

Daniels, Jr. James T., Margarita Cossich, Hector Neff y Bárbara Arroyo
2012 Las investigaciones geofísicas en el sitio de Kaminaljuyu. En XXV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2011 (editado por B. Arroyo, L. Paiz, y H. Mejía), pp. 537-549. Ministerio de Cultura y Deportes, Instituto de Antropología e Historia y Asociación Tikal, Guatemala (versión digital).

47 LAS INVESTIGACIONES GEOFÍSICAS EN EL SITIO DE KAMINALJUYU

*Jr. James T. Daniels,
Margarita Cossich
Hector Neff
Bárbara Arroyo*

PALABRAS CLAVE

Tierras Altas Mayas, Kaminaljuyu, investigaciones geofísicas, Acrópolis, Palangana

ABSTRACT

This paper presents results from geophysical study carried out at Kaminaljuyu. A ground penetrating radar and a magnetometer survey was carried out in sections of the Kaminaljuyu archaeological park. Results point to the successful use of these techniques for identifying buried structures and deposits.

INTRODUCCIÓN

El sitio de Kaminaljuyu se amplía en un área de aproximadamente 5 Km² y en un momento contaba con 200 montículos, muchos de los cuales han sido destruidos en los tiempos modernos debido a la expansión urbana. Sólo una fracción del sitio ha sido expuesta al estudio arqueológico (Kidder 1961). Las primeras excavaciones en Kaminaljuyu, se llevaron a cabo en 1925 por Manuel Gamio. Se realizaron pruebas estratigráficas en la Finca Miraflores, que proporcionaron evidencia de un asentamiento del período Arcaico. Trabajos adicionales sobre las numerosas esculturas de piedra del sitio indicaron que este había sido ocupado hasta bien entrado el período Clásico Tardío. Este sitio fue ocupado principalmente, desde 1500 A.C. a 1200 D.C. Numerosos proyectos arqueológicos se han llevado a cabo en los siguientes años. Kidder y Ricketson fueron comisionados para investigar un montículo en las afueras de la ciudad de Guatemala en 1936. Edwin Shook se hizo cargo en lugar de Ricketson en 1941. El montículo se hizo conocido como Montículo A, de aproximadamente 20 x 20 m con una altura de seis metros (Kidder et al. 1946). En la década de 1950, Heinrich Berlin excavó un gran montículo del Preclásico en el núcleo antiguo de la ciudad. Entre los años 1958 y 1962, Gustavo Espinoza descubrió muchos de los edificios de lo que hoy es conocido como el Parque Arqueológico Kaminaljuyu, incluyendo la Acrópolis. La arquitectura que Espinoza descubrió fue construida con adobe endurecido.

Hasta hace pocos años, las investigaciones arqueológicas en Guatemala se han basado en métodos de campo y técnicas tradicionales que requieren una gran cantidad de tiempo y energía para obtener información sobre el subsuelo de grandes extensiones de terreno. Por lo general, grandes áreas de interés arqueológico se muestra mediante pequeños pozos de prueba, unidades cuadradas de diferente tamaño, o trincheras para determinar qué yacimientos arqueológicos están por debajo de la superficie. Las innovaciones en la tecnología de la teledetección permite la adquisición de datos a una

escala mucho más grande que permite a los arqueólogos ver los rasgos enterrados y sus relaciones espaciales a través de un área de interés proveyendo una conceptualización más amplia del sitio.

Valdés y Kaplan (2000) fueron los primeros en usar en Kaminaljuyu, un Georadar (GPR), una técnica de sensores remotos cerca de la superficie. Su trabajo se llevó a cabo en mayo y junio de 1995 como parte del Proyecto Kaminaljuyu Miraflores II (KJM II). Este proyecto se concentró, en casi, el punto más meridional de Kaminaljuyu aproximadamente a 1.5 km al sur-suroeste del Parque Arqueológico Kaminaljuyu. El trabajo fue realizado, en parte, como respuesta a la amenaza planteada por la construcción municipal de un centro comercial, hotel, y la carretera. Su recorrido con GPR incluyó tres "sectores", con un total de 6,300 metros cuadrados. El Sector 1 se centró en áreas alrededor de tres montículos que una vez estuvieron frente al lago Miraflores. Su objetivo fue localizar pisos antiguos y viviendas residenciales. El Sector 2 se centró en la búsqueda de monumentos al frente de grandes montículos. El Sector 3 no tenía evidencia de estructuras antiguas en la superficie, pero excavaciones previas revelaron una red de canales hidráulicos. Se localizaron dos pisos residenciales del Clásico Temprano y dos del Clásico Tardío en el Sector 1. En el Sector 2 no pudieron localizar los monumentos, pero, las anomalías que se investigaron dieron a conocer pisos, un posible fogón, y un gran metate. Sus investigaciones en el Sector 3 no pudieron identificar paredes de canales enterrados. La hipótesis de Valdés y Kaplan sobre estos resultados se refieren a la diferencia dieléctrica entre los canales y la matriz circundante, ya que esta no es lo suficientemente importante como para producir una anomalía en los datos recogidos por el GPR.

Desde el estudio de Valdés y de Kaplan, no ha habido informes de investigación geofísica en el sitio de Kaminaljuyu. Desde entonces se han hecho avances en el software utilizado para procesar los datos recogidos con los instrumentos geofísicos. Una gran cantidad de trabajos geofísicos se ha hecho en los últimos años en la vertiente del Pacífico de Guatemala en el complejo urbano del período Clásico, Cotzumalguapa (ver Chinchilla 2006, Lynch 2009, y Safi 2008). Los resultados han sido exitosos en la identificación de las calzadas principales y las estructuras asociadas al sitio. El éxito de este trabajo proporcionó el impulso para la investigación actual del Parque Arqueológico Kaminaljuyu.

Esta investigación emplea el uso de Georadar (GPR) y magnetometría para recorrer tres áreas de interés dentro del parque, la Palangana, la Acrópolis y la Plaza (Figura 1). El objetivo de la investigación era obtener datos del subsuelo de manera eficiente y eficaz que pueda ser utilizado en futuras investigaciones para localizar los elementos arquitectónicos, monumentos, y otros rasgos culturales en el sitio. Se recorrieron un total de 20 cuadrícula en las tres áreas de interés que equivale a una superficie total de 16.320 metros cuadrados. El trabajo se llevó a cabo a partir del 24 de enero hasta el 4 de febrero de 2011.

GEORADAR

Recorridos con GPR se han utilizado para estudiar grandes áreas de depósitos arqueológicos rápido y eficazmente, sin los gastos que conllevan las excavaciones extensivas (Conyers y Cameron 1998). Estas tecnologías también permiten una rápida recuperación de datos a través de grandes áreas con la mínima perturbación y destrucción del registro arqueológico.

Georadar es una tecnología basada en ondas. Las ondas de radar se transmiten de una antena de GPR en la superficie, y las ondas reflejadas son detectadas por una antena de recepción por lo general ubicada en la misma unidad. La velocidad en las olas transmitidas cambia al encontrar diferentes materiales con constantes dieléctricas diferentes (Conyers 2004). La constante dieléctrica es una medida de la energía, necesaria para producir una onda de radio se propagan a través de un material en relación con algún material de referencia, por lo general aire o una aspiradora (Witten 2006:235). Los aumentos en las constantes dieléctricas de los materiales disminuyen la velocidad de propagarse de las ondas de radar, haciendo que estos materiales sean más reflejados en las ondas de radar. Reflexiones con grandes amplitudes aparecen como distintas hipérbolas en el radargramas, lo que sugiere una anomalía del subsuelo.

Para estos recorridos se utilizaron los Geophysical Survey Systems, Inc., SIR-3000 Subsurface Interface Radar Unit con una antena blindada de 400 MHz. El SIR-3000 es un auto-contenido, IBM-PC 486 basado en la unidad de radar con un built-in 500 MB de disco duro, 16 MB de RAM, una pantalla a color de cristal líquido y un teclado de membrana.

GPR-Slice, un completo software de imágenes de GPR, se utilizó para procesar en dos y tres dimensiones las imágenes del subsuelo de los datos recogidos con la unidad SIR-3000 GPR. Piezas de amplitud de múltiples radargramas compilados juntos pueden proporcionar importantes diferencias respecto a los cambios en las amplitudes de ondas reflejadas asociadas a diferentes profundidades (Conyers 2004). Los radargramas compilado pueden ser cortados horizontalmente en cortes de tiempo de tiempo de igual espesor. El espesor de cada corte de tiempo de tiempo se mide en nanosegundos (ns). Estos cortes de tiempo de tiempo de nanosegundos espacial representan amplitudes de las ondas reflejadas o espesor aproximado de material enterrado en el suelo (Conyers 2004:149-150). Cambios en las amplitudes dentro de los cortes de tiempo de tiempo puede evaluarse visualmente e interpretado con el fin de caracterizar el subsuelo y determinar si los patrones están posiblemente relacionados con las características antropogénicas. Los cortes horizontales se construyen en los tiempos de viaje de radar. La profundidad en nanosegundos se puede convertir en profundidad si se ha realizado el análisis de la velocidad de la tierra.

Los datos de GPR recuperados de cada retícula de estudio geofísico se procesaron por separado con el GPR-Slice. Los datos procesados para cada retícula fueron compilados por corte de tiempo de tiempo a un mosaico que incluye el área recorrida. Cada corte de tiempo de tiempo fue de 3.83 ns de espesor, y los cortes de tiempo de tiempo se superponen en un 30%. El suelo en el área del proyecto tiene una velocidad estimada de 0.07 m / ns. Cada corte de tiempo de tiempo, entonces, representa aproximadamente 14 cm. Los cambios en la velocidad de la tierra pueden significar una diferencia entre la profundidad real del material y la profundidad estimada sobre la base de una velocidad general de un área grande.

MAGNETOMETRÍA

La Magnetometría genera información sobre la composición de los depósitos del subsuelo y cerca de la superficie mediante la medición de campo magnético de la tierra, que puede ser perturbado por las condiciones locales en el suelo. Los cambios en el grado de magnetización del suelo en un momento dado son la suma de la intensidad del campo global y el campo magnético local del suelo o de susceptibilidad magnética de la tierra. Localizar características magnéticas puede mejorar o atenuar el campo, creando anomalías en los mapas generados a partir de lecturas de magnetometría. Estructuras arqueológicas enterradas pueden causar cambios en relación con el campo magnético de la Tierra. Rasgos arqueológicos son el resultado de las actividades humanas, y las actividades que el cambio de la concentración, la orientación o el tipo de óxidos de hierro en el suelo también causan cambios en el campo magnético local que puede ser detectado con la encuesta magnética (Martin et al 1991:705). Estas variaciones medibles se conocen como las "anomalías", así como en los recorridos con GPR. Rasgos culturales que pueden generar anomalías en los datos del magnetómetro incluyen material ferroso, las alineaciones de alto contenido de hierro de rocas volcánicas, cerámica y ladrillos, zanjas rellenas de sedimentos ricos en materia orgánica, sedimentos sometidos a intenso calor, tales como hogares, y las fosas o enterramientos con diferentes propiedades físicas del suelo circundante.

El gradiómetro vapor cesio es la opción ideal de los magnetómetros para detectar débiles variaciones cercanas a la superficie y del subsuelo en la susceptibilidad magnética de suelos que se asocian a menudo con depósitos culturales y rasgos. El magnetómetro vapor cesio mide los cambios en los estados de energía de átomos de cesio al encontrar los cambios en los campos magnéticos externos. Los fotones de los átomos de cesio se emiten cuando los electrones caen a un estado de menor energía, y los fotones crean una señal en un fotodetector que se corresponde con la fuerza del campo magnético externo. El vapor de cesio magnetómetro gradiómetro toma más medidas por segundo que otros tipos de detectores de metales. La mayoría de los magnetómetros de vapor cesio son en realidad gradiómetros. El magnetómetro empleado en esta investigación fue el Geometric-858. Este instrumento cuenta con dos

magnetómetros separados verticalmente por 50 cm. Al restar los campos magnéticos medidos por cada magnetómetro, campos externos, tales como el campo magnético global se eliminan y así las señales más débiles de posibles depósitos culturales se hacen más evidentes. Esto también elimina la necesidad de una estación base para medir la variación diurna (cambios en el campo magnético de la Tierra durante el transcurso del día).

Los datos recogidos en el recorrido se descargan a un programa de software, MagMap 2000. Los parámetros del recorrido, incluyendo el tamaño de la retícula, la dirección del recorrido, y las coordenadas X y Y de las esquinas, se introdujeron en el programa. Se pueden hacer correcciones si las marcas fueron omitidas en el campo para nivelar la distribución de los datos. Los datos de magnetometría se trazaron entonces. Las líneas de contorno en el mapa resultante reflejan los cortes de tiempo de intensidad del campo magnético expresado en unidades de nanoteslas. Los datos se exportan en el software Surfer, donde los cambios en los esquemas de color, curvas de nivel, y el etiquetado se hicieron. Los modelos tridimensionales de los datos se han generado también para acentuar las áreas de alta susceptibilidad magnética.

Para este proyecto en particular, los datos del magnetómetro de cada retícula de estudio geofísico se combinaron y cuadrícularon en un mosaico en el Surfer. El archivo de las cuadrícula resultante se abrió en Geometrics MagPick V 2.92. MagPick que crea rápidamente una representación equilibrada de los mosaicos de datos. Los resultados pueden ser superpuestos con otros conjuntos de datos geofísicos y de mapas topográficos y se integran en un programa de software de GIS para un análisis más dinámico.

RESULTADOS PRELIMINARES DEL RECORRIDO EN LA PALANGANA

La Palangana es una zona plana rodeada por unos montículos rectilíneos en la parte suroeste del parque. Una gran parte de la Palangana fue excavada por Cardeña y Carrillo mostrando las distintas etapas constructivas (Cheek 1977). Durante 2003-2004 se llevaron a cabo excavaciones adicionales en el área (ver Un monumento único se encuentra a pocos metros al oeste del área excavada (ver Alvarado 2005). Durante la presente investigación, una serie de nueve cuadrícula de recorridos se realizaron, llamada alfanuméricamente KJA- KJI (ver Figura 1). Seis cuadrícula de 25 x 25m realizadas lado a lado al norte de uno de los pozos de excavación (KJA-KJD, KJH y KJI). Se colocaron dos cuadrícula en el lado oeste de las excavaciones (KJE 18x18 m y 15x18 m), y una retícula, KJG 23x37m, al sur de las excavaciones de Cheeks.

Tanto los recorridos con magnetómetro y GPR se realizaron de norte a sur en transectos espaciados de 0.5 m de distancia a partir de la esquina suroeste de la unidad. Los resultados de los recorridos de GPR de la Palangana demuestran una gran cantidad de anomalías amorfas y varios agregados rectilínea de anomalías en diferentes cortes de tiempo de tiempo entre la superficie y en profundidades de hasta 2m. Excavaciones anteriores en la zona han revelado que la parte norte de la Palangana todavía no ha dado pruebas de la construcción Preclásica y no hay evidencia de que el área fuera utilizada durante el período Clásico Tardío, porque el contexto estaba perturbado por trabajos de terracería durante la década de los 1970's (Alvarado 2005: 3). El primer corte de tiempo representa profundidades entre la superficie y entre 14 centímetros debajo de la superficie (cmds), demuestra al menos dos anomalías rectilíneas con el GPR en las cuadrícula KJI y KJG (Figura 2). Hay otras anomalías grandes amorfas a lo largo de los datos que pueden, o no, ser causadas por los rasgos arqueológicos.

En el corte de tiempo 4, es visible un conjunto de anomalías que claramente forma un ángulo recto a lo largo del borde oriental del recorrido de la retícula KJI (ver Figura 2). La profundidad estimada de esta anomalía es de entre 25 y 50 cmds. Una inspección detallada de los cortes de tiempo de tiempo en la cuarta sección y posteriores, revelan alineaciones angulares un poco más pequeñas de 90 grados de la antes mencionada. Estas anomalías probablemente representan una estructura de arquitectura más que una construcción de piedra.

Los datos del GPR del corte de tiempo de tiempo 9, de la Palangana, con una profundidad estimada de aproximadamente 67-80cmds no presenta una anomalía lineal distinta como se ha visto en el corte de tiempo 4, pero dentro de la cuadrícula KJC del GPR parece que hay dos anomalías perpendiculares que forman una cruz (Figura 2). La profundidad de los sedimentos estériles que se informan para esta área es de 80 a 180 cm (Alvarado 2005). Tal vez esto representa un elemento arquitectónico en contacto con el suelo estéril.

Cortes de tiempo de tiempo más profundos, no poseen ninguna alineación obvia de anomalías rectilíneas. Sin embargo, las áreas justo en la base de los montículos hacia el norte con las cuales colindan las cuadrículas recorridas son muy reflejantes a partir del corte de tiempo de tiempo 10 hasta el corte de tiempo de tiempo 25, que sugiere una profundidad estimada de 75 a 208cmds. Esto también es válido en la unión de KJA y KJB, que es la cima lineal del montículo al oeste de la Palangana y el norte del Montículo C-II-2. Esta señal del GPR puede ser causada por las bases de los montículos construidos. Curiosamente, el mismo fenómeno no se produce a lo largo del oeste lineal del montículo al norte del montículo C-II-2, donde las cuadrículas KJD y KJI se unen. Esto puede ser causado por diferentes tipos de construcción arquitectónica.

Al lado sur de las excavaciones anteriores, hay una anomalía grande debajo de aproximadamente 1.2 metros. Una trinchera excavada en esta localidad encontró una concentración de piedra que empieza en esta profundidad (Figura 3). Es asociada con otros depósitos mas profundos.

Los datos del magnetómetro recogidos en la Palangana se correlacionan bastante bien con los datos del GPR (Figura 4). Los mismos fenómenos asociados a los montículos lineales en los datos de GPR son visibles en los datos del magnetómetro. Anomalías lineales asociadas con el montículo lineal al norte del montículo C-II-2 son muy fuertes en los datos de magnetometría. Y, parece haber un reflejo más obvio asociado con el montículo lineal al norte del C-II-14. El agregado rectilíneo de anomalías observadas en la retícula KJI también es poco visible en los datos de magnetometría para esa área. También hay una gran anomalía visible causada por la valla en el monumento ubicado al oeste de las excavaciones de Cheek.

RESULTADOS PRELIMINARES DEL RECORRIDO EN LA ACROPOLIS

Seis grandes cuadrículas (KJJ - KJO) se trazaron en la parte norte de la parte excavada por Espinoza en la acrópolis, donde existe otra área hundida rodeada de montículos. Las cuadrículas fueron de 25 x 25m, excepto KJO que fue de 25 x 20m. Los montículos de aquí son mucho más pronunciados que los asociados a la Palangana. Los resultados del GPR de esta zona son un poco más complejos. Esto es más como una consecuencia de las múltiples fases de construcción asociados con esta área. Varias anomalías unidas de distintas formas son visibles. Hay varias anomalías unidas con formas circulares y ovoides, así como grandes anomalías circulares individuales. Hay algunas anomalías posiblemente alineadas, pero no son tan distintivas como las que se observan en la Palangana.

Un interesante conjunto de anomalías unidas se presentan en los cortes de tiempo de tiempo 6 y 7 (aproximadamente 42-64cmds) en las cuadrículas KJJ y KJK (Figura 5). La anomalía de forma ovalada, que es en su mayoría dentro de la retícula KJJ, se encuentra en el borde de un montículo en el lado oeste de la cuenca, mientras que la anomalía oval en la retícula KJK se encuentra entre los montículos del oeste y norte. Estas anomalías ovals son causadas probablemente por un rasgo arquitectónico asociado a los montículos.

Otro conjunto de anomalías que parecen, muy probablemente, causados por las estructuras arquitectónicas del subsuelo se producen en la retícula KJO. Las anomalías asociadas a esta área en particular aparecen en el corte de tiempo de tiempo 6 y poco a poco cambia en la forma y la posición a través del corte de tiempo de tiempo 25 (Figura 6). Las anomalías se encuentran en la parte noroeste de un montículo. En varios sectores, tanto las anomalías altamente reflejantes y débiles parecen formar figuras rectangulares que sugieren una estructura arquitectónica. Por supuesto, hay una serie de otras grandes anomalías altamente reflejante debajo de los grandes montículos que forman la cuenca. Estos

muy probablemente sugieren bases de estructuras. Las anomalías mencionadas son sólo las más obvias. Hay muchas otras, tanto muy reflejantes o débiles que pueden ser causadas por los rasgos arqueológicos del subsuelo.

Aunque sus formas no sugieren que eran partes de estructuras, dos anomalías en esta área corresponden a rasgos arquitectónicos encontrados durante excavaciones subsiguientes. Uno es la línea de lajas que forman el soporte de un tablero, y el otro es una pared de adobe endurecida dentro de la parte baja de la acrópolis (Figura 7). También se encontró una pared de dos metros de altura en el lado noroeste, donde el GPR indicó una anomalía alargado en varias cortes de tiempo (Figura 8).

Los datos del magnetómetro para esta área demuestran las variaciones extremadamente altas en las propiedades magnéticas del subsuelo. Los montículos recorridos se presentan como anomalías de gran tamaño (Figura 9). Esto puede ser un resultado de los materiales utilizados para su construcción. Varias rocas ferrosas se observaron en las fachadas de los montículos recorridos.

RESULTADOS PRELIMINARES DEL RECORRIDO EN LA PLAZA

Cinco cuadrícula contiguas de 55 x 25m fueron recorridos tanto por el GPR y por el magnetómetro en la plaza principal de Kaminaljuyu. La zona estudiada se extiende al sur de la Estructura C-II-3 y la Estructura C-II-6 y están paralelas a la acrópolis, Estructura C-II-4. De norte a sur, las unidades de las cuadrícula fueron designadas KJS, KJR, KJQ, KJP y KJT. Una retícula adicional de 25 x 25m, KJU, colocada junto y al oeste de KJT, fue recorrida únicamente por el GPR. Las cuadrícula fueron recorridas mediante un sistema de coordenadas arbitrarias con una denominación de origen 3000, 3000, en la esquina suroeste de la retícula KJP.

Tanto el recorrido con magnetómetro y el recorrido con el GPR se llevaron a cabo de este-oeste, con una separación de 0.5 m. La distancia en el recorrido del magnetómetro fue controlada mediante la introducción de marcas en el archivo de datos magnéticos con cortes de tiempo de 5 metros. La distancia fue controlada en el recorrido del GPR con una rueda de reconocimiento. Margarita Cossich realizó un croquis de las características topográficas y excavaciones anteriores realizadas en esta área.

Los datos del magnetómetro de la Plaza son más interesantes que los del GPR. Hay una serie de alineaciones de aproximadamente 50 x 25 metros en la parte norte del área investigada. Esos corresponden generalmente a la topografía del mapa de Nelson y Chiriboga (Ivic de Monterroso et al 2003), pero la forma rectangular de las estructuras de la plaza se define mejor por la prospección magnética. En base de estos datos, la orientación de las estructuras de la Plaza es claramente del noreste al suroeste (ver Figura 9). Anomalías lineales adicionales se pueden contemplar en las cuadrícula KJT y KJP. Estas también parecen coincidir con los datos topográficos.

Los resultados del GPR demuestran anomalías rectilíneas, de forma ovalada y circular en cortes de tiempo de tiempo diferentes (Figura 10). En el corte de tiempo de tiempo 1 que representa profundidades entre el 0-14 cm hay dos evidentes anomalías angulares lineales en las cuadrícula KJP y KJQ. Estos alineamientos también parecen ajustarse a la topografía. La anomalía en el borde oriental de KJP aparece muy fuerte y profunda, la reflexión de radar cruciforme. La posibilidad de que la reflexión de radar fuera un rasgo arqueológico incitó la realización de un pozo en esta área. Desafortunadamente, el rasgo fue determinado muy pronto, se trataba de una excavación arqueológica antigua no reportada en el sitio.

El corte de tiempo de tiempo 3 representa profundidades entre 17 y 30 cm. Una anomalía peculiar vista en este corte de tiempo de tiempo es una gran anomalía circular que no es visible en ningún otro corte de tiempo de tiempo. De acuerdo con datos de campo anteriores (Ivic de Monterroso et al 2003), un pozo de prueba fue colocado en el borde noreste de la anomalía. Si esta anomalía es el resultado de los trabajos previos en el área, aun así otra anomalía muy débil aparece en la retícula KJR como un conjunto de anomalías ovales. En el corte de tiempo de tiempo 21, que representa de 167-180 cm, el patrón rectangular visto en los datos del magnetómetro es visible, que también se ajusta a la

topografía.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

La prospección geofísica en las tres áreas del Parque Arqueológico Kaminaljuyu proporciona una gran cantidad de datos que sugieren una gran cantidad y complejidad de las características del subsuelo. Muchas de las anomalías vistas con el GPR y el magnetómetro, al ser procesadas tienen patrones geométricos que son, probablemente, a causa de las estructuras arquitectónicas construidas por los Mayas. Ambos conjuntos de datos geofísicos parecen indicar que los montículos de tierra debajo de ellos tienen complejas de estructuras arquitectónicas. Los datos también sugieren que tales estructuras pueden estar presentes en las áreas sin montículos, como la anomalía visible en ángulo recto en el borde oriental de la retícula KJl. Este documento sólo presenta un análisis preliminar y la interpretación de los datos recogidos. Nuevos análisis e interpretaciones de los datos geofísicos recogidos proporcionarán información útil para futuros trabajos arqueológicos en el sitio.

REFERENCIAS

Alvarado, Carlos

- 2005 Del Preclásico al Clásico en La Palangana, Kaminaljuyu. En *XVIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2004* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía), pp.481-490. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

Cheek, Charles D.

- 1977 Excavations at the Palangana and the Acropolis, Kaminaljuyu. En *Teotihuacan and Kaminaljuyu: A Study in Prehistoric Culture Contact* (editado por W. Sanders y J. Michels), pp. 1-204, Pennsylvania State University Press, Pittsburgh.

Chinchilla Mazariegos, Oswaldo

- 2006 Mapping a Buried City: Geophysical Survey of the Cotzumalguapa Nuclear Zone, Guatemala. Propuesta de proyecto..

Conyers, Lawrence B.

- 2004 *Ground-Penetrating Radar for Archaeology*. Altamira, Oxford.

Conyers, Lawrence B. y Catherine M. Cameron

- 1998 Ground-penetrating Radar techniques and three-dimensional computer mapping in the American Southwest. *Journal of Field Archaeology* 25:417-430.

Ivic de Monterroso, Matilde, Stephen Houston, Héctor Escobedo, Marion Popenoe de Hatch, Zachary Nelson, Zachary Hruby, Carlos Alvarado, Karen Pereira, Juan Pablo Rodas, and Alejandro Seijas.

- 2003 Informe Preliminar del Proyecto Parque Kaminaljuyú. Report Entregado al Instituto de Antropología e Historia, Guatemala.

Kidder, Alfred V.

- 1961 Archaeological Investigation at Kaminaljuyu, Guatemala. *Proceedings of the American Philosophical Society* 105 (6): 559-570.

Kidder, A.V., J.D. Jennings y E.M. Shook

- 1946 *Excavations at Kaminaljuyu, Guatemala*. Carnegie Institution of Washington Publication 561. Washington, D.C.: Carnegie Institution of Washington.

- Lynch, Maureen Faith
2009 *Comparing Densities in the Prehistoric Architecture of the Cotzumalguapa Nuclear Zone Through the Use of Ground Penetrating Radar*. Tesis de Maestría del Departamento de Antropología, California State University, Long Beach.
- Martin, William A., James E. Bruseth, y Robert J. Huggins
1991 Assessing Feature Function and Spatial Patterning of Artifacts with Geophysical Remote-Sensing Data. *American Antiquity* 56:701-720.
- Safi, Kristin N.
2008 *The Spatial Structure of Architecture as Defined by the Analysis of Ground Penetrating Radar Data at El Baúl, Cotzumalguapa, Guatemala*. Tesis de Maestría , Departamento de Antropología, California State University, Long Beach.
- Valdes, Juan Antonio y Jonathan Kaplan
2000 Ground-Penetrating Radar at the Maya Site of Kaminaljuyu, Guatemala. *Journal of Field Archaeology*, 27 (3): 329-342. Boston.
- Witten, Alan J.
2006 *Handbook of Geophysics and Archaeology*. Equinox, London.

NOTA DE LA EDICIÓN: La calidad de las ilustraciones, es debido a que el autor no respetó los lineamientos requeridos.



Figura 1. Ubicación de las cuadrícula de prospección geofísica en el Parque Arqueológico Kaminaljuyu.



Figura 2. Gráfica que muestra la localización de anomalías rectilíneas en cortes de tiempo de tiempo 1, 4 y 9.

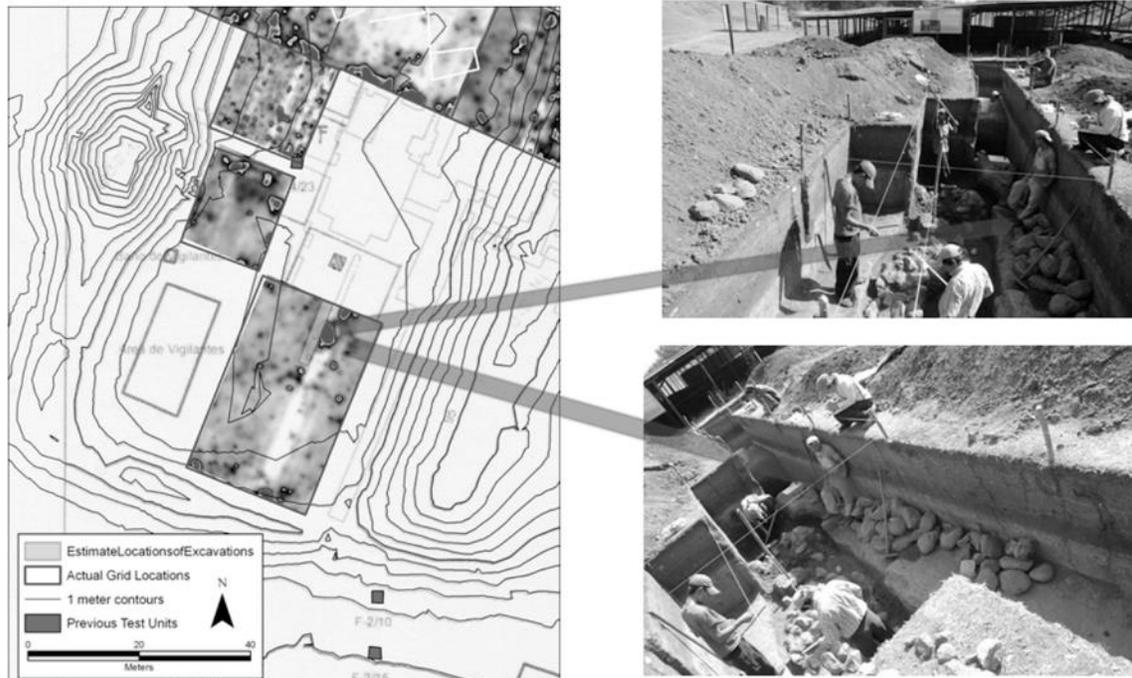


Figura 3. Una concentración de piedra en localidad de anomalía grande.

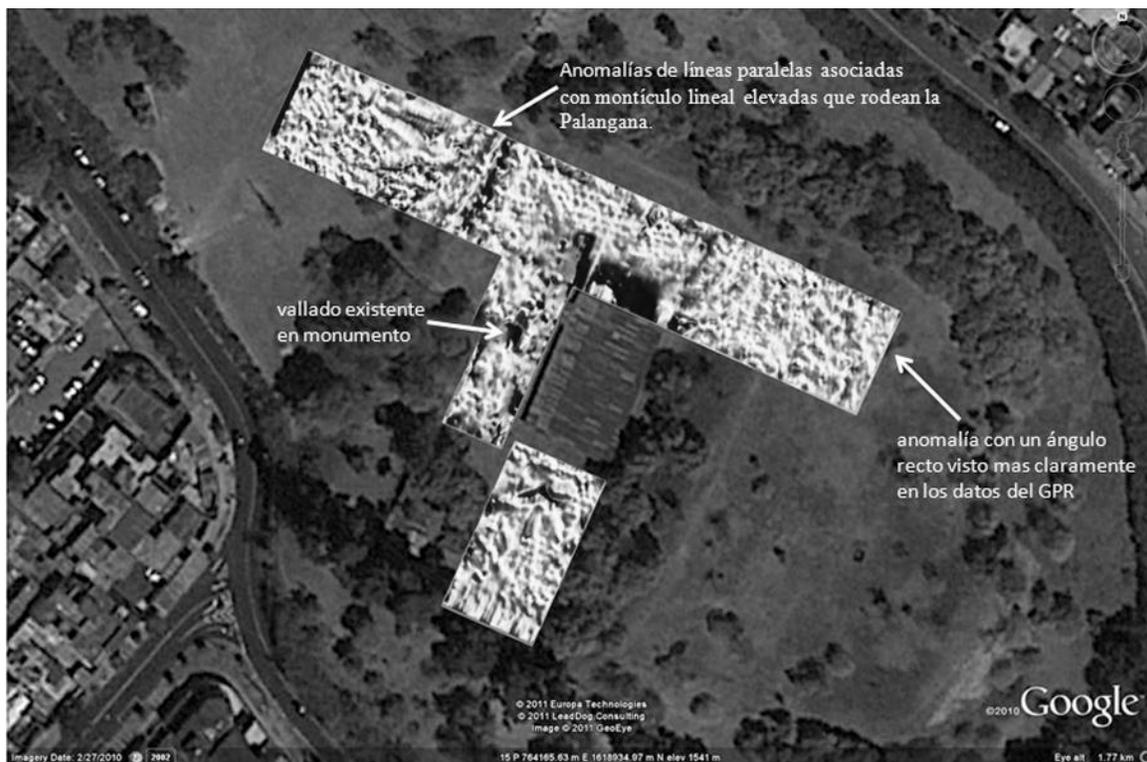


Figura 4. Ubicación de las anomalías rectilíneas en los datos del magnetómetro recogidos en la Palangana

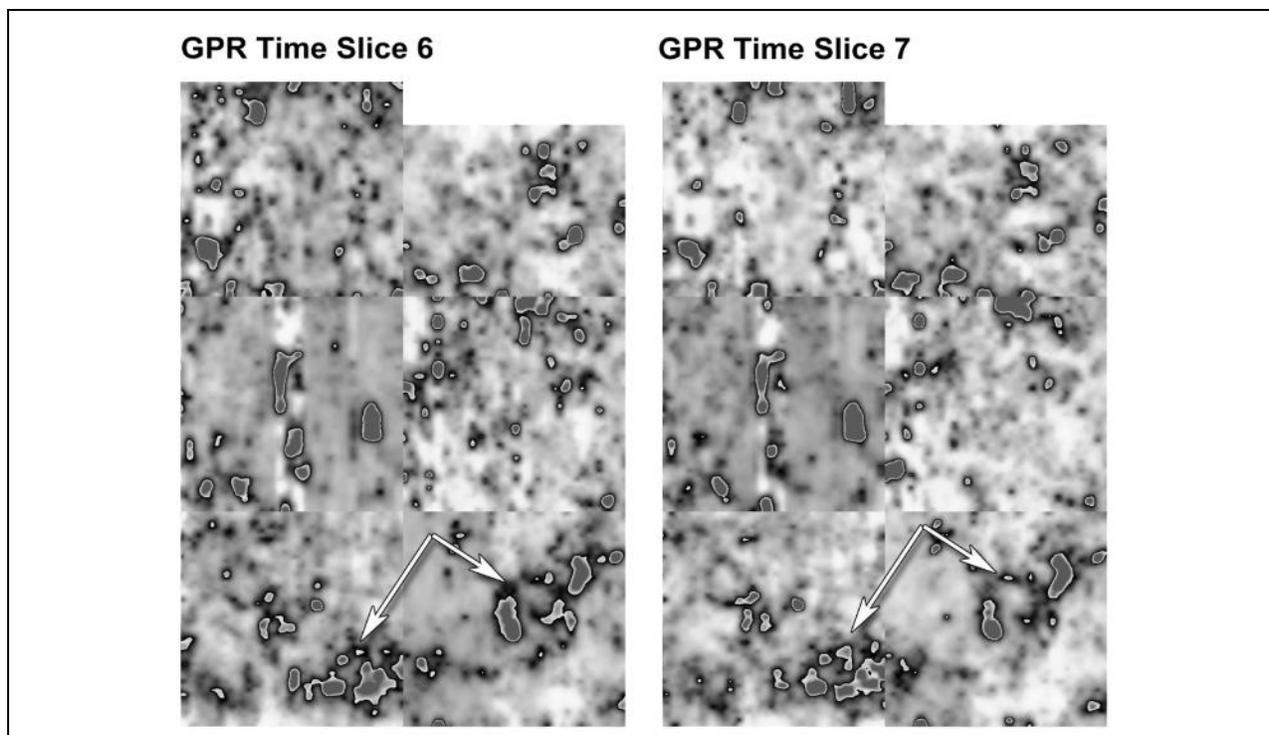


Figura 5. Cortes de tiempo de tiempo 6 y 7 del recorrido del GPR en la Acrópolis, que muestra dos grandes conjuntos de anomalías en forma ovalada.

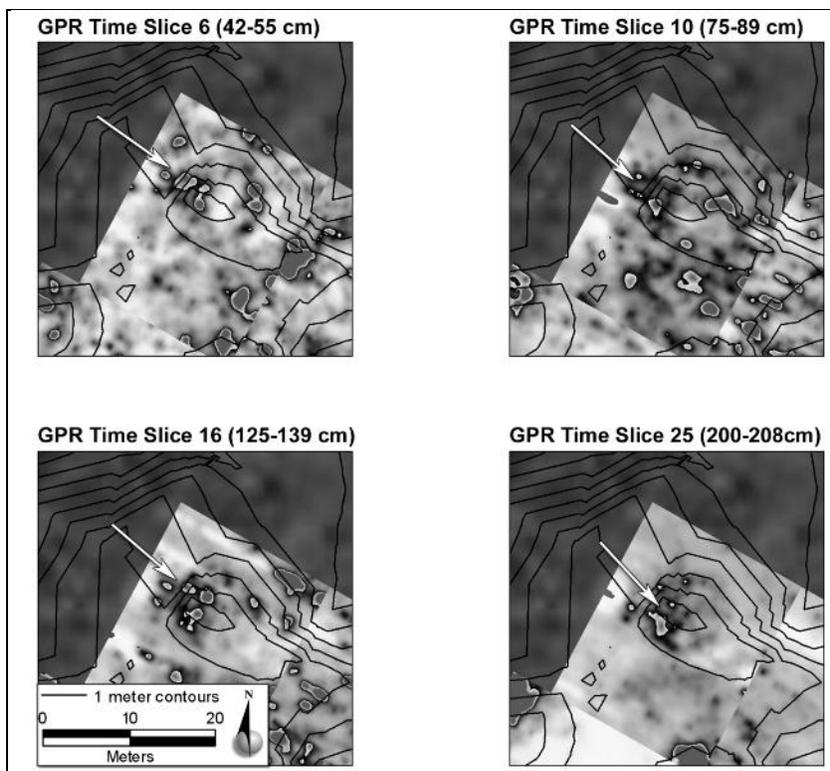


Figura 6. Representación de la totalidad de anomalías por debajo del montículo en la cuadrícula KJO en cortes de tiempo de tiempo diferentes, posiblemente, lo que representa el ingreso a una estructura.

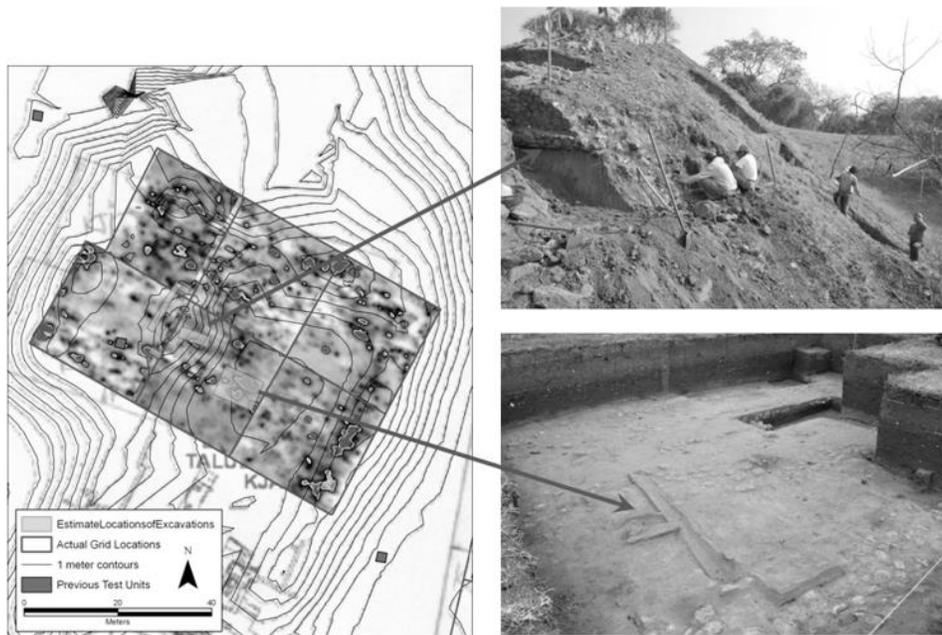


Figura 7. Estructuras encontradas durante la excavación que corresponden a anomalías en los datos de GPR.

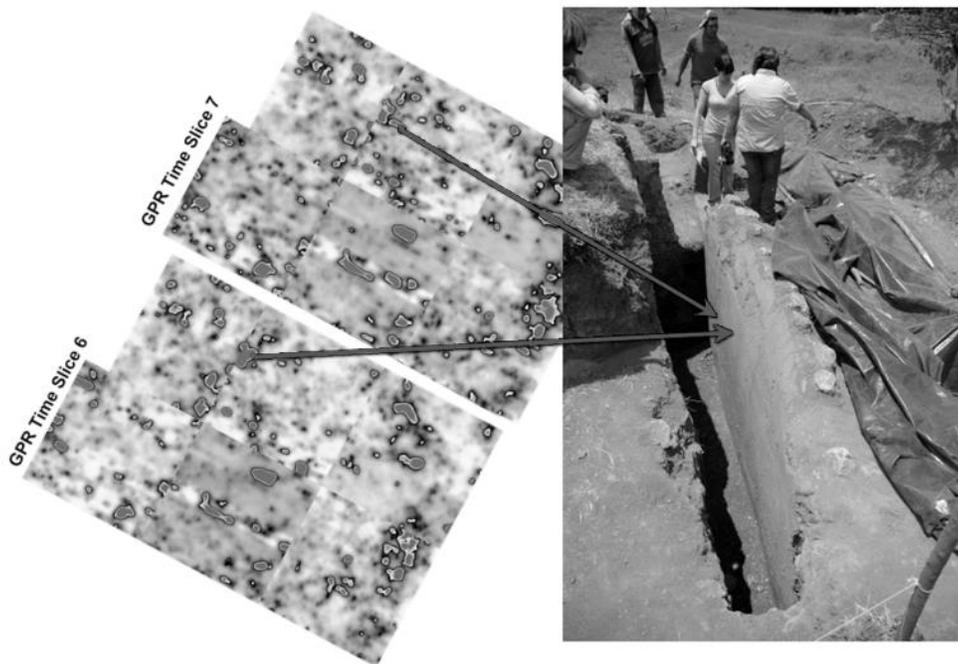


Figura 8. Pared encontrado en el extremo noroeste de la Acrópolis, la zona de estudio corresponde a una anomalía lineal en los datos de GPR.

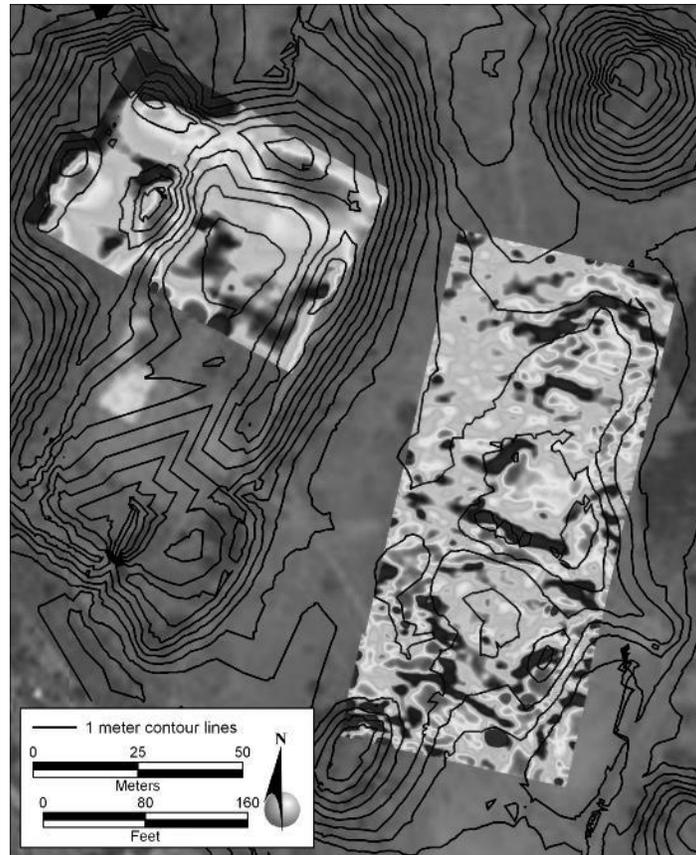


Figura 9. Representación gráfica de los datos recogidos por el magnetómetro de la Acrópolis y la Plaza con curvas de nivel a 1-m, preparado por Nelson y Chiriboga (Ivic de Monterroso et al 2003).

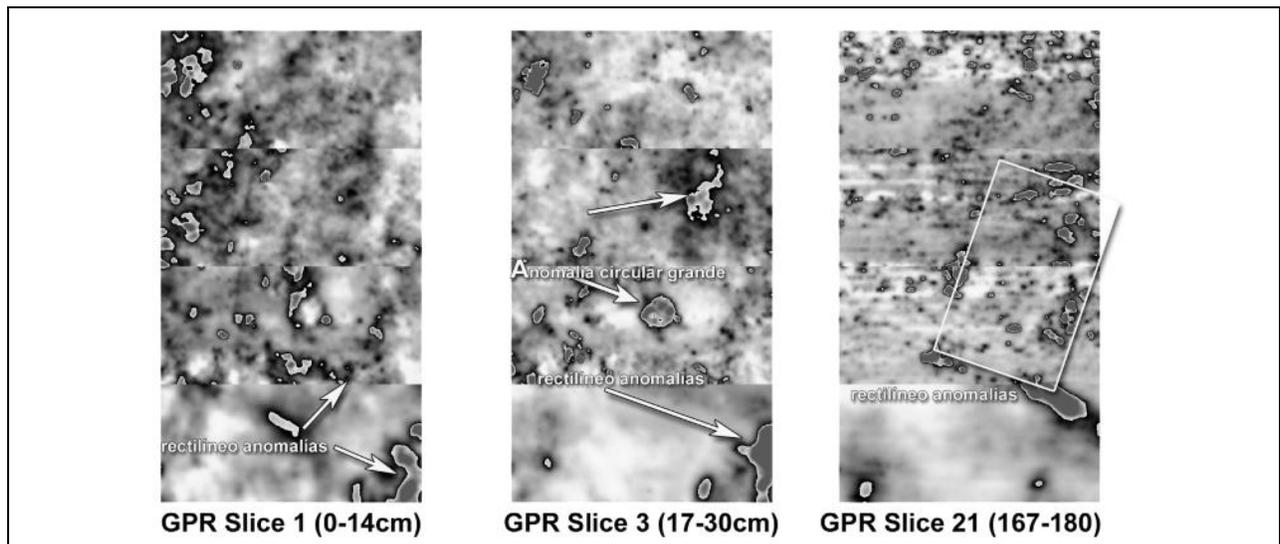


Figura 10. Los datos del GPR recuperados de la zona de la Plaza que representan diversas anomalías lineales y circulares.