

ISSN electrónico: 2602-8069

## **ANÁLISIS DE LAS ESTRUCTURAS MONUMENTALES DE URCUQUÍ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA DE SUBSUELO.**

*Analysis of the Urcuqui monumental structures using sub-soil electrical tomography*

María Soledad Solórzano Venegas  
Universidad regional Amazónica Ikiá  
maria.solorzano@ikiam.edu.ec

Olga Pilar Woolfson Touma  
Escuela Politécnica Nacional  
olpiwoolfson@gmail.com

Luiggina Alexandra Jarrín Silva  
Universidad regional Amazónica Ikiám  
alexandra.jarrin@ikiam.edu.ec

Fecha de recepción del artículo: 24/07/2017  
Fecha de aceptación definitiva: 26/06/2018

Ma. Soledad Solórzano - Olga Woolfson - Luiggina Jarrín  
**Análisis de las estructuras monumentales de Urcuquí mediante la aplicación de tomografía eléctrica de subsuelo.**

## RESUMEN

Durante las últimas cuatro décadas, se han desarrollado estrategias para entender y optimizar el manejo los bienes pertenecientes al patrimonio cultural. Un ejemplo representativo se encuentra en el uso de métodos geofísicos aplicados en arqueología. En las siguientes páginas se describirá la contribución de estas técnicas para la conservación de bienes pertenecientes al patrimonio cultural arqueológico inmueble, examinando sus ventajas y limitaciones.

Para el efecto, se utilizan las imágenes de resistividad obtenidas de una prospección eléctrica aplicada a dos montículos circulares localizados en cantón San Miguel de Urcuquí. La prospección eléctrica facilitó la comprensión del comportamiento del subsuelo en este tipo de estructuras. Los resultados permitieron identificar el límite inferior de las tolas, sin embargo, para validar la interpretación fue necesario utilizar datos obtenidos mediante métodos tradicionales (excavación). La información obtenida, a través de métodos invasivos y no invasivos, fue complementaria debido a que permitió validar un patrón en el proceso constructivo de este tipo estructuras.

**Palabras clave:** Ecuador, Arqueología, Riesgo, Prevención, Patrimonio Cultural.

## ABSTRACT

During the last four decades, strategies to understand and optimize the management of the properties belonging to the cultural heritage, have been developed. A representative example is the use of geophysical methods applied in archaeological interventions. These techniques contribute to understand the subsoil behavior. This paper exposes benefits of these techniques to preserve archeological immobile heritage, considering the disadvantages as well.

For these purposes, we will use subsoil resistivity images obtained from an electrical survey applied in two circular mounds or "Tolas" at San Miguel de Urcuqui County. Electrical prospecting contributed to understand of the subsoil behavior in this kind of structures.

The results allows to identify the "Tola" inferior border line. However, the data collected had to be validated using information recovered through invasive methods -excavation-. The invasive and non-invasive methods to obtain information were complementary, and what was detected is a constant pattern in the constructive process of these structures

**Key words:** Ecuador, Archaeology, Risk, Prevention, Cultural Heritage.

## INTRODUCCIÓN

El uso de herramientas geofísicas en sitios arqueológicos inició en Inglaterra con el trabajo de J. Atkinson (1946), en el que al utilizar métodos eléctricos se mostró imágenes legibles y fiables de estructuras arqueológicas enterradas. Posteriormente, el levantamiento magnético realizado por M. Aigken (1958) hizo que cobrara popularidad la aplicación de este método en sitios arqueológicos principalmente de la Edad de Hierro de Europa y Oriente (Brito-Schimell y Carreras, 2010, p. 9).

A partir de la década de los ochenta, debido a la evolución de los aparatos geofísicos, y la consecuente mejoría en su capacidad para realizar mediciones más sutiles de las propiedades físicas del subsuelo, se incorporó el uso de métodos sísmicos de refracción y reflexión, métodos radiométricos, entre otros, en las campañas de intervención arqueológicas (Brito-Schimell y Carreras, 2010).

Hoy en día este tipo de herramientas facilita identificar la heterogeneidad del subsuelo, la presencia de agua, minerales o estructuras, sin alterar o modificar el sustrato (Zárate, 2016). Contribuyen no solo a direccionar de forma más eficiente las excavaciones, su aporte también radica en conocer el comportamiento físico de los materiales en el subsuelo, sin la necesidad de acudir en primera instancia a técnicas invasivas.

En Ecuador, la aplicación de métodos geofísicos para delimitar áreas de interés arqueológico, originalmente se ejecutó en el marco de convenios de cooperación internacional mediante programas que involucran universidades nacionales e internacionales, con la presencia de equipos interdisciplinarios, a partir de la primera década del siglo XXI.

Mary Sullivan, al interior del Proyecto Pambamarca, aplicó tres métodos de teledetección: magnetometría, resistividad eléctrica y georradar (GPR), mientras preparaba su trabajo de master (González, Conneli y Gifford, s.f.). En la costa destaca la intervención del Instituto de Arqueología y Etnografía de la Universidad de Novosibirsk, que junto a la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL) y en colaboración con los miembros de la comunidad de Santa Elena en Real Alto, buscaron identificar contextos principalmente asociados al periodo formativo utilizando el método de Georradar (Noticias ESPOL, s.f.).

Como parte del proyecto, Manabí central, en el sitio arqueológico Japotó, se aplicó una prospección electromagnética que buscó definir el límite oeste de un edificio del yacimiento, para conocer si se encontraba aislado o era parte de un conjunto arquitectónico (Mayo C., Guinea y Mayo L., 2010).

Los resultados llevaron a identificar dos áreas bien diferenciadas al interior del mosaico de planimetrías geofísicas: la mitad sur, con valores de conductividad bajos de forma relativamente homogénea corresponden a la zona construida; mientras que la mitad norte presentó valores de conductividad altos que parecen estar asociados a zonas de rellenos y geometrías naturales (Mayo C., Guinea y Mayo L., 2010). Los resultados obtenidos sirven como base para proyectar áreas de excavación puntual, de acuerdo a los autores.

Ma. Soledad Solórzano - Olga Woolfson - Luiggina Jarrín  
**Análisis de las estructuras monumentales de Urcuquí mediante la aplicación de tomografía eléctrica de subsuelo.**

En el caso de la Plaza de San Francisco y su zona de influencia en el marco del Proyecto Metro de Quito, a partir de la combinación de métodos geofísicos, se identificó varios puntos con anomalías que fueron utilizados como guía durante el proceso de excavación. (Wisler, 2015). El término anomalía geofísica (*geophysical anomaly*) se refiere a una variación de una magnitud física respecto a su valor teórico, debido a la distribución irregular de las masas rocosas (Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, s.f.).

Las anomalías detectadas tanto al interior como en la zona periférica de la Plaza de San Francisco, se encontraron vinculadas con tuberías, principalmente. Destacó la presencia de dos áreas circulares dentro de la Plaza: una pileta, y una fosa con graderíos. La segunda presentó un relleno de material colonial, que junto a las fechas radio carbónicas, lo sitúan en ese periodo (Vargas, et al. 2016).

En este artículo se presentan los resultados de la aplicación de métodos eléctricos en dos montículos circulares de la Hacienda San José, Cantón San Miguel de Urcuquí, observando las ventajas de la aplicación de estas herramientas en la conservación de bienes pertenecientes al patrimonio cultural arqueológico inmueble, además se identifican las limitaciones el momento de profundizar en las interpretaciones de los contextos.

Los niveles de resistividad de los materiales del subsuelo obtenidos mediante la tomografía de resistividad eléctrica, fueron contrastados con los datos de recuperados de la excavación de otro montículo de la misma zona, con la finalidad de identificar el límite inferior del cuerpo de las estructuras.

## **Montículos circulares de Urcuquí.**

La palabra ‘tola’, no corresponde ni al español, ni al kichwa, los documentos coloniales permiten proponer que se trata de un vocablo aborigen aceptado en la legua de la Audiencia de Quito; según el contexto lexical que la acompaña en la documentación de la colonia temprana es utilizada para referirse a un “relieve de colinas, sea lomas naturales, sea montículos o pirámides artificiales” (Caillavet, 2000, p. 109).

Actualmente, el uso del término ‘tolas’ en arqueología se lo asocia a montículos artificiales con formas muy variadas; en el territorio de lo que hoy conforma el Ecuador se han registrado diferentes estructuras de este tipo: cuadrangulares, circulares, rectangulares, en algunos casos con presencia de rampas (Gondard y López, 1983; Guillaume-Gentil, 2013).

La denominada “civilización de las tolas de habitación”, cuyo referente se encuentra en el cantón San Miguel de Urcuquí, se caracteriza por la presencia de montículos artificiales prehispánicos cuadrangulares y circulares, que pueden estar solos o en conjunto, en el segundo caso contaban con una especie de plaza central (Jijón y Caamaño, 1997).

Ma. Soledad Solórzano - Olga Woolfson - Luiggina Jarrín  
**Análisis de las estructuras monumentales de Urcuquí mediante la aplicación de tomografía eléctrica de subsuelo.**

En la Hacienda San José se han identificado 27 montículos circulares, uno aislado y los 26 restantes agrupados en cuatro conjuntos. Estas estructuras se localizan en zonas de planicie —con excepción del montículo aislado que está en una ladera de pendiente poco pronunciada— (Solórzano-Venegas, 2013).

En el conjunto de montículos número uno, se excavó la parte inferior del perfil expuesto de uno de ellos. En el centro norte se retiró el suelo antropogénico de la zona aledaña a la pared hasta alcanzar la roca madre, misma que se encontraba a 2.40 m. bajo *datum*, en el punto en el que la altura de la tola era de 1.6 m. sobre *datum*, mientras que al norte de la estructura —periferia— la canchagua fue detectada a 1.3 m. bajo *datum*, en el punto donde la elevación llegaba a 0.60 m. sobre *datum* (Solórzano-Venegas, 2013).

De la información recuperada se infiere que la construcción de este tipo de elementos arquitectónicos fue producto de un proceso minucioso de planificación, que iniciaba con la identificación del sitio en el que sería colocado el elemento. El paso siguiente era retirar el suelo teniendo en cuenta las dimensiones que se deseaba alcanzar —diámetro y profundidad en función del alto—. Una vez que el foso tenía la profundidad requerida, se procedía a su relleno y al levantamiento de la estructura, para lo que se utilizó mampuestos de tierra curda, elaborados con ceniza volcánica —puzolana— (Solórzano-Venegas y Woolfson Touma, 2018).

Sobre la base de la información aportada por la excavación del perfil expuesto en el conjunto número uno, y con el fin de identificar si existían tendencias de retiro y restitución de suelo para construir las tolas, se decidió aplicar una prospección eléctrica en dos montículos del conjunto tres<sup>1</sup> (Figura 1).

La parte central del montículo uno, del conjunto tres, fue el punto de referencia para el trazado de los dos perfiles eléctricos, cada uno de 150 metros, colocados con la finalidad obtener información del comportamiento del subsuelo en los ejes este-oeste (Perfil 1 L1) y norte - sur (Perfil 2 L2).

---

<sup>1</sup> El Ing. Edgar López fue el responsable de la ejecución de la prospección eléctrica y el procesamiento de la información (Solórzano-Venegas, 2013).

Ma. Soledad Solórzano - Olga Woolfson - Luigina Jarrín  
**Análisis de las estructuras monumentales de Urcuquí mediante la aplicación de tomografía eléctrica de subsuelo.**



Figura 1. Vista satelital de los montículos circulares de Urcuquí.

Fuente: Solórzano-Venegas (2013) representado en imagen de Google Earth Pro 2018

## METODOLOGÍA

Mediante la aplicación de métodos eléctricos se obtienen tomografías de resistividad del subsuelo (*Electrical Resistivity Tomography*), las que luego del post-procesamiento de los datos adquiridos permiten identificar no solo anomalías, sino también hallar sus dimensiones, su localización y su valor de resistividad en 2 dimensiones -2D- (Bongiovanni y de la Vega, 2017).

La resistividad aparente del terreno se adquiere utilizando dispositivos compuesto de cuatro electrodos, dos que inyectan corriente y dos que miden la diferencia de potencial que se genera (Jiménez Hernández, et al., 2016, p. 148). Haciendo uso de la siguiente relación:

Ma. Soledad Solórzano - Olga Woolfson - Luiggina Jarrín  
**Análisis de las estructuras monumentales de Urcuquí mediante la aplicación de tomografía eléctrica de subsuelo.**

$$\rho_a = \pi n a (n - 1) (n - 2) \frac{\Delta V}{I}$$

Donde:

$\rho_a$  = resistividad aparente (W-m)

n = nivel de investigación en profundidad, depende de la separación de electrodos de corriente y potencial (m)

$\Delta V$  = diferencia de potencial (mV)

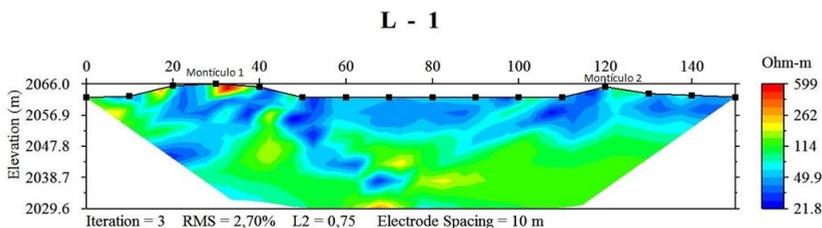
I = intensidad de corriente (mA)

a = separación de electrodos

En este caso se utilizó un sistema de electrodos pasivos, empleando un resistivímetro marca AGI, modelo SUPER STING R8/IP. Luego de los cálculos para obtener la resistividad aparente, los resultados fueron graficados en forma de pseudosecciones a las que se les añadió la topografía con el fin de obtener la tomografía de resistividad, utilizando el programa de inversión eléctrica Earthmager 2D.

El eje de referencia para la implantación de los perfiles eléctricos fue colocado en la parte central del Montículo 1, a 2.666 m.s.n.m. Esto sirvió para proyectar dirección de los transeptos que iban a ser estudiados y como punto base para la topografía, que fue utilizada durante el procesamiento de la información.

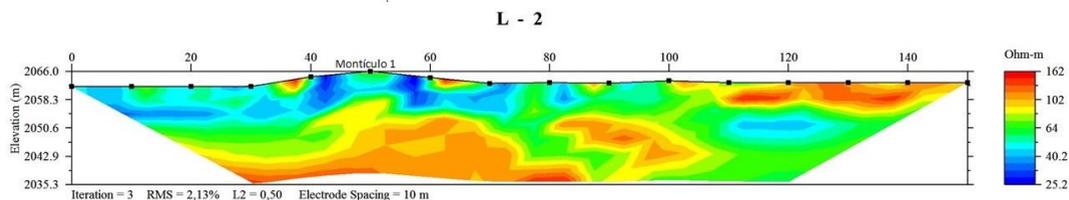
La ubicación y dirección del Perfil 1 L1, fue implementada con la finalidad de identificar el comportamiento del subsuelo de dos tolas montículos 1 y 2. La imagen obtenida tuvo una profundidad de 36,4 m. (Figura 2).



**Figura 2.** Tomografía eléctrica de los perfiles L-1  
Fuente: Solórzano-Venegas (2013)

El perfil 2 L2, fue colocado para complementar la información del montículo 1 en dirección norte sur y alcanzó una profundidad de 30,7 m. (Fig. 3).

Ma. Soledad Solórzano - Olga Woolfson - Luiggina Jarrín  
**Análisis de las estructuras monumentales de Urcuquí mediante la aplicación de tomografía eléctrica de subsuelo.**



*Figura 3.* Tomografía eléctrica de los perfiles L-1 y L-2.

Fuente: Solórzano-Venegas (2013)

## RESULTADOS

La información aportada por la tomografía eléctrica de los perfiles L1 y L2 es complementaria y contribuye a reconocer la alta heterogeneidad de las características de los materiales en el subsuelo.

Los valores entre 21.8 ohm-m y 49.9 ohm-m corresponden a materiales que contienen humedad, posiblemente vinculados a puzolanas, es decir, cenizas volcánicas (material fino de carácter arcilloso con alta concentración de agua). En las tolas se encuentran vinculados a la parte intermedia del cuerpo de los montículos 1 y marca el límite inferior del 2.

En el cuerpo central y la periferia de las tolas, tanto en el perfil 1 L1 como en el perfil 2 L2 del montículo 1, existe un ligero incremento de la resistividad de materiales —valores entre los rangos 49.9 y 65 ohm-m—; lo que potencialmente está asociado al hecho de que se mantiene la presencia de suelo con alto contenido de puzolana, pero mezclado con material arcilloso. Los límites de estos valores —perímetro exterior— permitieron proyectar la profundidad de este montículo.

En contraste a lo que se viene exponiendo, los sectores en donde se tiene la presencia de valores iguales a 114 ohm-m bajo la superficie de tránsito, están relacionados con la presencia de tobas o cangahuas (suelos limosos no arcillosos). Estos valores predominan en la parte sur del montículo 1 —L2 entre las abscisas 0+100 y 0+140—.

En la zona intermedia de los montículos 1 y 2 —perfil 1 L1— los niveles de resistividad de 65 ohm-m de los materiales se presentan a manera de sellamiento que inicia en el m. 57 y llega al m. 100 con una profundidad de 10 m., y recubre a suelos con valores de resistividad más bajos —49.9 ohm-m—. La información recuperada en este punto corresponde a zonas sin alteración antrópica o no visibles por el método geoelectrico utilizado para la recepción de las características de los materiales.

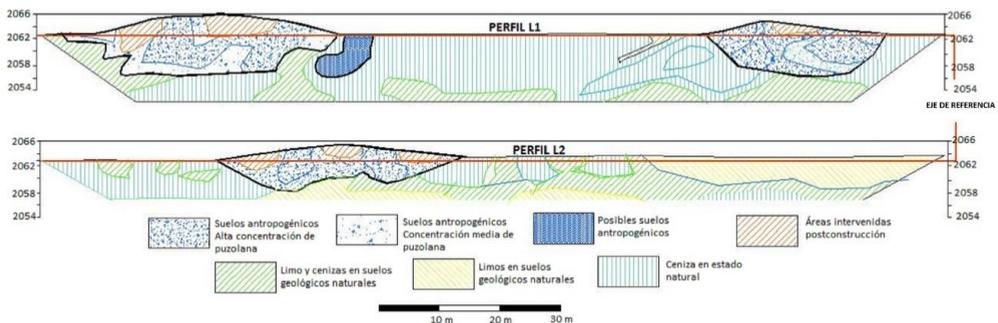
En el perfil destaca una anomalía encontrada en el m. 50 que llega hasta el m. 58 —alcanza una profundidad 5 m.— que, por sus características morfológi-

Ma. Soledad Solórzano - Olga Woolfson - Luiggina Jarrín  
**Análisis de las estructuras monumentales de Urcuquí mediante la aplicación de tomografía eléctrica de subsuelo.**

cas, permite proponer que se trata de un evento cultural plasmado en el registro geológico —fosa antropogénica—.

En la parte superior del montículo uno —cuerpo de la estructura— existe un incremento notable de los niveles de resistividad, en los rangos de entre 262 y 599 omh-m, es decir, que los materiales presentan poca o nula concentración de agua (rocas, cerámica u otro tipo de objetos). Estos puntos se encuentran tanto en el centro, como en la periferia de los montículos, y estarían asociados con actividades postconstructivas.

Las dos imágenes de resistividad llevan a proponer que, en los suelos antropogénicos vinculados al cuerpo de las tolas, se encuentra el rango de valores comprendidos entre 25.2 y 65 ohm-m. La variación está dada por el incremento o decremento de la humedad de los materiales, es decir, por la cantidad de puzolanas utilizada en la mezcla para elaborar los mampuestos colocados en los diferentes puntos del cuerpo (*Figura 4*).



*Figura 4.* Gráfico de comparación de los resultados del Perfil 1 y Perfil 2  
Fuente: Autores

## DISCUSIÓN

Si bien es cierto, se ha reportado la presencia de mampuestos en partes constitutivas de los cuerpos de los montículos circulares de la zona Andina, tradicionalmente se planteaba que eran construcciones que se realizaban por haciamiento de suelo, trabajo que potencialmente se ejecutó en más de un momento (Jijón y Caamaño, 1997, Ahtens, 1976, Gondard y López, 1983).

Los resultados de las imágenes de resistividad eléctrica aplicada en los dos montículos del conjunto tres de la Hacienda San José, llevan a plantear que su construcción pudo ejecutarse en un solo momento, toda vez que las anomalías

Ma. Soledad Solórzano - Olga Woolfson - Luiggina Jarrín  
**Análisis de las estructuras monumentales de Urcuquí mediante la aplicación de tomografía eléctrica de subsuelo.**

encontradas presentan transiciones homogéneas que delimitan el cuerpo de las estructuras.

De forma complementaria, la información del montículo 1 facilita el cálculo de la relación profundidad-altura de este elemento: siendo esta de 6 m a 3.25 m en el centro de la estructura, y de 1.9 m a 0.72 m en la zona periférica (Fig. 4). Esta información concuerda con la obtenida durante la excavación del montículo del conjunto uno, confirmando el retiro intencional de suelo, de igual o mayor tamaño a la elevación que se buscaba obtener.

Luego de la excavación eran colocados los mampuestos de tierra cruda, conformados por una mezcla en la que la ceniza volcánica era la materia prima esencial, por sus características cementantes —predominio de materiales que contienen humedad—.

El ligero incremento de los niveles resistividad, en el centro y la periferia, se vincula a la adhesión de arcillas a la mezcla de los mampuestos, es decir, que durante la elaboración de los bloques se tenía en cuenta el lugar que ocuparían dentro del cuerpo del montículo.

Robin, Bate e Hidalgo (2011) reportan en la parroquia de Urcuquí, un depósito piroclástico relacionado con el volcán Chachimbiro que cubre más de 50 km<sup>2</sup>, con depósitos que varían entre pocos decímetros hasta seis metros, vinculados con la erupción del 3640-31510 a. C.

El evento volcánico ocurrió mucho antes de la construcción de las tolas, cuya construcción sería hacia finales del primer milenio e inicios del segundo de la era cristiana. Estos depósitos pueden ser considerados como una de las principales fuentes de aprovisionamiento para obtener las puzolanas ocupadas en la construcción de los montículos, aunque no cuenta con información etnohistórica o arqueológica respecto al tema.

En las zonas con evidencia de expoliación o huaqueo de los montículos, se reportan medidas de resistividad muy altas vinculadas a materiales con poca o nula concentración de agua. Por la ubicación y las características morfológicas que presentan, lo más probable es que sean producto de actividades postconstructivas, desarrolladas durante el periodo de ocupación o incluso posterior al abandono —expoliación/huaqueo—.

Los resultados del Perfil 2 L2, entre las abscisas 0+100 y 0+140 pueden estar relacionados con suelos naturales o sin mayor intervención antrópica. Sin embargo, tomando en consideración que el método aplicado buscó identificar información de los contornos de los montículos, no se debe descartar que los valores de la resistividad de materiales —114 ohm— sean producto de tránsito regular.

La anomalía encontrada al este del montículo uno, posee valores asociados a materiales que contienen humedad. Manteniendo la perspectiva que se utilizó para entender el comportamiento de la resistividad de materiales en el cuerpo de las tolas, se propone que corresponde a un foso funerario con cámara o a un

Ma. Soledad Solórzano - Olga Woolfson - Luiggina Jarrín  
**Análisis de las estructuras monumentales de Urcuquí mediante la aplicación de tomografía eléctrica de subsuelo.**

basural, con relleno antropogénico en el que las puzolanas fueron notoriamente dominantes.

## CONCLUSIONES

A pesar de que en la actualidad el uso de herramientas geofísicas permite identificar las propiedades físicas de los elementos del subsuelo, no sustituyen a la excavación para determinar la distribución real de los elementos del registro arqueológico, el tipo de objetos que lo constituyen; o recuperar muestras para caracterizar las propiedades físicas, químicas en incluso biológicas de los contextos.

En el caso de las Tolas de Urcuquí, la tomografía eléctrica, sin recurrir a excavaciones profundas, permitió proyectar el límite inferior de los montículos, pero fue necesaria la información recuperada mediante excavación, para entender el comportamiento en subsuelo de las estructuras. Esto significa que siempre que se utiliza este tipo de herramientas en las que se debe contar con datos complementarios que faciliten la interpretación cultural y natural de los eventos registrados.

La información presentada es el punto de partida para realizar proyecciones generales en el sitio. A futuro, los datos deben ser contrastados en este y/u otro conjunto de tolas de la región andina, para determinar si el patrón de comportamiento en el subsuelo de los montículos circulares de la Hacienda San José se encuentra presente en otros elementos de similares características, con la finalidad de desarrollar esquemas de los procesos constructivos de montículos artificiales, vincularlos con la cultura y el periodo en el que fueron edificados.

El costo-beneficio de la aplicación de estas de herramientas, contribuyen a la conservación de los bienes patrimoniales arqueológicos inmuebles, toda vez que permiten direccionar la aplicación de actividades invasivas; sin embargo, el valor monetario que conlleva aún no permite su popularización en Ecuador, salvo en campañas de investigación interdisciplinarias que cuenten con los fondos necesarios para su ejecución.

## REFERENCIAS

- Athens, J. S. (1976). *Informe preliminar sobre investigaciones arqueológicas realizadas en la Sierra Norte del Ecuador*. Sarance. pp 56-78.
- Bernard B., Robin C., Bate B., Hidalgo S. (2011). Nuevo modelo evolutivo y actividad reciente del volcán Chachimbiro. *Jornadas en Ciencias de la Tierra No 7. y Encuentro sobre Riesgos y Desastres No. 1*. Escuela Politécnica Nacional, pp. 119-122. Recuperado de

Ma. Soledad Solórzano - Olga Woolfson - Luiggina Jarrín  
**Análisis de las estructuras monumentales de Urucuquí mediante la aplicación de tomografía eléctrica de subsuelo.**

[http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers12-08/010054873.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers12-08/010054873.pdf)

- Bongiovanni, M.V., y de la Vega, M. (2017). Desarrollo de un equipo para la detección rápida de anomalías eléctricas superficiales en regiones extensas y su aplicación para la caracterización de sitios arqueológicos. Recuperado de [https://rii.austral.edu.ar/bitstream/handle/123456789/432/Trabajo\\_Completo\\_Bongiovanni-de\\_la\\_Vega.pdf?sequence=1](https://rii.austral.edu.ar/bitstream/handle/123456789/432/Trabajo_Completo_Bongiovanni-de_la_Vega.pdf?sequence=1)
- Brito-Schimmel, P. y Carreras, C. (2010). Metodología para la prospección geofísica en arqueología a partir de los trabajos de Ileso, Can Tacó, Molins Nous y el Goleró. *Anales de la Universidad de Alicante Prehistoria, Arqueología e Historia Antigua*, 29, pp. 9-22.
- Caillavet, C. (2000) *Etnias del Norte. Etnohistoria e historia de Ecuador*. Quito: Abya Yala.
- Guillaume-Gentil, N. (2013). *Cinco mil años de historia al pie de los volcanes en Ecuador: modos de implantación, población y cronología*. Quito, Ecuador: FLACSO, Sede Ecuador- Abya-Yala .
- Gondard P. y López F. (1983). *Inventario Arqueológico Preliminar de los Andes Septentrionales del Ecuador*. Quito, Ecuador: MAG-ORSTOM, PRONAREG.
- González, A.L., Conneli. S. y Gifford. (s.f). *Informe Preliminar del Proyecto Arqueológico Pambamarca 2006 & 2007*. Arqueología Ecuatoriana. Recuperado de: [https://downloads.arqueoecuadoriana.ec/ayhpwxgv/informes/InformePAP\\_2006-2007.pdf](https://downloads.arqueoecuadoriana.ec/ayhpwxgv/informes/InformePAP_2006-2007.pdf) (último acceso: 24 de junio de 2017).
- IBLIOGRAPHY Jijón y Caamaño, J. (1997). *Antropología Prehispánica del Ecuador*. Quito: Museo Jacinto Jijón y Caamaño, Embajada de España, Agencia Española de Cooperación internacional. Editorial Santillana.
- Jimenez Hernández, A. Ruiz Cecilia, J.I., Teixidó Ullod, T., Ardanaz Olaiz, O., Vizcaíno Dávila, L, López Sanchez, J.M. (2016). Laser Scanner and Geophysical survey to delimitate, defining the geometrical design and setting up on the ground of the Osuna's roman theater. *Revista del Seminario de Arqueología de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla*. 15. pp. 129-168

Ma. Soledad Solórzano - Olga Woolfson - Luiggina Jarrín  
**Análisis de las estructuras monumentales de Urcuquí mediante la aplicación de tomografía eléctrica de subsuelo.**

- Mayo, C. Guinea, M., Mayo, J. (2010). Prospecciones electromagnéticas en el yacimiento arqueológico de Japotó, Manabí, Ecuador. Ecuador. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 39 (3). pp. 577-587.
- Noticias Espol. (s.a). *Encuentros en Real Alto: Un equipo ruso-ecuatoriano desentrena los secretos del periodo formativo ecuatoriano*. Recuperado de: <http://noticias.espol.edu.ec/article/encuentros-en-real-alto-un-equipo-ruso-ecuatoriano-desentre%C3%B1a-los-secretos-del-periodo> (último acceso: 8 de julio de 2017).
- Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, (s.f.). *Anomalía geofísica*. s.p. Recuperado de [https://vctrac.es/index.php?title=anomal%C3%ADa\\_geof%C3%ADsica](https://vctrac.es/index.php?title=anomal%C3%ADa_geof%C3%ADsica)
- Solórzano-Venegas, M.S. (2013). *Prospección Arqueológica -Inédito-*. Informe presentado al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural Regional 1 y 2. Quito.
- Solórzano-Venegas, M.S y Woolson Touma, O.P. (2018) –inédito- Proceso constructivo de los montículos artificiales de Urcuquí. En S. Chandler S. (President) *83 Annual Meeting Society for American Archeology*, llevado a cabo en Washington D.C. Estados Unidos de Norte América.
- Vargas, M.; Bravo E.; Vargas E.; Proaño, D.; Chacón, R. y Ayala, D. (2016). *Proyecto Rescate Arqueológico de la Estación Metro San Francisco, Provincia de Pichincha, Quito Ecuador. Metro de Quito*. Recuperado de: [http://www.metrodequito.gob.ec/imagesFTP/26361.INFORME\\_RESCATE\\_ARQUEOLOGICO.pdf](http://www.metrodequito.gob.ec/imagesFTP/26361.INFORME_RESCATE_ARQUEOLOGICO.pdf) (último acceso: 8 de julio de 2017).
- Whisler. (2015). *Estudio de Prospección Arqueológica mediante la técnica Geofísica*. Informe presentado al Instituto Nacional de Patrimonio Cultural -Inédito-. Quito, Ecuador.
- Zárate, M. (2016). Estado actual de la Geoarqueología en Argentina. *Intersecciones en Antropología. Vol 17. suplemento 2*. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-373X2016000400002](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-373X2016000400002)

Ma. Soledad Solórzano - Olga Woolfson - Luiggina Jarrín  
**Análisis de las estructuras monumentales de Urcuquí mediante la aplicación de tomografía eléctrica de subsuelo.**

**Tsafiqui**  
Revista de  
Investigación Científica