

RESEARCH ADVANCE

LOCALIZACIÓN DE ELEMENTOS ARQUEOLÓGICOS EN LA NECRÓPOLIS PURUHÁ DE PAYACUCHA (RUMICRUZ, RIOBAMBA, ECUADOR) MEDIANTE ANÁLISIS DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

Location of Archaeological Elements in the Puruha Necropolis of Payacucha (Rumicruz, Riobamba, Ecuador) by means of Electrical Tomography Analysis

**Benito Mendoza,¹ Pedro A. Carretero Poblete,²
Jennifer M. Loaiza Peñafiel,³ Geonatan O. Peñafiel Barros,⁴
Luis A. Tuaza Castro,⁵ Miguel A. Osorio Rivera⁶**

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador (benitomendoza@unach.edu.ec); ² Carrera de Arquitectura, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador (pcarretero@unach.edu.ec); ³ Grupo de Investigación «Puruhá», Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador (marjenn0320@gmail.com); ⁴ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador (gpenafiel@unach.edu.ec); ⁵ Grupo de Investigación «Puruhá», Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador (ltuaza@unach.edu.ec); ⁶ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Extensión Morona Santiago (miguel.osorio@esPOCH.edu.ec)

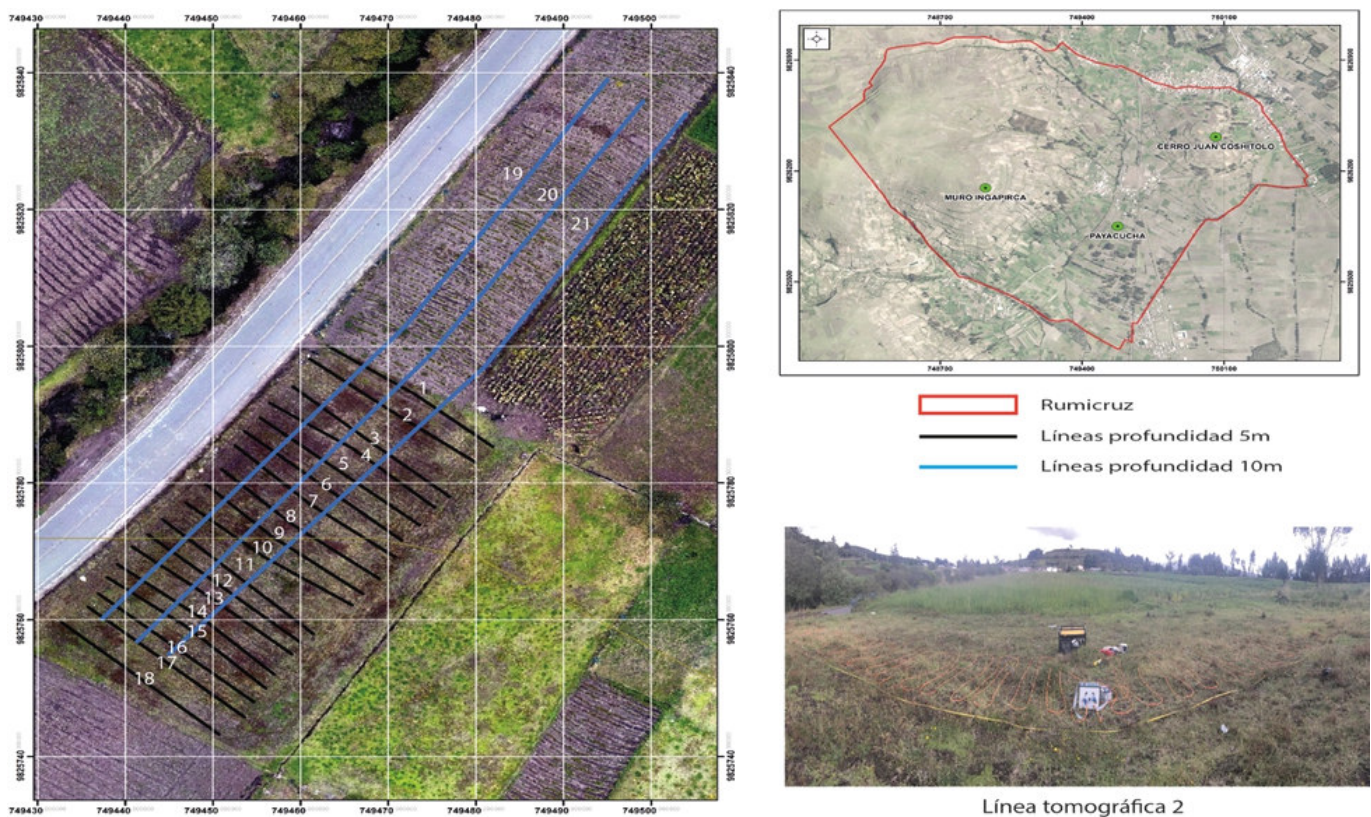


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio (Payacucha, Rumicruz) mediante tomografía eléctrica de resistividad.

Recibido: 5-7-2019. Aceptado: 10-7-2019. Publicado: 17-7-2019.

Edited & Published by Pascual Izquierdo-Egea. English proofreading by Rachel Egan.
Arqueol. Iberoam. Open Access Journal. License CC BY 3.0 ES. <http://purl.org/aia/4302>.

RESUMEN. Los estudios realizados en Rumicruz han permitido identificar varias zonas de interés arqueológico. Es el caso de la necrópolis de Payacucha, en la que, mediante la interpretación de tomografías eléctricas de resistividad, se determinó de manera exacta la localización de varias tumbas en un modelo geoestadístico tridimensional.

PALABRAS CLAVE. Rumicruz; tomografía eléctrica; tumbas de pozo; necrópolis.

ABSTRACT. The studies carried out in Rumicruz have identified several areas of archaeological interest, such as the necropolis of Payacucha, where through the interpretation of electrical tomography resistivity, the exact location of several tombs was determined in a three-dimensional geostatistical model.

KEYWORDS. Rumicruz; electrical tomography; well tombs; necropolis.

INTRODUCCIÓN

Rumicruz (fig. 1), conocida en tiempos del anejo La Moya como *Guantug pampa* y *Kushitolo*, se convirtió en comunidad jurídica en 1981. El nombre de esta comunidad viene de *rumi*, piedra y cruz, es decir, cruz de piedra. Es una cruz andina de la época de los puruhaes probablemente. Antes de la formación de esta comunidad, vivían allí las familias Sanunga, Lata, Sisa, Tuaza, Guamunshi, dispersas por las faldas de *Kushitolo*, y unas pocas familias de apellido Buñay que habitaban en el actual asentamiento. En 1973, los moradores se sintieron obligados a dejar sus casas por la presión de los cuatreros, que robaban sus bienes frecuentemente, y se asentaron en el sitio rodeado por las quebradas y la montaña de zanja que servía de fortaleza.

Continuando los estudios realizados los tres últimos años por el Grupo de Investigación «Puruhá» (Carretero y Samaniego 2017; Mejía y Carretero 2017; Carretero *et al.* 2018a) de la Universidad Nacional de Chimborazo (Riobamba, Ecuador) en los restos arqueológicos localizados en la comunidad de Rumicruz (Calpi, Riobamba, Ecuador) mediante prospección arqueológica superficial (Carretero *et al.* 2018b) y técnicas de arqueología espacial (Mejía y Carretero 2018), y siguiendo nuestro esfuerzo por delimitar zonas de potencial riqueza arqueológica prehispánica de esta comunidad, previo a la intervención arqueológica sistemática, se ha realizado este estudio con la metodología de tomografía eléctrica de resistividad con la intención de determinar de forma exacta la localización de los restos de tumbas puruhaes en la necrópolis documentada en Payacucha de Rumicruz.

En estudios anteriores (Carretero *et al.* 2018b) delimitamos y analizamos una necrópolis en un llano, denominado por los habitantes locales como Payacucha (laguna vieja en *kichwa*), con abundante presencia de

cerámica puruhá (fig. 2). Se trata de un terreno plano de más de 16.000 m², situado a 50 metros al sur de la comunidad de Rumicruz, donde abundan los pies de trípode, platos trípode, vasos carenados, recipientes antropomorfos y material lítico.

METODOLOGÍA

La tomografía eléctrica de resistividad es un método multielectrónico basado en la modelización 2D de la resistividad del terreno mediante el empleo de técnicas numéricas (elementos finitos o diferencias finitas) (Papadopoulos *et al.* 2010). Este estudio depende en gran medida de la distribución espacial de los datos que se obtienen; consiste en utilizar cuatro electrodos: dos de corriente continua (A, B) conectados a un miliamperímetro —los cuales introducen un campo eléctrico en el terreno— y dos de alterna (M, N) conectados a un milivoltímetro para medir la diferencia de potencial eléctrico (ΔV) entre esos dos puntos. A partir del ΔV es posible calcular el valor de la resistividad en el punto medio del dispositivo, a una profundidad determinada (Li *et al.* 2019). Para este trabajo se utiliza la configuración dipolo-dipolo que presenta gran poder resolutivo ante la presencia de cambios geológicos laterales en el subsuelo, tanto estructurales como litológicos y sedimentarios (fallas, diaclasas, fracturas) (Nero *et al.* 2016).

El estudio tomográfico se realizó con el equipo *Syscal Pro* de *IRIS Instruments*, configurado para el método dipolo-dipolo con el *software Electro Prom*, para dos tipos de adquisición de datos. La primera configuración realiza 906 mediciones de resistividad para alcanzar la profundidad aproximada de 5 m, esto mediante 48 electrodos conectados a un cable y dispuestos en línea recta a una distancia de 0,5 m entre sí. La segunda configuración efectúa 600 mediciones de resistividad

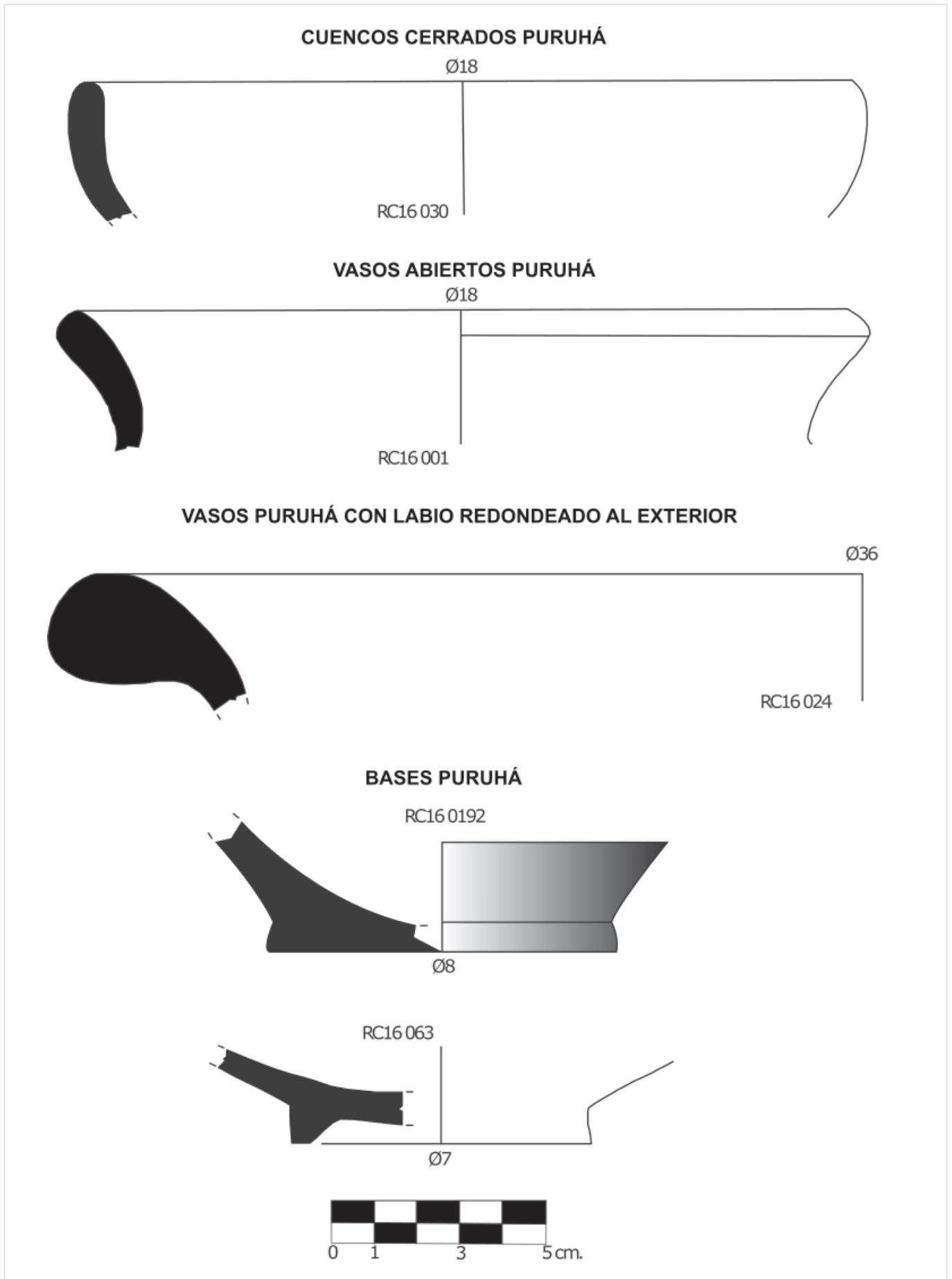


Figura 2. Cerámicas puruhaes recogidas en superficie en Payacucha (Carretero *et al.* 2018b: fig. 6).

Tabla 1. Resistividad eléctrica de los materiales (Bravo 2012).

ROCAS O AGUA	RESISTIVIDAD ($\Omega \cdot m$)
Agua de mar	0,2
Agua de acuíferos aluviales	10-30
Agua de fuentes	50-100
Arenas y gravas secas	1000-10000
Arenas y gravas con agua dulce	50-500
Arenas y gravas con agua salada	0,5-5
Arcillas	0,5-5
Margas	2-20
Calizas	2-20
Areniscas arcillosas	50-100
Areniscas cuarcitas	300-10000
Tobas volcánicas, cineritas	20-100
Lavas	300-10000
Esquistos grafitosos	0,5-5
Esquistos arcillosos o alterados	100-300
Esquistos sanos	300-3000
Gneis, granito alterados	100-1000
Gneis, granito sanos	1000-10000

para la profundidad aproximada de 10 m, utilizando 48 electrodos conectados a un cable y dispuestos en línea recta a 2 m de distancia entre sí. Los datos se graban automáticamente en el equipo y son descargados a un computador con el programa *Prosys II*. Este *software* permite exportar los datos de resistividad en formato del programa de inversión de datos *RES2DINV*. Este último utiliza la técnica de inversión del método de mínimos cuadrados con restricción de suavidad (Sasaki 1992). Para interpretar los resultados de la inversión se utiliza la resistividad eléctrica de los materiales (Bravo 2012) descrita en la tabla 1. Los modelos geoelectricos obtenidos se representan en mapas logarítmicos en 2D, extraídos de los resultados de la inversión realizada con el *software RES2DINV*; la representación geoestadística en 3D se efectúa con el programa *Voxler*.

RESULTADOS

Se realizaron 18 líneas tomográficas a una distancia entre sí de 2 m; estas líneas se efectuaron con la primera configuración para alcanzar una profundidad de 5 m. Además, se realizaron 3 líneas tomográficas, cuya

distancia entre líneas fue de 5 m; estas se efectuaron con la segunda configuración para alcanzar los 10 m de profundidad.

Geológicamente, el estudio se encuentra emplazado en la formación Riobamba, caracterizada por estratos horizontales de dimensiones métricas de toba volcánica con tamaño de grano de ceniza gruesa, de color grisáceo café, con clastos de pómez. La datación de esta formación es de la edad miocénica-pleistocénica. Por tanto, la estratigrafía en los primeros 10 m de profundidad será de toba volcánica (Buenaño 2019). De acuerdo con esta descripción y en comparación con lo descrito por Bravo (2012), la variación de resistividad eléctrica en esta zona será entre 20 y 100 $\Omega \cdot m$. En este sentido, según la figura 3, donde se muestran los perfiles de las 21 líneas tomográficas, se observan las anomalías de resistividad eléctrica bien diferenciadas en las líneas 19, 20 y 21, a lo largo de los 96 m de distancia y hasta los 9 m de profundidad. La presencia de tobas volcánicas con resistividad eléctrica entre 26,8 y 140 $\Omega \cdot m$, visualizando la diferencia de color entre azul y celeste, se manifiesta en los primeros 5 m de profundidad. Esta resistividad se observa de manera homogénea en las tres líneas tomográficas.

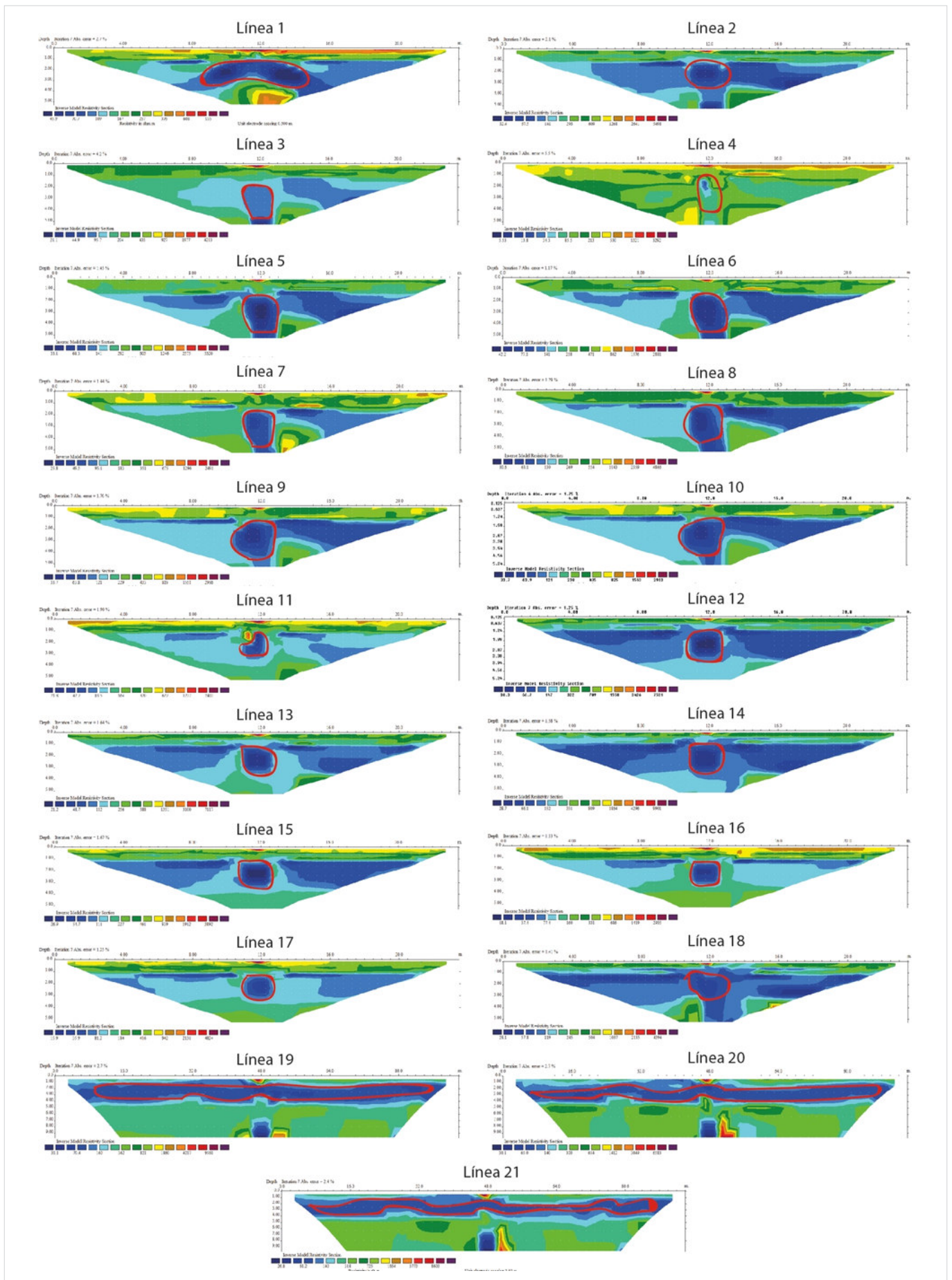
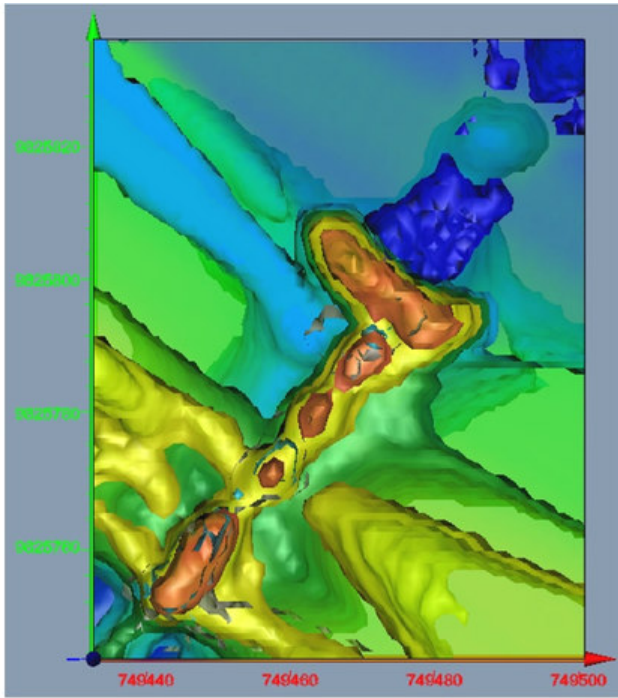
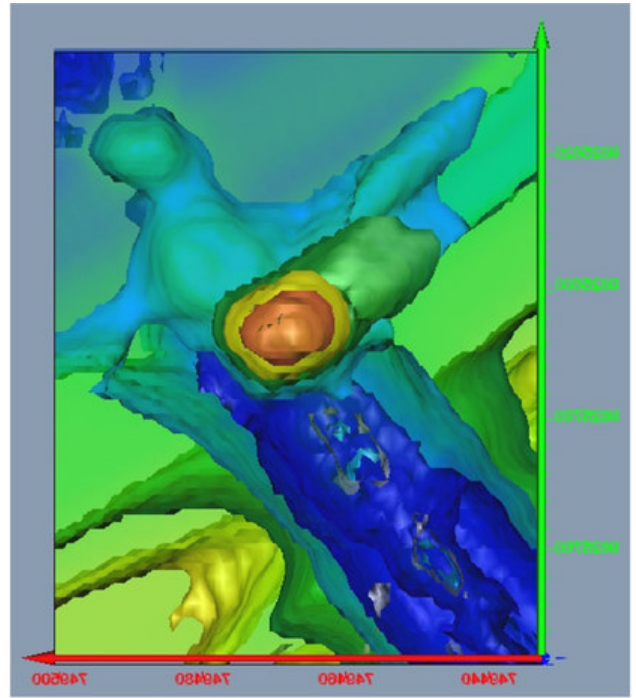


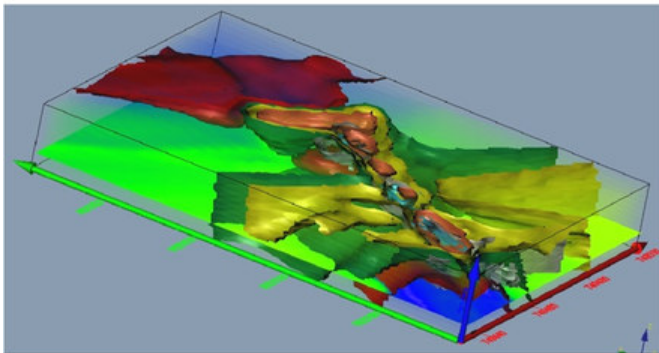
Figura 3. Perfiles de las 21 líneas tomográficas.



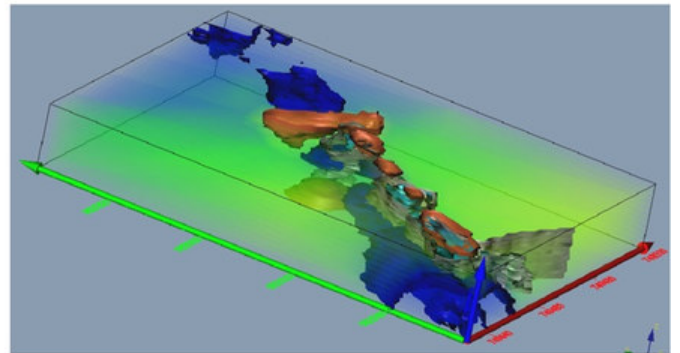
Vista superior



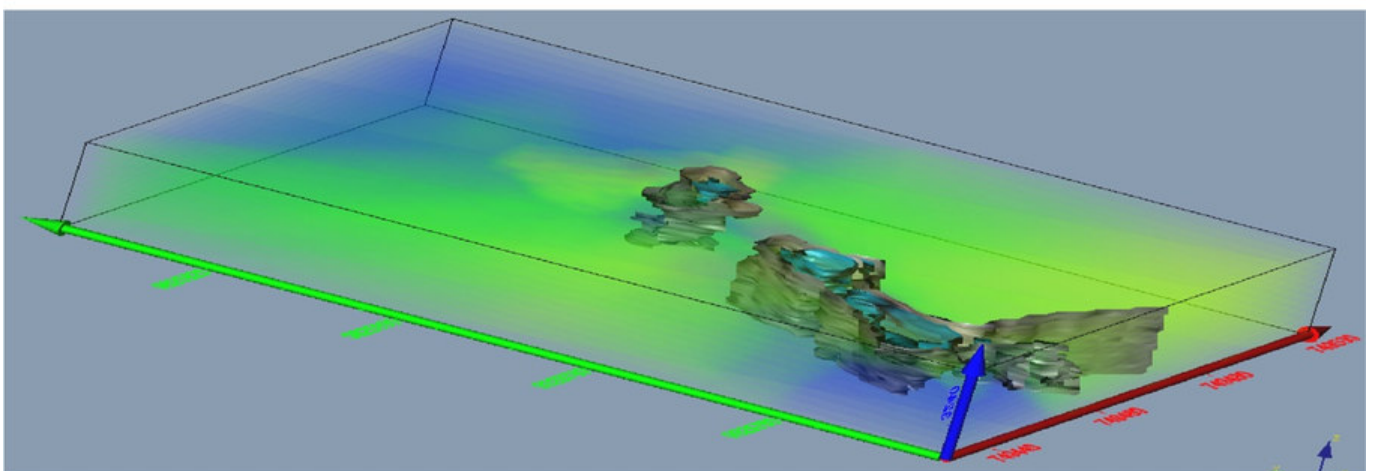
Vista inferior



Vista 3D con todas las capas



Vista 3D con capas predominantes



Vista 3D con tumbas

Figura 4. Resultados de la tomografía con vistas en 3D de las posibles tumbas de pozo.

De igual manera, la degradación de colores de verde oscuro a verde claro muestra valores de resistividad eléctrica entre 140 y 821 $\Omega \cdot m$, lo que corresponde a granitos alterados (Buenaño 2019). En el resto de las áreas tomográficas se evidencian intrusiones de granitos sanos, es decir, rocas más grandes con resistividades entre 1860 y 9561 $\Omega \cdot m$. En las tomografías de 24 m de distancia y 5 m de profundidad se observa con más detalle la disposición de las tobas volcánicas y granitos alterados. Dando una disposición de tobas de manera cilíndrica a partir de la línea 2 hasta la línea 18 (fig. 3), esta distribución de las tobas presenta valores de resistividad eléctrica entre 5 y 30 $\Omega \cdot m$, lo cual implica que, además de las tobas, existe concentración de agua o humedad. Las resistividades a partir de los 40 hasta los 150 $\Omega \cdot m$ son de tobas que se encuentran dispuestas de manera horizontal; y la resistividad de 150 a 1390 $\Omega \cdot m$ representa granitos alterados mezclados con tobas volcánicas.

Se detecta una peculiaridad. En el mismo sentido donde se encuentran estas formaciones cilíndricas, en la parte superior, casi superficial, se evidencia presencia de granitos gruesos (piedras) con resistividades entre 1400 y 9000 $\Omega \cdot m$. Esto se muestra en la figura 3, en donde aparece en color marrón la disposición de las rocas respecto a la presencia de estas formas cilíndricas en color gris, apreciándose perfectamente lo que parecen ser tumbas de pozo circulares —tal y como las describe Jijón y Caamaño (1927)— de la necrópolis de Rumicruz-Payacucha. Esto también lo corroboran dichas formas cilíndricas porque albergan mayor canti-

dad de humedad porque no están muy compactadas respecto al resto de las tobas que se observan alrededor en las tomografías; además, se descarta que sea una conducción de agua subterránea por la profundidad de las mismas y porque, en la pared de la quebrada aledaña, no se evidencia rastro del desfogue de agua en forma de manantial ni de que el terreno estudiado utilice riego por inundación para humedecer el terreno. Por lo tanto, esta zona no corresponde a un acuífero.

CONCLUSIONES

Como se puede observar en la figura 4, todo parece indicar que existe presencia de tumbas de la cultura puruhá a escasos 1.5 m de profundidad, con una morfología de pozo excavado en la roca, tal como muestra Jijón y Caamaño (1927) en sus estudios en Guano. Por las características de los materiales cerámicos localizados en superficie, estaríamos ante una cronología entre los años 500 y 1460 de nuestra era, en el Periodo de Integración caracterizado por las fases Elempata y Hualvalac de Jijón, con señoríos étnicos estratificados como forma de organización de la cultura puruhá.

La localización de estas posibles tumbas de pozo del sitio Payacucha en Rumicruz, de manera exacta mediante posición georreferenciada, nos estaría señalando el paso previo a la realización de una intervención arqueológica con garantías para la documentación del sitio, para lo cual estamos a la espera de recibir la financiación que permita la intervención.

BIBLIOGRAFÍA

- BRAVO JIMÉNEZ, J. D. 2012. *Caracterización geológica-geotécnica de los movimientos de ladera de los sectores El Plateado y San Cayetano Bajo, con aplicación de tomografía eléctrica y técnicas GPS*. Tesis de grado. Universidad Técnica Particular de Loja.
- BUENAÑO LASCANO, P. 2019. *Análisis geológico y geofísico aplicado a la prospección hidrogeológica entre las localidades de Riobamba y Pungalá*. Tesis de grado. Quito, Pichincha, Ecuador.
- CARRETERO POBLETE, P. A., W. SAMANIEGO ERAZO. 2017. Prospección arqueológica en el sitio Puruhá de Collay, Riobamba, Ecuador. *Arqueología Iberoamericana* 33: 18-26.
- CARRETERO POBLETE, P. A., G. VANGA ARVELO, P. JINEZ LLANGARI, R. M. LLANGA ASITIMBAY. 2018a. Chaquiñán de Llugshirum (Flores): registro de caminos pedestres en territorio puruhá. *Arqueología Iberoamericana* 37: 3-12.
- CARRETERO POBLETE, P. A., S. P. HERRERA CISNEROS, M. G. VANGA ARVELO, N. SAGBA SAGBA, R. J. MARCATOMA GUAMINGA. 2018b. Los sitios arqueológicos puruhaes de la comunidad de Rumicruz (Calpi, Riobamba, Ecuador). *Arqueología Iberoamericana* 38: 14-24.
- JADÁN VERÍNEZ, M. B. 2017. Producción y uso de la cerámica Valdivia fase III (complejo Piquigua), del sitio San Isidro norte de Manabí, Ecuador. *Chakiñan: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades* 2: 61-72. Riobamba: Unach.

- JIJÓN Y CAAMAÑO, J. 1927. *Puruhá. Contribución al conocimiento de los aborígenes de la provincia de Chimborazo de la República del Ecuador*. Quito: Tipografía y Encuadernación Salesianas.
- LI, M., D. NOBES, J. YANG. 2019. Integrated geophysical methods for detecting archaeological Han Dynasty tombs. En *Archaeogeophysics*, eds. G. El-Qady y M. Metwaly, pp. 125-135. Cham: Springer.
- NERO, C., A. ANING, S. DANUOR, R. NOYE. 2016. Delineation of graves using electrical resistivity tomography. *Journal of Applied Geophysics* 126: 138-147.
- PAPADOPOULOS, N., M. YI, J. KIM, P. TSOURLOS, G. TSOKAS. 2010. Geophysical investigation of tumuli by means of surface 3D electrical resistivity tomography. *Journal of Applied Geophysics* 70/3: 192-205.
- SASAKI, Y. 1992. Resolution of resistivity tomography inferred from numerical simulation. *Geophysical Prospecting* 40/4: 453-463.