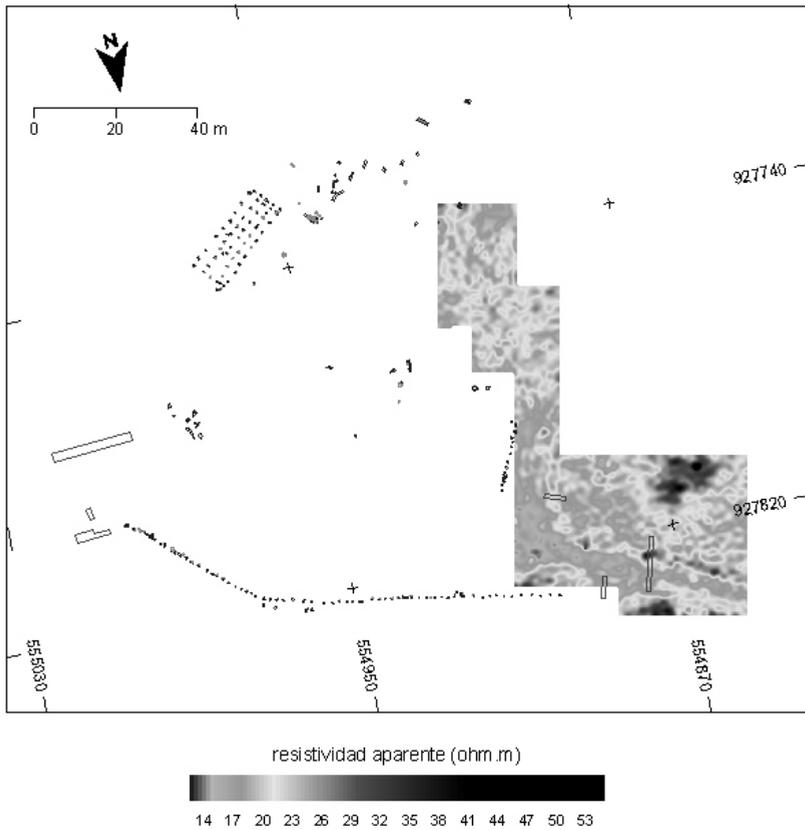


Figura 7: Mapa sobre la distribución de la resistividad aparente del subsuelo en el sector central del yacimiento arqueológico El Caño

6.2. Los resultados de la prospección eléctrica

En la sección central del yacimiento hicimos una prospección eléctrica registrando un total de 3041 estaciones para su posterior interpolación, cubriendo una superficie de 2892 m². Los datos interpolados fueron tratados mediante la aplicación de filtros de convolución lineal específicos. El resultado se muestra en el mapa de escala de grises de la Figura 7.

Al igual que en el magnetograma, en este mapa se pueden apreciar algunas anomalías de la resistividad aparente cuyos alineamientos se correlacionan con la información suministrada por el método magnético (es decir, si superponemos el mapa magnético sobre el mapa eléctrico, en ambos mapas aparecen las mismas estructuras y en el mismo lugar). Las principales anomalías presentes en el mapa de la Figura 7 reflejan valores superiores a los 25 ohm.m. Por otro lado, la distribución de la resistividad aparente se torna un poco aleatoria hacia el sector Sur del mapa.

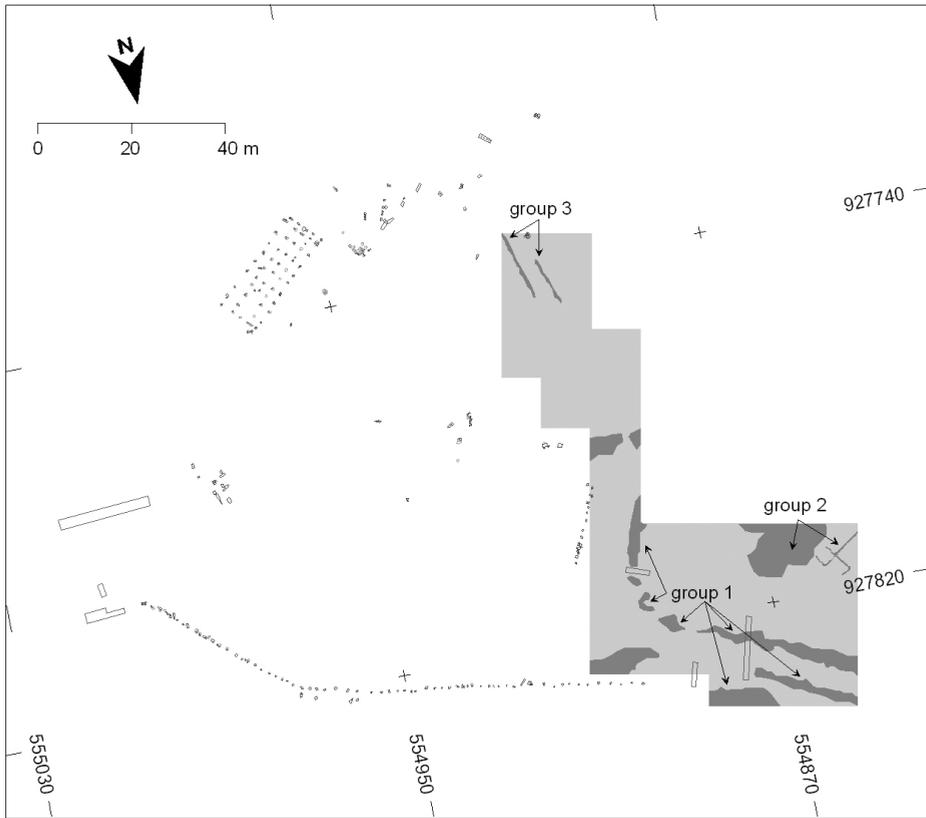


Figura 8: Interpretación de las principales anomalías de resistividad aparente obtenidas a partir del resultado de la Figura 7

Para tener información concreta concerniente a los resultados de este análisis, en la Figura 8 mostramos una interpretación de las principales anomalías.

El conjunto de anomalías eléctricas del grupo 1 de este mapa, resulta similar al grupo 1 de la respuesta magnética (Figura 6). El grupo 2 corresponde a una fuerte anomalía (con valores de resistividad aparente superiores a los 30 ohm.m) que parece formar parte de la anomalía magnética del grupo 3. En el conjunto 3, a pesar de presentar cierto grado de dispersión, pueden distinguirse dos anomalías alineadas, posiblemente correlacionadas con el grupo 2 del mapa magnético.

En definitiva con nuestro trabajo ahora sabemos como funcionan los métodos de análisis sobre los suelos antrópicos de los yacimientos arqueológicos del Neotrópico.

Hemos creado además un plano en tres dimensiones, con los resultados de las Figuras 5 y 7, como una forma de visualizar más claramente la correspondencia en estas anomalías (Figura 9).

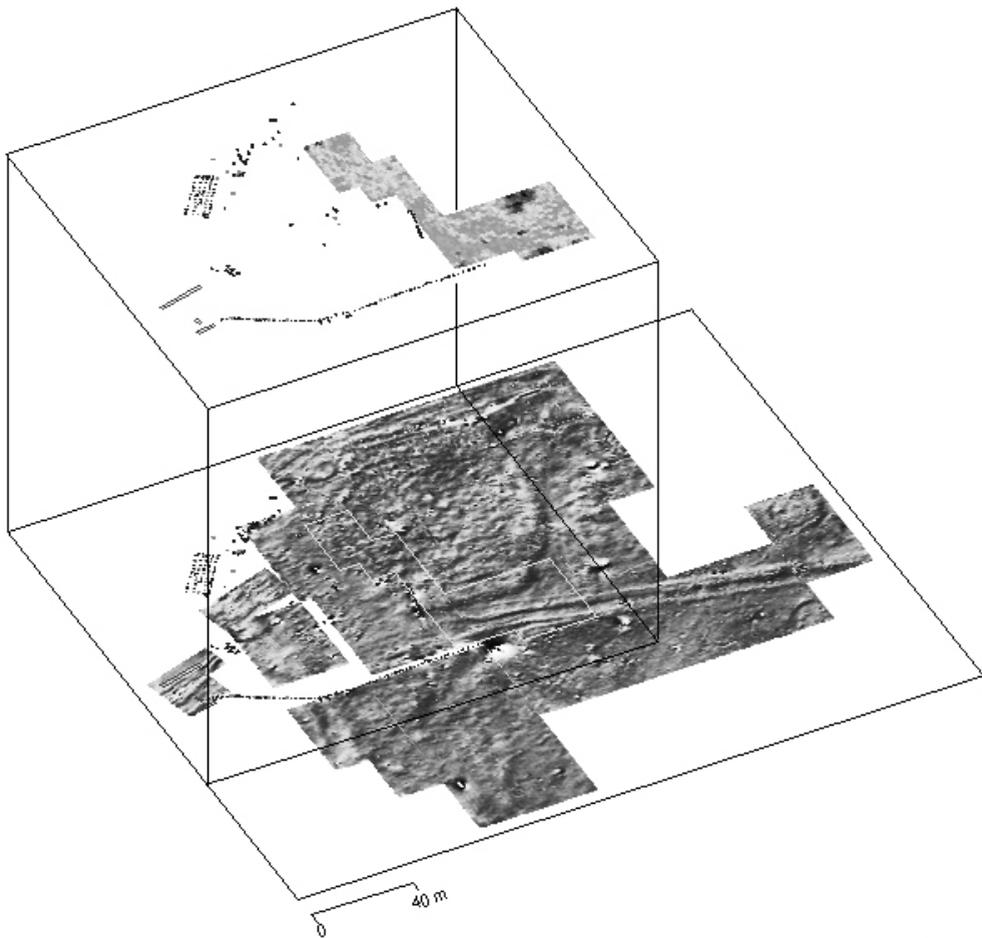


Figura 9: Superposición de los resultados obtenidos con los métodos magnético y eléctrico en el yacimiento arqueológico El Caño

Con respecto a los resultados obtenidos en la zona del Montículo 1, ambas tomografías presentan algunas anomalías que pueden dar información referente al material utilizado para la construcción del mismo. La Figura 10 ilustra los resultados obtenidos en este análisis.

La interpretación llevada a cabo sobre la imagen 10 a, que representa la tomografía realizada en dirección Norte-Sur, muestra valores bajos de la resistividad aparente (menores a los 8,0 ohm.m), propios de una zona de deposición aluvial con cierto contenido de agua. La parte superior del montículo muestra valores un poco más elevados (superiores a los 25 ohm.m).

La tomografía que se ilustra en la Figura 10 b no muestra gran diferencia con respecto al resultado obtenido en la Figura 10 a. Una superposición de ambos resultados nos dio un panorama tridimensional sobre la extensión de estos depósitos de material aluvial. La Figura 11 ilustra este resultado.

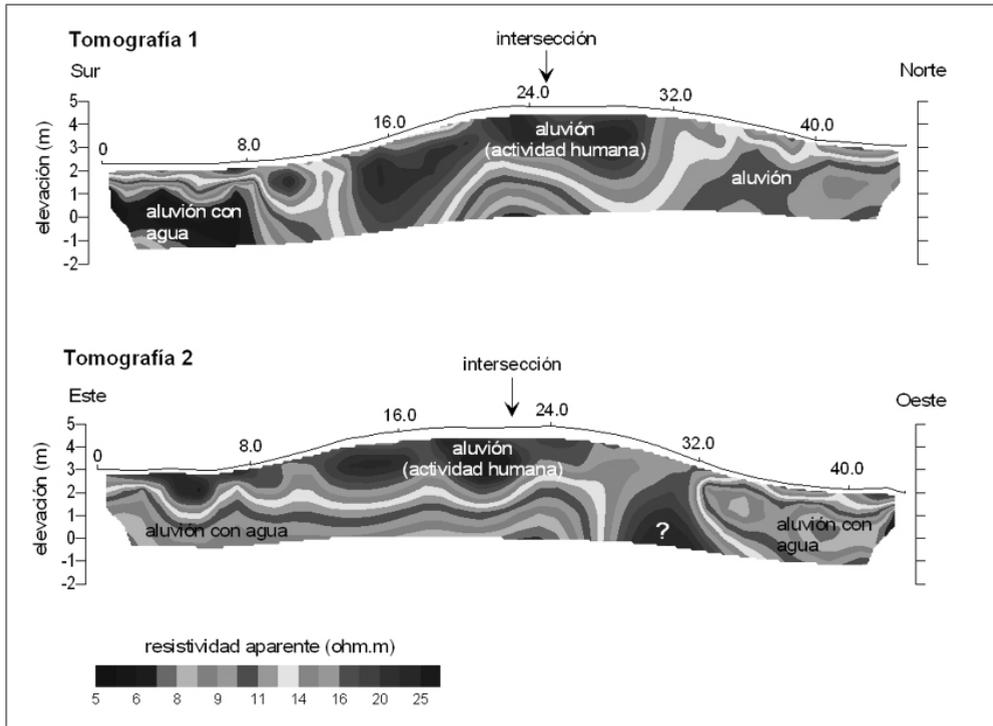


Figura 10: Tomografías eléctricas obtenidas sobre el Montículo 1: (a) dirección Norte-Sur, y (b) dirección Este-Oeste

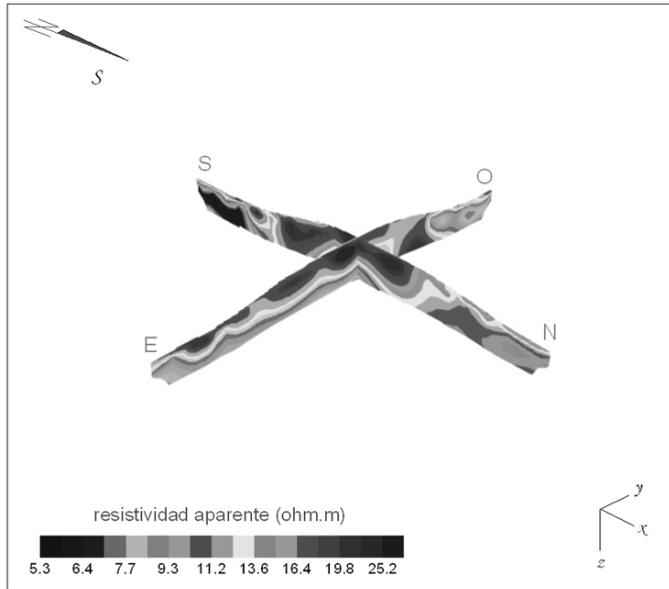


Figura 11: Representación tridimensional de las tomografías realizadas en el Montículo 1

7. Conclusiones

Como mencionamos con anterioridad, las prospecciones geofísicas desarrolladas en 'El Caño' tienen como objeto reconstruir el plano original del yacimiento e investigar sobre las actividades desarrolladas en el lugar. Los arqueólogos del equipo realizaron una serie de pruebas de pala y trincheras sobre la estructura lineal principal para descubrir la naturaleza de la misma. Gracias a estas pruebas, ahora sabemos que esta anomalía lineal no se corresponde con un alineamiento de columnas o estructura física de piedra, sino que se trata de una estructura resultante de un proceso de alteración antropogénica del suelo (camino, canal de drenaje, etc.). Por otro lado, gracias a las tomografías eléctricas obtenidas en el Montículo 1 y comparándolas con los perfiles de excavación del Montículo 3, hemos descubierto que la composición estratigráfica de los montículos es muy similar entre sí, es decir, que es posible que todos ellos fueron construidos con aluvión de origen fluvial. Nuestro trabajo en el lugar no ha finalizado. Seguiremos prospeccionando de manera intensiva en los próximos años. Esperamos extender nuestras prospecciones hacia el sector norte en búsqueda de nuevas evidencias. Con una visión a mayor escala estamos seguros de poder interpretar en breve los secretos que ha guardado hasta hoy el «centro ceremonial» de El Caño.

AGRADECIMIENTOS: Deseamos agradecer al Museo del Parque Arqueológico El Caño por todo el apoyo brindado para feliz término de este trabajo, a Louis Pastor y al Sisyphé de la Universidad de París VI, por facilitarnos el dispositivo de prospección magnética. También deseamos dar las gracias a los profesores Bernardo Fernández, Omayra Pérez y Donato Delgado por la ayuda prestada en el terreno; y de igual manera, a los estudiantes Juan Carlos Morón y Luis Antonio Pérez por su apoyo en las mediciones. Agradezco igualmente el apoyo del Centro de Cooperación Cultural para América Central (CCCAC).

8. Referencias bibliográficas

- BENECH, C.
2000 *Interprétation conjointe de cartographies magnétiques et électromagnétiques des propriétés magnétiques des sols anthropisés*. Tesis doctoral. Universidad de París VI.
- BOSSUET, G., C. CAMERLYNCK, C. BREHONNET y C. PETIT
2001 «Magnetic prospecting of diachronic structures (antiquity to first world war) on the site of the Sanctuary of Ribemont-sur-Ancre (Somme, France)». *Archaeological Prospection* 8: 67-77.
- CHIANESE, D., M. D'EMILIO, S. DI SALVIA, V. LAPENNA, M. RAGOSTA y E. RIZZO
2004 «Magnetic mapping, ground penetrating radar surveys and magnetic susceptibility measurements for the study of the archaeological site of Serra di Vaglio (southern Italy)». *Journal of Archaeological Science* 31: 633-643.
- CHÁVEZ, R.E., M.E. CÁMARA, A. TEJERO, L. BARBA y L. MANZANILLA
2001 «Site characterization by geophysical methods in the archaeological zone of

- Teotihuacan, Mexico». *Journal of Archaeological Science* 28: 1265-1276.
- CHÁVEZ, R.E., M.E. CÁMARA, R. PONCE y D. ARGOTE
 2005 «Use of geophysical methods in urban archaeological prospection: The Basilica de Nuestra Señora de La Salud, Patzcuaro, Mexico». *Geoarchaeology* 20: 505-519.
- CIMINALE, M. y M. LODDO
 2001 «Aspects of magnetic data processing». *Archaeological Prospection* 8: 239-246.
- CONYERS, L.
 1995 «The use of ground-penetrating radar to map the buried structures and landscape of the Ceren site, El Salvador». *Geoarchaeology* 10: 275-299.
- DABAS, M.
 1989 *Comportement magnétique des sols dans le domaine fréquentiel et temporel (VRM). Application à la prospection des sites archéologiques*. Tesis doctoral. Universidad de París VI.
- DROLET, R.
 1980 *Cultural Settlement along the Moist Caribbean Slopes of Eastern Panama*. Tesis doctoral. Universidad de Illinois.
- EDER-HINTERLEITNER, A., W. NEUBAUER y P. MELICHAR
 1996 «Restoring magnetic anomalies». *Archaeological Prospection* 3: 185-197.
- EVANGELISTA, R. y E. WEDEPOHL
 2004 «Archaeological geophysics: 3D imaging of the Muweilah archaeological site, United Arab Emirates». *Exploration Geophysics* 35: 93-98.
- HELMS, M.W.
 1979 *Ancient Panama: Chiefs in Search of Power*. Austin: University of Texas Press.
- ISAZA, I.
 1993 *Desarrollo Estilístico de la Cerámica Pintada del Panamá Central con Énfasis en el Período 500 a.C.-500 d.C.* Tesis de grado. Universidad de Guadalajara (México).
- LINARES, O.F.
 1977 *Ecology and the Arts in Ancient Panama: on the Development of Rank and Symbolism in the Central Provinces*. Studies in Precolumbian Art and Archaeology 17. Washington D.C.: Dumbarton Oaks.
- LLOPIS, J. y M. SHARP
 1997 «Geophysical investigation for the location of a historic Heiau, Kawaihae, Hawaii». *Geoarchaeology* 12: 751-764.
- MIRANDA, R. y E. GUTIÉRREZ
 1993 «Geología del parque arqueológico El Caño y alrededores», en *El Caño: Comunidad y Cultura*, pp: 11-32. Panamá: Editorial Mariano Arosemena.
- NOVER, G.
 2005 «Electrical properties of crustal and mantle rocks –a review of laboratory measurements and their explanation». *Surveys in Geophysics* 26: 593-651.
- SAMBUELLI, L., L. SOCCO y L. BRECCIAROLI
 1999 «Acquisition and processing of electrical, magnetic and GPR data on a Roman

- site (Victimulae, Salussola, Biella)». *Journal of Applied Geophysics* 41: 189-204.
- SCOLLAR, I., B. WEIDNER y K. SEGETH
1986 «Display of archaeological magnetic data». *Geophysics* 51: 623-633.
- SCOLLAR, I., A. TABBAGH, A. HESSE e I. HERZOG
1990 *Archaeological prospecting and remote sensing*. Cambridge: Cambridge University Press.
- STIERMAN, D. y J. BRADY
1999 «Electrical resistivity mapping of landscape modifications at the Talgua site, Olancho, Honduras». *Geoarchaeology* 14: 495-510.
- TABBAGH, A.
1986 «Applications and advantages of the slingram electromagnetic method for archaeological prospecting». *Geophysics* 51: 576-584.
1992 «Méthodes géophysiques appliquées a la prospection archéologique». *Mem. Soc. Geol. France* 161: 9-15.
2000 «Filtrage numérique des données géophysiques», en *Non-destructive techniques applied to landscape archaeology*, M. Pasquinucci y F. Trément, eds., pp. 173-181. Oxford: Oxbow Books.
- VERRILL, A.H.
1927 «Excavations in Cocle Province, Panama». *Indian Notes* 4 (1): 47-61. Nueva York: Museum of the American Indian, Heye Foundation.