

## EMPLEO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL ESTUDIO DE “MONTAÑAS SAGRADAS”: EL NEVADO DE ACAY Y SUS CUENCAS HIDROGRÁFICAS ADYACENTES

Pablo Mignone\*

### RESUMEN

*El artículo plantea la necesidad de una visión integral de los “santuarios de altura”, en toda su complejidad histórica-diacrónica, cultural y espacial. Busca enmarcar su estudio dentro una perspectiva regional, analizando asimismo su relación espacial con otro tipo de evidencia arqueológica, con la fisiografía donde se insertan los recursos naturales y las variables climáticas. Para ello, estudiamos la ladera y faldas septentrionales del Nevado de Acay (departamento Rosario de Lerma, Salta-Argentina). Se busca, por último, introducir como metodología alternativa el empleo de herramientas informáticas (Sistemas de Información Geográfica) para el registro y tratamiento de datos en relación con los santuarios de altura y el medio regional.*

Palabras clave: *arqueología espacial – SIG – montañas sagradas – modelos predictivos.*

### ABSTRACT

*This article proposes the necessity of an integral vision of “high altitude sanctuaries”, in all their historical complexity – diachronic, cultural and spatial. Attempting to frame their study within a regional perspective, analyzing at the same time their spatial relationship with another type of archaeological evidence, the physiography in which they exist, the natural resources and the climatic variables. To this end, we study the Northern face and flanks of the Nevado de Acay (Department of Rosario de Lerma, Salta, Argentina). Finally, we aim to present as an alternative method the use of computer tools (Geographic Information Systems) towards registering, and the use of data in respect to high altitude sanctuaries and the regional medium.*

Keywords: *spatial archaeology – GIS – sacred mountains – predictive models.*

---

\* Becario doctoral de CONICET. Centro Promocional de Investigaciones en Historia y Antropología (CEPIHA), Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Salta. E-mail: [pmignone@hotmail.com](mailto:pmignone@hotmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El Nevado de Acay ha sido estudiado con fines arqueológicos únicamente en su cima y definido sobre la base de las excavaciones practicadas en ella como un típico santuario de altura incaico. Este carácter, se piensa, está fundamentado en la construcción de arquitectura ceremonial en su cima y el hallazgo en superficie de madera quemada y carbonilla en excavación (Ceruti 2007:62 y 63). Sin embargo, no se cuenta con estudios de datación o evidencia alternativa para sustentar la asociación entre el Acay y el ritual o el momento histórico estipulado, o bien para su descarte.

Se suman a este panorama las menciones de la existencia de una “mina jesuita” sobre sus laderas (Fadel 1977) y campos de cultivo en sus faldeos (Raffino 2007), lo cual complica aún más la asignación cronológica y funcional de esta montaña y su vinculación con la arqueología regional.

En nuestra opinión, esta limitación se debe a que los estudios en arqueología de alta montaña, generalmente, se caracterizan por asignar toda evidencia material de las cimas con la presencia incaica y su práctica religiosa, en detrimento de indicadores comúnmente asociados con estos hallazgos aunque tomados tradicionalmente como supletorios: fragmentos líticos, cerámicos, textiles y de toda índole ubicados en bases, laderas, alturas intermedias o bien entre montañas y pasos cordilleranos, que recibieron históricamente menor atención.

No ponemos en duda aún el carácter incaico o religioso de los hallazgos en la cima. Sin embargo, antes de esta asignación debemos enfrentarnos con una evidencia abigarrada: las construcciones cercanas a la base presentan evidencia del comercio trasandino de mulas que se extiende desde el periodo colonial hasta nuestra historia reciente; a mediana altura, sobre las laderas, posee restos de un asentamiento minero que fue trabajado con mano de obra indígena durante el siglo XVI y asistido por misioneros jesuitas, y cuya explotación siguió en pie hasta fines del siglo XIX. En la cima, pequeñas estructuras que tientan a la asignación directa con lo cuzqueño, pero sin mayor indicio de este componente, coronan este panorama variopinto.

Ante esto debemos preguntarnos ¿cuál es la relación espacial, cultural o temporal de las diferentes construcciones del Nevado? ¿Cómo relacionar dentro del mismo marco interpretativo rasgos tan antitéticos? Estos interrogantes deben ser respondidos antes de relacionar el Nevado de Acay con un santuario de altura incaico, y para ello se necesita poner en juego muchas más estrategias de investigación arqueológica que las aplicadas hasta el momento.

Este trabajo es, por lo tanto, un primer paso hacia esas respuestas, partiendo de las relaciones espaciales entre las estructuras ubicadas en la cima, laderas altas, bajas y faldeos próximos del Nevado de Acay, para dejar de manifiesto también la necesidad de una visión integral de las montañas y su contenido cultural en relación con el marco regional, tanto físico como histórico-procesual.

Para ello realizamos prospecciones desde la estación Muñano (antigua estación ferroviaria sobre Ruta Nacional 51), a 3.951 msnm, hasta los 5.000 msnm, en un total de 8 km lineales, buscando ampliar los conocimientos que ya se tenían de la cima (Ceruti 2007). Sobre las faldas bajas se registraron apachetas y parapetos relacionados con los cauces fluviales, mientras que a partir de los 4.700 msnm hasta los 5.000 msnm se descubrieron estructuras de habitación (diez en total en dos conjuntos) en los márgenes de tres vegas de altura.

La evidencia registrada fue analizada con métodos informáticos experimentales a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Empleamos la plataforma ArcView GIS (versión 3.2) y sus extensiones *Spatial Analyst*, *AVSWAT*, *Geoprocessing Wizard*, *Network Analyst*, *Path Matrix* y *3D Analyst*. Por su parte, los análisis estadísticos (frecuencias y pruebas estadísticas de correlación  $\chi^2$  y Pearson) se realizaron con el programa estadístico *SPSS* (Statistical Package for the Social Sciences, versión 7).

La evidencia se clasificó en seis tipos<sup>1</sup>, distribuidos no-aleatoriamente desde los 3.045-5.700 msnm<sup>2</sup>, a una distancia de entre 3 y 1.703 m de un cauce de río o vega (moda en intervalo

1-300, n= 13, 52% de la muestra). La ubicación topográfica de los tipos se clasificó según los tipos fisiográficos de Criado Boado (1999:29-30)<sup>3</sup>. Las estructuras relevadas presentaron un área comprendida entre 6 y 100 m<sup>2</sup>, con la moda en el intervalo 0,01-20 (n= 18, 72% de la muestra).

En cuanto al estudio con SIG, la herramienta AVSWAT modeló sobre un DEM (*Digital Elevation Model*, modelo digital de elevación) las vertientes (*watershed*), subcuencas (*sub-bassins*) y escollos o dorsales (*ridges*) de las zonas, pudiéndose establecer con la herramienta *Spatial Analyst* que las máximas intensidades en las concentraciones de la evidencia se producen en las subcuencas.

Generamos también un modelo de insolación potencial con la cantidad de horas de sol recibida por cada uno de los sitios durante los meses del año, y concluimos en que la selección de las zonas estudiadas en cuanto a la insolación no es azarosa ( $\chi^2=100,886$ , significación asintótica de 0,000), de la misma forma en que se correlacionan el tipo de evidencia arqueológica y la cantidad de horas de sol que recibe (prueba de  $\chi^2$ , correlación significativa con *sigma* en dos colas = 0,014)

En cuanto a las estructuras arquitectónicas, las variables área e insolación potencial, por un lado, y tipo y área, por otro, según la prueba de  $\chi^2$  (con un significación asintótica de 0,000), están correlacionadas, al igual que el tipo de evidencia y la altitud (significación de 0,001).

Con un modelado de tres dimensiones (con la herramienta *3D Analyst*) se analizó la visibilidad de cada concentración de dos maneras: intervisibilidad (visibilidad recíproca entre dos puntos) y cuencas visuales (total de superficie visible desde un punto). Las pruebas estadísticas aplicadas permiten establecer una correlación positiva entre la ubicación topográfica y el grado de visibilidad. De esta forma, las estructuras ubicadas en relieves deprimidos, como las vertientes y collados, presentan intervisibilidad y cuenca visual más restringida que las ubicadas en relieves abiertos, como llanos, laderas, rellanos, dorsales y espolones.

El tipo de evidencia también se correlaciona con la figura fisiográfica donde se encuentra, concentrándose las estructuras rectangulares simples o compuestas (identificadas como corrales y viviendas) en relieves deprimidos y resguardados (subcuencas y meandros), mientras que las apachetas y los refugios se encuentran en dorsales y relieves llanos y abiertos con mayor visibilidad, aunque más sometidos a los factores climáticos que los anteriores.

Con las herramientas *Network Analyst* (analista de redes) y *Path Matrix* (matriz de caminos), se estudió además la *transitabilidad*, es decir, la identificación de dos características del acceso a los santuarios de altura: los senderos más empinados y los caminos óptimos, para inferir que la evidencia arqueológica se ubica en las mejores vías de acceso hacia la cima del Nevado de Acay.

Este escrito, por último, se encuentra dentro de un esfuerzo mayor por crear un modelo de base inductiva que permita conocer la relación entre el medio natural y los indicadores arqueológicos. Dentro de este marco, el Acay es un antecedente que nos puede guiar hacia el conocimiento futuro de la incidencia de los factores ambientales en el asentamiento humano, con referencia a los "santuarios de altura" y lugares cercanos.

## UBICACIÓN Y MARCO GEOGRÁFICO

El Nevado de Acay (5.715 msnm) se encuentra en el borde oriental de la puna de Salta, en la región de la Cordillera Oriental (Figura 1). Políticamente, se ubica en el extremo occidental del departamento de Rosario de Lerma.

La Puna forma parte del extremo austral de los Andes Centrales, también continuación meridional del altiplano boliviano. A lo largo de sus 2.000 km de longitud se encuentra una vegetación escasa, clima árido, cuencas con drenaje interior que dan formación a los salares (Alonso 2008) y cordones montañosos que dejan lugar en algunos sectores a grandes conos volcánicos, entre ellos el Llullaillaco (6.739 msnm), Socompa (6.031 msnm) y cerro del Rincón (5.594 msnm) (Cabrera 1957).



Figura 1. Ubicación política del área de estudio

El entorno presenta un clima frío y seco, con heladas casi todo el año y nieve en el invierno. La amplitud térmica puede correr en el orden de los 50 grados, con temperaturas diurnas de 20° C y nocturnas de -30° C. Las lluvias son muy escasas y decrecen de Norte a Sur y de este a oeste con un promedio de 70 mm anuales (Alonso 2008:64-65). Con respecto a la presencia de salares, se pueden mencionar el Pular, la salina del Lullaillaco, el salar de Arizaro y el salar de Incahuasi (Cabrera 1994).

Domina la estepa arbustiva, con especies características como la añagua (*adesmia horridiuscula*), tola (*Parastephia lepidophylla*), rica rica (*Acantholippia seriphoides* y *A. hastulata*), muña muña (*Satureja parvifolia*), esporal (*Pennisetum chilense*), entre otras (Alonso 2008). Por encima de los 4.400 msnm, prevalecen gramíneas de forma aislada de los géneros *Festuca*, *Sipa* y *Poa* (iros) (Cabrera 1957).

## MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

La arqueología de alta montaña en general muestra una preferencia notable por los estudios en las cumbres en cuanto a lo espacial (hallazgos del cerro el Toro, Aconcagua y Lullaillaco); en lo que respecta al marco histórico-temporal, existe una visión predominantemente sincrónica, centrada en el Estado incaico (Schobinger 2001; Ceruti 2003), aunque haciendo uso de estudios etnográficos, pero para señalar las reminiscencias de las prácticas culturales introducidas por los cuzqueños.

En cuanto a la teoría social, se sostiene el predominio del poder desde el Estado hacia las comunidades locales, matizado con interpretaciones sobre experiencias de resistencia a la

dominación (Ceruti 1999, 2003). La evidencia arqueológica que se interpreta como diagnóstica surge de excavaciones de tumbas (cuerpos humanos y objetos suntuarios); dentro, a su vez, de un marco interpretativo signado por el “enfoque teórico del conflicto” (Ceruti 1999, 2003), que centra la atención en el estudio exclusivo del mundo incaico. Vemos además una disociación en el discurso académico entre los procesos sociales involucrados en la arqueología regional y los estudios relativos a las montañas. En el caso de los macizos de la puna, no vemos mencionados en los trabajos de síntesis sobre ella la vinculación existente con los macizos andinos y viceversa (e.g., Krapovickas [1958-59] 2004; Ottonello y Krapovickas [1973] 2004; Beorchia Nigris 1984; Albeck 2000; Schobinger y Ceruti 2000; Ceruti 2003). Es por ello que una visión integral del fenómeno ritual en las montañas exige un espectro regional, en el que se relacionen las variadas dimensiones culturales presentes y el medio ambiente que las enmarca.

Nuestro aporte parecería, a simple vista, una redundancia en el axioma ambiental según el cual el espacio físico determina el asentamiento humano; es decir, la postura estrecha que reduce la ubicación de la acción social a una consecuencia de las propiedades espaciales de los recursos naturales (Barceló 2008:267) obviando a su vez los factores culturales (Wheatley 2003; Ebert y Singer 2004). Sin embargo, aclaramos que no nos separamos tajantemente de cuanto ha sido dicho acerca del trasfondo religioso del fenómeno de la *capacocha*, las regularidades filosóficas que lo acompañan, su universalidad en el pensamiento cultural humano y cosmológico andino (Vásquez [1966] 2008; Gentile 1999; Abal 2001; Schobinger 2001 y 2004). Simplemente buscamos ponderar el efecto que tienen determinadas variables ambientales en la selección de locaciones físicas para la construcción de algunas formas arquitectónicas, conscientes de que estas correlaciones con base estadística tienen un poder interpretativo limitado (Leusen *et al.* 2005:29) pero que deben ser tomadas en cuenta.

De acuerdo con esta línea de pensamiento, el uso de SIG resulta una herramienta útil por su capacidad de manipular, guardar, analizar, capturar, buscar y mostrar datos referidos a localizaciones geográficas (Kvamme 1990:372).

En arqueología, los Sistemas de Información Geográfica permiten la modelación predictiva, simulación de los cambios en el pasado, el análisis intrasitio y el manejo de grandes bases de datos (Araneda 2002). A nivel general, nuestro trabajo se enmarca en la primera de estas aplicaciones, por lo cual buscamos en el largo plazo conformar una base empírica que nos permita generar un modelo matemático de ubicación de sitios arqueológicos dados determinados componentes ambientales.

Los modelos predictivos en arqueología buscan establecer la localización de evidencia arqueológica en una región basados en el patrón locacional y asociativo de una muestra (Kohler y Parker 1986:333). El objetivo de este tipo de análisis no es tanto la probabilidad de encontrar sitios, sino de encontrarlos según la relación con otros fenómenos (por ejemplo, la posibilidad de encontrar sitios en pendientes de más de 30°) (Fernández Cacho 2010). La predicción reside en la capacidad de localizar en el futuro sitios arqueológicos conociendo su patrón de distribución y las variables que influyen en ellas (Fernández Cacho 2010:9); por lo que es preferible referirse a estos modelos como de potencial arqueológico o de “sensibilidad”, “[...] ya que se haría referencia a que hubiese condiciones potenciales para la existencia de sitios arqueológicos, lo cual no asegura en ningún caso que los haya” (Fernández Cacho 2010:9).

En este tipo de estudios se emplean variables ambientales y culturales cercanas espacialmente, donde se establece la probabilidad de las relaciones entre ambas y que las primeras asumen un rol de influencia destacada en las segundas (Ebert 2005:137-138).

Las variables ambientales se clasifican como independientes, es decir, que influyen la ocurrencia de las variables dependientes, que en estos modelos son las variables culturales (Fernández Cacho 2010:19). Podemos citar, entre las primeras, las variables primarias altimetría y sus variables derivadas (fisiografía, pendiente, orientación, aspecto, insolación, etcétera) y la hidrografía y sus variables derivadas (distancia a fuentes de agua, por ejemplo). Dentro de las

variables culturales encontramos la presencia o ausencia de sitios arqueológicos o rasgos dentro de estos sitios y la visibilidad entre ellos (Fernández Cacho 2010:17 y 24).

Las aplicaciones del modelo predictivo han sido variadas y contemplan un gran abanico de ambientes y períodos históricos. Han sido usados, básicamente, en la gestión patrimonial del registro arqueológico y en la investigación académica. Por ejemplo, en la localización de sitios arqueológicos para su resguardo durante el trazado de caminos modernos (Seibel 2006); en los estudios del megalitismo neolítico español (López Romero 2006); el registro de evidencia arqueológica en áreas protegidas de EEUU (Ree 2010), en la península Prairie del estado de Illinois (Warren y Asch 2005); la distribución de cerámica romana en el norte de Francia (Verhagen 2007), por nombrar algunas de sus numerosas aplicaciones en la arqueología mundial. Muy cerca de nuestra área de estudio, De Feo y Gobbo (2005) realizaron un modelo predictivo para la localización de caminos inca en el tramo Cachinal-Las Cuevas (Rosario de Lerma, Salta) en relación con variables ambientales como la pendiente y la distancia respecto de ríos.

Los modelos de sensibilidad arqueológica perciben patrones del comportamiento a partir de análisis estadísticos sobre el registro, fundados en la teoría de las probabilidades, en particular, en la llamada probabilidad condicional, uno de cuyos principios fundamentales es que puede calcularse, con determinados procesos matemáticos, la ocurrencia de determinados fenómenos dadas varias condiciones consideradas simultáneamente. A medida que las observaciones aumentan, la frecuencia relativa del fenómeno analizado se acerca cada vez más a un valor llamado  $p(1)$ ; se vuelve más estable a medida que aumentan las unidades relevadas y se cubre una región lo suficientemente grande como para realizar estimaciones confiables (Rose y Altschul 1988:173-179).

Se emplean dos tipos de cálculos estadísticos: estadística univariada, para conocer las correlaciones básicas entre cada una de las variables independientes y la dependiente (que incluyen los estadísticos de Pearson y  $\chi^2$ ); y estadística multivariada, para la ponderación de la ocurrencia de la variable dependiente dada la ocurrencia simultánea de la variable independiente (entre las que se incluyen regresión logística, análisis discriminante, regresión lineal, entre otros). Es importante contar con una buena base documental o de experiencias previas antes de buscar construir el modelo para poder disminuir los sesgos en la localización de los sitios (Kvamme 1988:303). El resultado de este proceso de cálculo estadístico es la confección de un mapa de probabilidades que extrapole la información sobre la muestra a otros espacios dentro de la misma región (Wescott y Kuiper 2005:64 y ss.).

En nuestro trabajo, el mapa de probabilidades será orientativo de la tendencia que puede seguir la evidencia arqueológica en relación con algunas características del ambiente. Debido a la limitación que supone una muestra no estocástica, aclaramos el estado germinal de nuestras investigaciones y el estatus preliminar de nuestras inferencias.

## ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN EN EL NEVADO DE ACAY

La historia de las investigaciones en el lugar se remonta, por lo menos, al año 1926, cuando se encuentra en la cumbre una tibia humana. En 1952 se relata la experiencia de miembros del club Andino del Norte, quienes también dan cuenta de “las pircas indígenas del Acay” (Beorchia Nigris 1984:16).

Más tarde, José Fadel asciende al Nevado de Acay por su cara sur y da las primeras noticias de estructuras a media altura, llamadas mina “Fundiciones” de supuesto origen jesuita (Fadel 1977:36). Acerca de la cima, describe la existencia de un recinto en forma de U, abierto hacia el Este, y una tibia probablemente humana (Fadel 1977: 40). En 1975, una expedición del Club Andino Ateneo Estrada de Salta descubre en la ladera noreste, a 5.400 msnm, un importante conjunto de ruinas (Beorchia Nigris 1984:18).

Posteriormente, se dan a conocer las estructuras ubicadas sobre el morro cumbre marcado con una cruz, a 5.716 msnm. El conjunto es relevado por Ceruti y Vitry (2000), quienes identifican un conjunto principal formado por dos plataformas sobreelevadas en la cumbre, y dos conjuntos, uno ubicado a 10 m al noreste y otro a 30 m al noroeste.

Más adelante, Ceruti asciende al Nevado, realiza una excavación en la segunda plataforma, denominada B, y registra la presencia de estructuras en las cumbres secundarias Blanca y Navaja (Ceruti 2007). Las evidencias recabadas en las excavaciones se restringen a carbonilla y madera quemada (Ceruti 2007:62).

Si bien Beorchia reproduce información acerca de sitios a niveles intermedios, la autora concluye que no se documentaron en el Nevado de Acay estaciones intermedias ni sitios de funcionalidad logística en las laderas y faldas bajas (Ceruti 2007:60).

Con estos antecedentes, más el objetivo de ampliar la perspectiva hacia la base y la cuenca hidrográfica septentrional del Acay, realizamos prospecciones desde la estación Muñano (antigua estación ferroviaria sobre Ruta Nacional 51), a 3.951 msnm, hasta los 5.000 msnm, sobre las laderas septentrionales del Nevado (Figura 2), una prospección de 8 km lineales, que resultó en el hallazgo de 10 parapetos, 2 apachetas y 13 estructuras mayores.

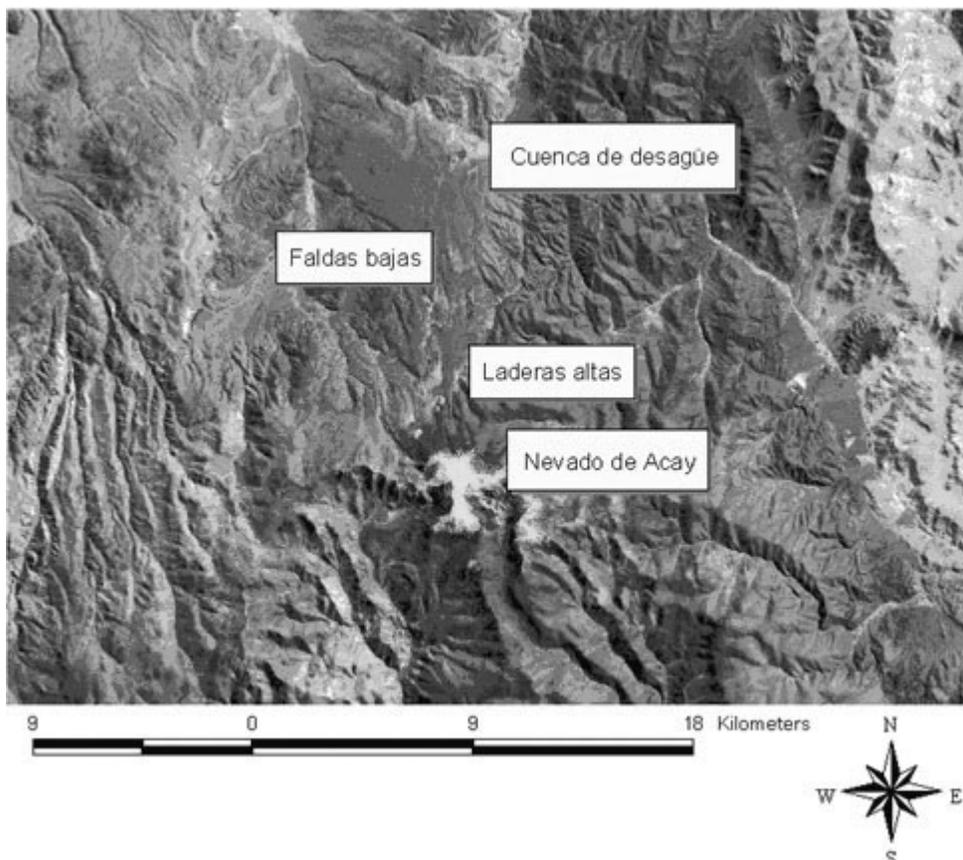


Figura 2. Ubicación del Nevado de Acay y sus distribuciones arqueológicas

La contabilidad de hallazgos se inició a 1 km de la Ruta Nacional 51, al margen norte de una pequeña vega ubicada a 250 m hacia el este del camino de vehículos que se adentra hacia la base del Nevado. Se encontraron tres estructuras rectangulares sin techo y con paredes a medio

derruir y un corral, alineados al gradiente del faldeo de una loma, siguiendo un eje norte-sur. Las construcciones denotan un abandono reciente, debido al hallazgo en superficie de trozos de plástico, tapas de bolígrafos y cemento en la técnica constructiva de los muros. Sin embargo, se recuperaron algunos indicadores históricos, como una herradura de vacuno y una hoja de cuchillo muy meteorizada en comparación con elementos de construcción de metal modernos casi intactos. Se registró también una pieza lítica de basalto con huellas de lascado, probable nódulo prehispánico (Figura 3).

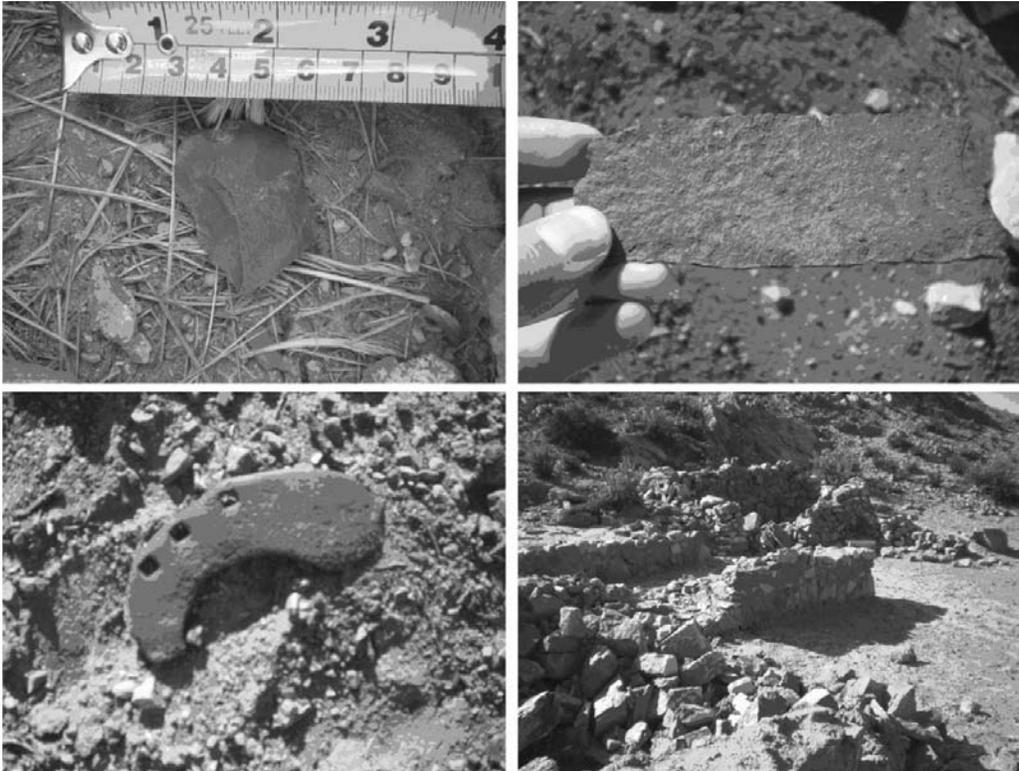


Figura 3. Arquitectura, piezas líticas y de metal de las faldas bajas del Acay (3.600 msnm)

Este conjunto se ubica en una de tantas lomas desde las cuales se salva el paisaje accidentado, lo cual permite tener una mejor vista del área y sus hitos naturales. Subiendo a una loma similar, a 580 m hacia el este, encontramos un parapeto semirrectangular abierto hacia el este. Sus dimensiones fueron registradas en 1,95 m de largo, 0,46 m de ancho y 0,30 m de alto, en su muro sur; 1,4 m de largo, 0,47 m de ancho y 0,35 m de alto en su muro oeste y 1,40 m de largo en el muro norte, y es el más grande de los identificados en la zona. Se encuentra derruido, por lo que sus medidas se limitan al largo y orientación, de 90°. No posee evidencia de artefactos en superficie. Desde este lugar se obtiene una notable vista hacia el Cerro Negro y por detrás de éste, al volcán Tuzgle (Figura 4).

Siguiendo hacia el sur, se encuentran cinco pequeños parapetos en media luna simple y dos apachetas al pie de las barrancas, que señalan una de las aguadas más importantes de la zona, donde se asientan siete casas actuales con sus respectivos corrales. Las estructuras semilunares tienen medidas regulares, que alcanzan 1,5 m de largo, con ancho de muros de 0,30-0,35 m, mientras

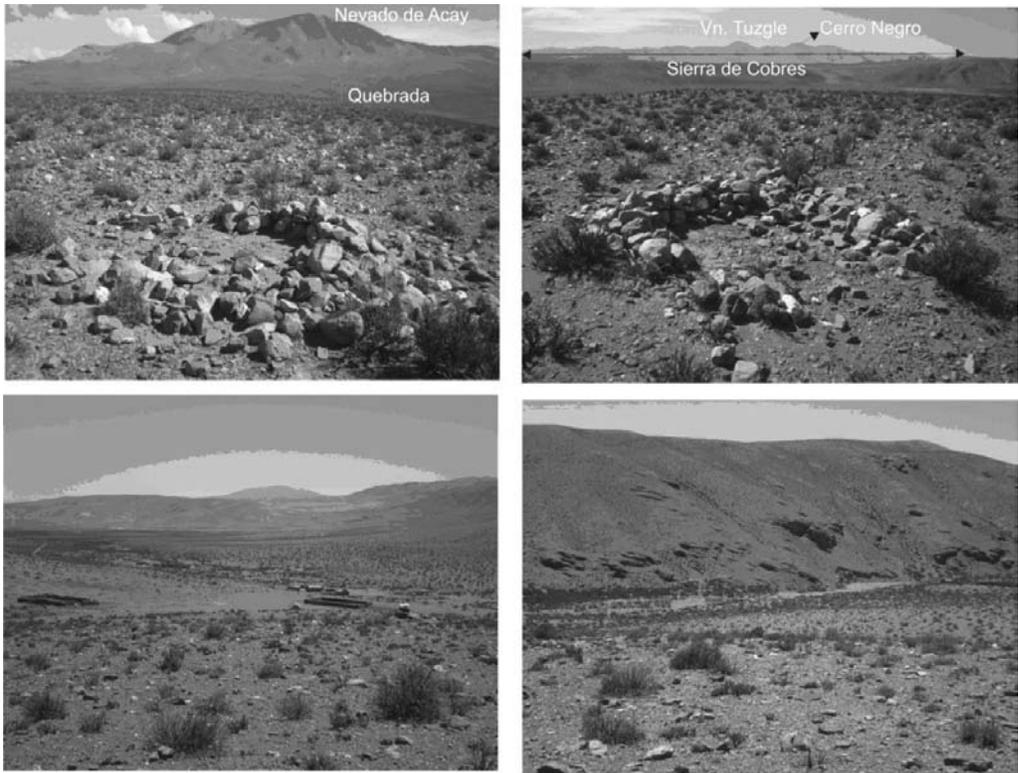


Figura 4. Parapetos en las faldas bajas y su dominio visual hacia el fondo de las quebradas

que las apachetas presentan alrededor de 0,40 m de alto por 0,90 m de diámetro. En ninguna de ellas se observó evidencia superficial de materiales arqueológicos.

Siguiendo el eje norte-sur de las cuencas de drenaje del macizo, a 4,33 km de distancia del conjunto anterior, se asciende por la ladera norte del Acay, donde se encuentra un conjunto de estructuras a corta distancia de una vega. Una primera agrupación se ubica a una distancia comprendida entre 3 y 20 m de la vega, a una cota de 4.520 msnm y consta de cuatro estructuras, una de ellas (Acay E1) cercana a la vega y las otras tres (Acay E2, E3, E4) apoyadas contra la ladera (Figuras 5 y 6).

La estructura E1 es oblonga, posee su entrada orientada hacia el oeste y presenta una vista plena (favorecida por la cuenca de drenaje de la vega) hacia la cordillera oriental. Tiene como diámetro interno mayor 4,20 m, y 3,47 m en el menor. Sus muros tienen una altura de 0,59 m y un ancho de 0,39 m. Fueron construidos con rocas grandes en una hilera simple, salvo el sector que se encuentra hacia el norte, formado por una doble hilera de lajas planas paradas. La entrada a la estructura es de 0,68 m, con un zócalo de cinco piedras planas de distinto tamaño.

Por su parte, la estructura E2 consta de un sólo muro doble sin relleno asentado sobre cimientos de rocas grandes, que puede haber sufrido un proceso de desarme y reacondicionamiento en las estructuras adyacentes. Se apoya sobre la ladera y mide 2,3 m de largo, 0,85 m de alto y 0,50 m de ancho.

Alejándonos cada vez más de la vega y ascendiendo en la ladera, encontramos la estructura E3, semicircular, apoyada en la roca, que mide 8,11 m de largo por 4,87 m de ancho. Presenta rocas grandes en hilera simple (cada una mide 0,50 m de ancho y de largo aproximadamente) como asiento de los muros dobles sin relleno de piedras más pequeñas. La entrada es de 0,84 m y se ubica hacia el centro de la estructura.

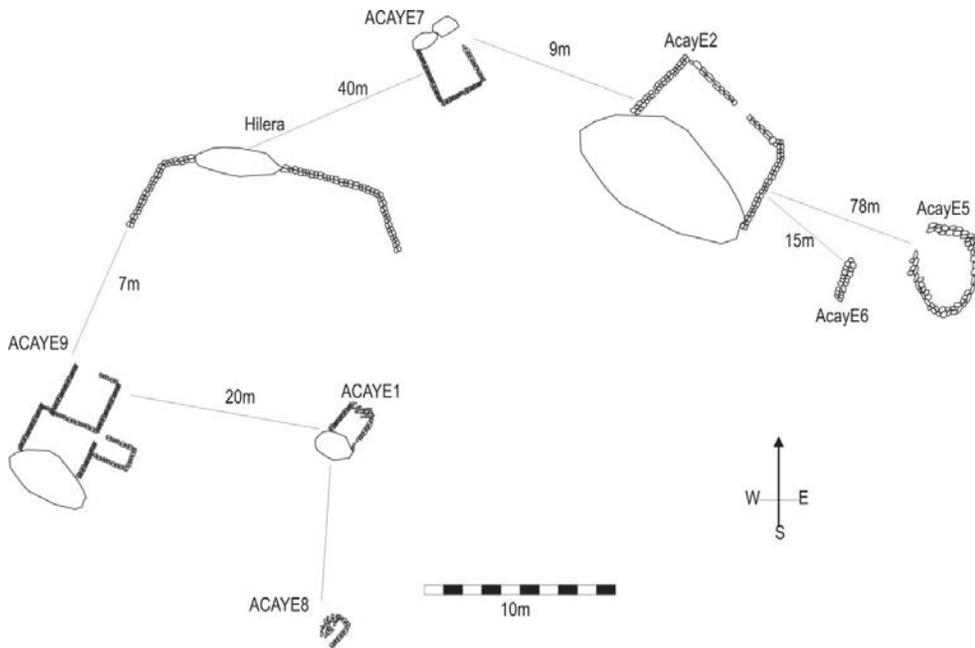


Figura 5. Disposición de ruinas a 4.500 msnm

A unos 9,25 m al sur este de la estructura E3 se encuentra la estructura E4, rectangular, con una alineación norte en sus lados mayores. Mide 3,18 m de largo por 2,44 m de ancho. La apertura se ubica hacia el este y mide 1,3 m; está señalada por dos lajas de 0,60 m de alto y 0,40 m de ancho. Los muros tienen 0,50 m de ancho y son más irregulares en su confección que los anteriores, por constar de piedras apiladas sin orden. Se apoyan sobre alineaciones dobles de piedras. Éstas miden cada una un aproximado de 0,40 m por 0,50 m.

El segundo conjunto se encuentra a 39,61 m hacia el oeste del anterior, a una cota de 4.530 msnm. Pertenecen a él la estructura Acay E5, rectangular, apoyada sobre la roca. Mide 1,86 m de largo por 1,37 m de ancho. Sus lados menores se alinean hacia el norte. El ancho de los muros oscila entre 0,20 y 0,30 m. Las paredes se apoyan sobre zócalos de piedras planas, que elevan la estructura 0,45 m con respecto al suelo.

La estructura E6 se ubica 6,13 m al sur de la anterior. Es rectangular también, aunque de porte menor, y consta de 1,3 m de ancho por 0,76 m de largo. El ancho de los muros no sobrepasa los 0,40 m, mientras que su altura es de 0,50 m, una constante en ambos conjuntos de estructuras. La técnica constructiva es de pirca simple sin relleno.

A 21,87 m hacia el noroeste de la estructura anterior, se encuentra E7, una estructura compuesta de tres subrecintos menores, todos rectangulares, apoyados sobre las rocas de la ladera. De menor a mayor y de norte a sur, los clasificamos como A, B y C. El subrecinto A posee una entrada independiente hacia el norte (de 0,40 m de ancho) y se comunica con el subrecinto B atravesando una apertura similar con un escalón de 0,30 m de alto. Mide 2,5 m de largo por 1,1 m de ancho y 0,76 m de alto.

La subunidad contigua hacia el oeste, subrecinto B, mide 3,3 m de largo por 2,5 m de ancho y se apoya sobre la roca. Sus muros alcanzan 1,4 m de altura. No tiene comunicación con el exterior. Colinda con el anterior, el subrecinto C, y se apoya sobre su muro norte. Presenta 2,7 m de ancho por 2,77 m de largo. Es probable que sus dimensiones fueran mayores, dado que sus muros norte y oeste están parcialmente derruidos. Esta interrupción dibuja una apertura hacia el

oeste casi del ancho de la estructura. Sus muros poseen un aproximado de 0,40 m de ancho y 1,2 m de alto en sus sectores mejor preservados.

Todo el conjunto está realizado en hilera simple de piedras sin relleno, salvo el muro norte del subrecinto B, donde se apoya el subrecinto C, confeccionado con una doble hilera. En el interior del subrecinto B se encontró una banqueta realizada en madera de cardón, asegurada con clavos. La última construcción del conjunto (E8) aparenta un gran parapeto que cierra el conjunto a 6,9 m hacia el noroeste. Mide aproximadamente 9 m de largo, 0,40 m de ancho y alcanza alturas de 2,5 m (Figura 6).

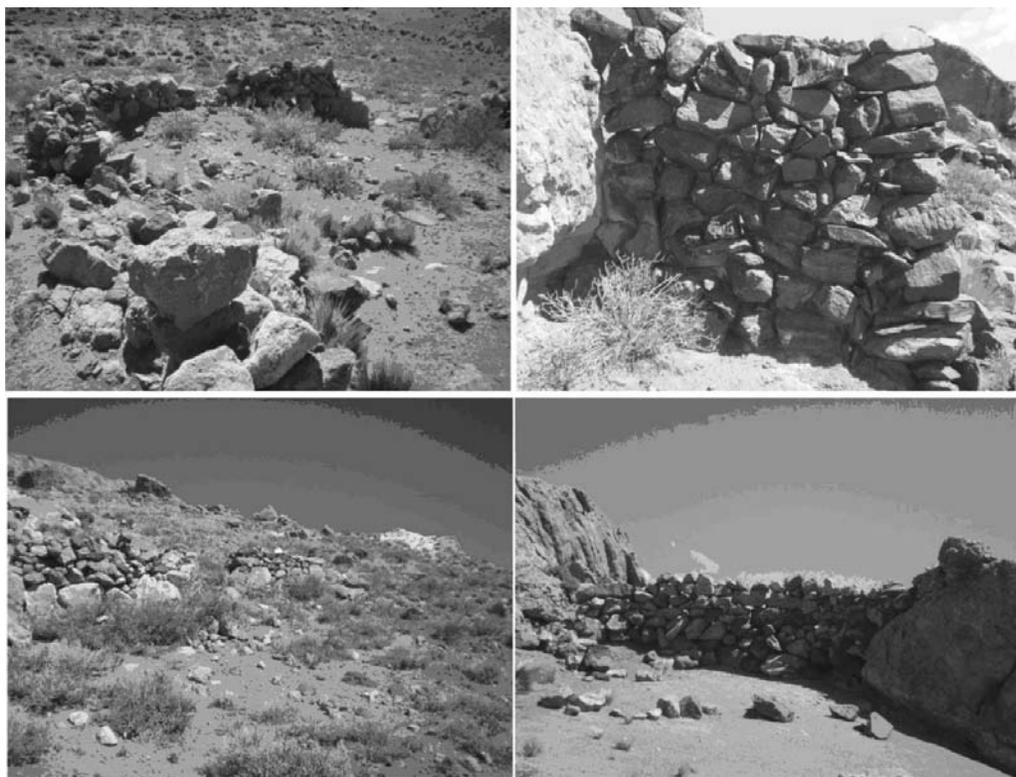


Figura 6. Fotografías de detalle de las construcciones a 4.500 msnm

Siguiendo la pendiente 1,61 km hacia el sur se cruza una vega. Sobre su margen sur y recostada sobre la ladera a unos 4.780 msnm, encontramos una estructura (Acay A1, Figura 7), un rectángulo de 11,44 m de largo por 3,2 m de ancho y una altura de muro que alcanza, en las partes no derruidas, 1,8 m de alto. Las paredes son gruesas, rondando los 0,70 m de ancho en las cuatro paredes laterales, disminuyendo a 0,35 m en los muros que separan los tres ambientes. Estos no poseen comunicación entre sí, sino al exterior, a través de jambas rectangulares. El aparejo murario está compuesto por lajas planas regulares apiladas formando dos hileras, con relleno de rocas menores entre ellas y, en algunos sectores, aislamiento exterior de barro. Los muros se cortan de forma ortogonal.

A 223 m hacia el sur-oeste de la anterior, sobre una altura de 4.811 msnm, y por encima de un cauce seco, encontramos la estructura Acay A2 (Figura 8). Se encuentra mejor conservada, es también rectangular y presenta seis subdivisiones internas sin comunicación entre ellas, sólo con el exterior. Mide 20,7 m de largo por 4,4 m de ancho. Sobre cada medianera se alcan

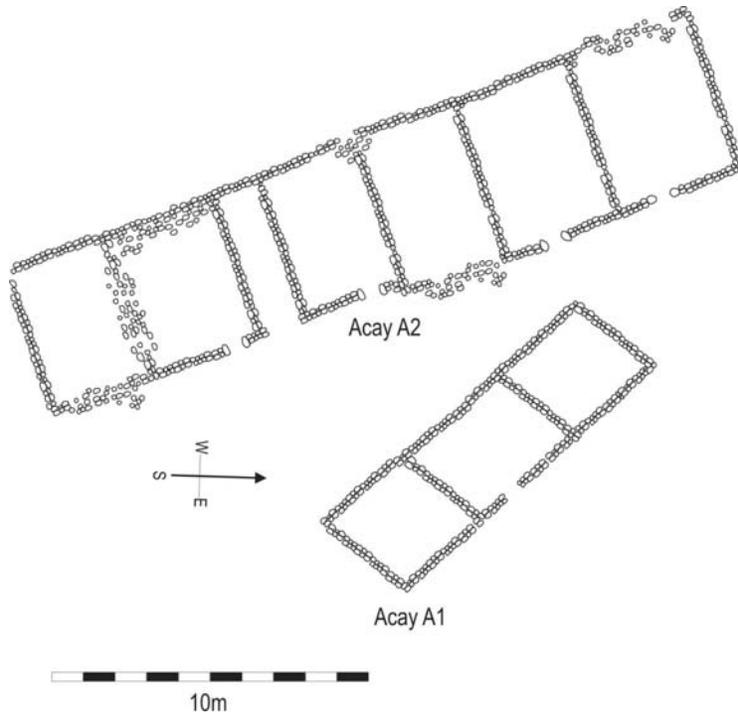


Figura 7. Plano de planta de conjunto arquitectónico de laderas altas

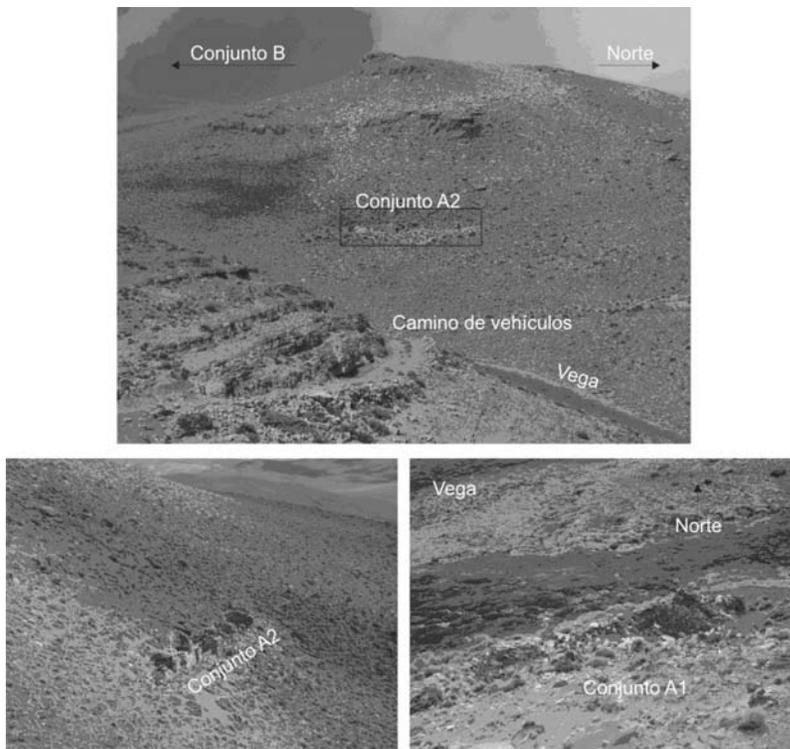


Figura 8. Disposición de conjunto de ruinas en relación con las vegas

los mojinetes sobre los que se apoyaba el techo. No se encontraron restos de éste ni material arqueológico en las superficies internas o externas. Sin embargo, la arquitectura nos recuerda a los patrones constructivos inkaicos: muros ortogonales dobles con relleno de piedras menores, vanos rectangulares a subtrapezoidales y dinteles monolíticos (Figura 9).

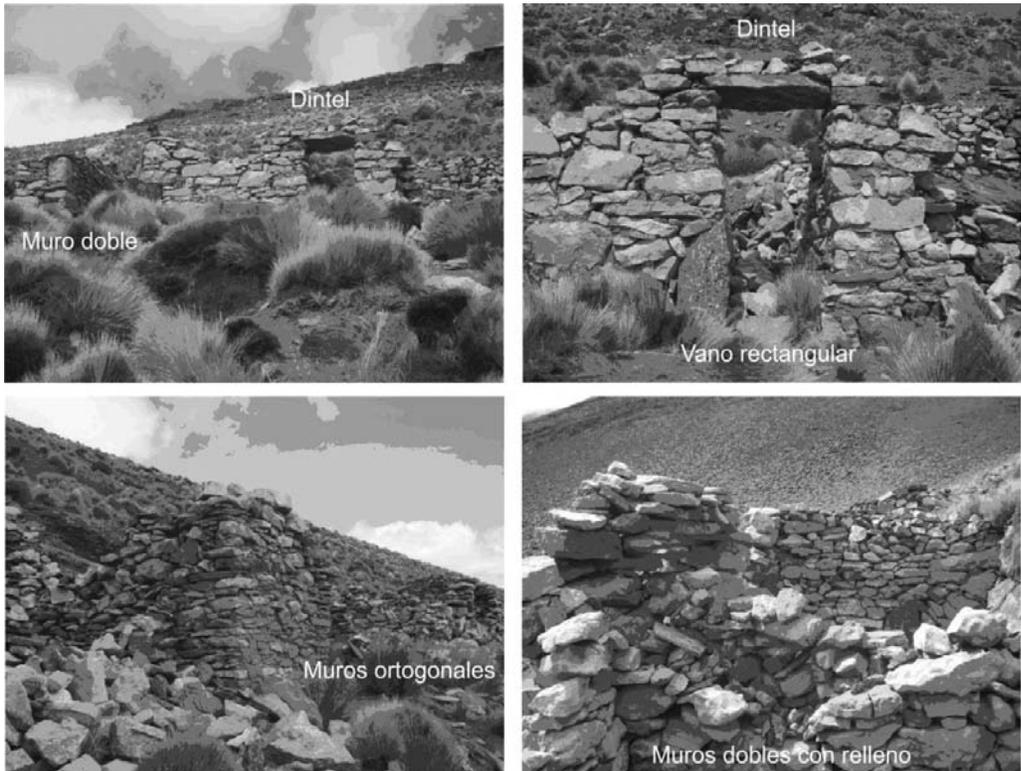


Figura 9. Detalles arquitectónicos del conjunto A2: lasjas apiladas en muros dobles con relleno de piedras pequeñas, ortogonales y vano rectangular con dintel in situ

Ambas estructuras presentan sus muros interiores y jambas correspondientes orientados hacia el norte, mientras que los lados menores presentan una orientación este-oeste. En la revisión bibliográfica encontramos una mención de la existencia de prácticas misionales en la mina de Acay por el padre Hernando de Torreblanca S. J., adonde se dirigía desde los Valles Calchaquíes periódicamente para atender su labor pastoral. Por la fecha que se indica, principios de 1657, es probable que investigaciones futuras sobre documentos históricos, además de excavaciones, amplíen aún más su antigüedad<sup>4</sup>.

## ANÁLISIS EN SIG

Empleamos como base cartográfica un modelo digital de elevación ASTER DEM en formato GeoTIFF, con coordenadas geográficas de latitud y longitud, en una grilla de 1 arco de segundo (aproximadamente 30 m), con referencia en el geoido WGS84/EGM96. Este *software* es de circulación gratuita aunque requiere suscripción, fue producido en la NASA y posee una precisión de 20 m a un porcentaje de confianza del 95% para datos verticales y de 30 m a un porcentaje de 95% de confianza para datos horizontales.

Con él se modelaron las vertientes (*watershed*), subcuencas (*sub-bassins*) y escollos (*ridges*) o dorsales (Figura 10) de las zonas a través de la herramienta AVSWAT-2000 (versión 1.0), extensión de ArcView. Se ubicaron los puntos obtenidos en el campo (mediante GPS) en el modelo resultante, y se obtuvieron dos tipos de distribuciones predominantes: las estructuras menores (apachetas y parapetos) se ubican sobre las márgenes elevadas de las quebradas fluviales, mientras que las estructuras mayores (rectángulos simples y compuestos) lo hacen sobre los fondos de las quebradas (Figura 10).

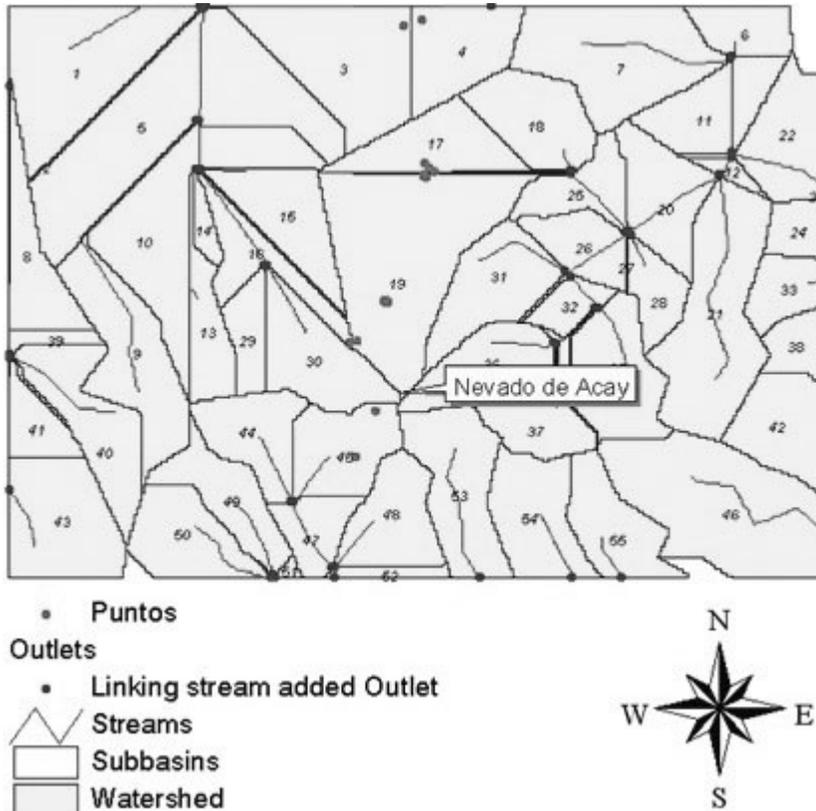


Figura 10. Modelado virtual de cuencas, subcuencas, vertientes y dorsales del área

Empleamos también la metodología propuesta por García Moreno (2010:232-233) para generar un modelo de insolación potencial que permitió calcular la cantidad de horas de sol recibida por cada uno de los emplazamientos durante los meses del año. Con el programa informático *Geosol* (versión 3) se calcularon las coordenadas de azimut y elevación solar para cada ubicación geográfica.

Se efectuó el cálculo de enero a diciembre sobre los días 19, 15, 16, 15, 15, 14, 19, 17, 16, 16, 15 y 14 (Pons 1996:90 en García Moreno 2010:232). Los valores obtenidos fueron volcados a través de la herramienta *Calculate Hillshade* de *Spatial Analyst* a un modelo de sombreado (Figura 11) que muestra que los emplazamientos reciben una media de 10 horas de sol en primavera, 11 horas en verano, 8,9 horas en otoño y 7,8 horas en invierno, cálculo que se desprende de los valores de Tabla 1.

Tabla 1. Base de datos con las variables independientes y dependientes

<b>Id</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Altitud</b>	<b>Área</b>	<b>Dis-tancia</b>	<b>Fisio-grafía</b>	<b>Visibili-dad</b>	<b>Insola-ción</b>	<b>Aspecto</b>	<b>Habita-ción</b>
Corral	Cuenca de desagüe	1	3.99	100	306	4	1	10,76	89,94	1
Parapeto 5	Cuenca de desagüe	4	4.03	2,7	36	4	1	10,76	-1,00	1
Parapeto 6	Faldas Bajas	4	4.12	6	825	4	1	9,45	49,78	1
Apacheta 1	Faldas Bajas	3	4.12	0,8	68	4	1	9,45	92,36	0
Parapeto 7	Faldas Bajas	4	4.13	2	276	4	1	9,45	13,98	1
Estructura 1	Faldas Bajas	4	4.14	3	258	4	1	9,45	28,12	1
Parapeto 5	Faldas Bajas	4	4.14	6	295	4	1	9,45	28,12	0
Parapeto 8	Faldas Bajas	4	4.15	2,1	165	4	1	9,45	92,75	0
Apacheta 2	Faldas Bajas	3	4.15	0,8	88	4	1	9,45	69,72	1
AcayE6	Laderas Altas	4	4.53	1,8	118	3	0	10,42	34,70	1
AcayE7	Laderas Altas	1	4.53	8,2	302	3	0	10,42	42,54	1
Hilera	Laderas Altas	4	4.53	42	36	4	1	10,42	34,70	1
AcayE5	Laderas Altas	1	4.54	14	274	3	2	10,42	329,9	1
AcayE2	Laderas Altas	1	4.54	30	300	3	2	10,42	42,54	1
AcayE8	Laderas Altas	1	4.55	0,9	272	4	2	10,42	34,70	1
Acay E1	Laderas Altas	1	4.56	3,7	413	4	3	10,42	34,70	1
Acay1A	Laderas Altas	2	4.78	72	282	3	3	10,42	350,2	1
Acay1B	Laderas Altas	2	4.81	62	385	2	3	10,42	356,3	1
Cumbre Navaja	Cumbres	2	5.65	5,9	1.05	5	3	7,60	270,7	1
Plataforma A	Cumbres	2	5.71	35	1.68	3	3	7,60	280,2	0
Plataforma B	Cumbres	2	5.71	26	1.68	3	3	7,60	280,2	0
Muro1	Cumbres	4	5.72	2,5	1.68	3	3	7,60	280,2	0
Muro2	Cumbres	4	5.72	2,4	1.68	3	3	7,60	280,2	0
Recinto Circular 1	Cumbres	5	5.73	11	1.70	3	3	7,60	280,2	1
Recinto Circular 2	Cumbres	5	5.74	6,0	1.70	3	3	7,60	280,2	1

Sobre los valores anuales se realizó una prueba de  $\chi^2$  que indica que la selección de las zonas estudiadas en cuanto a la insolación no es azarosa ( $\chi^2=100,886$ , significación asintótica de 0,000). Además, la variable se distribuye normalmente, según la prueba de Kolmogorov-Smirnov (2,404, significación asintótica de 0,000), por lo cual se la puede correlacionar con otras del mismo tipo a través de la prueba de Pearson (r).

Ya ha sido tratada en la literatura arqueológica la relación entre la orientación del terreno, las horas de irradiación solar y el asentamiento humano (García Moreno 2010). Sobre esta base, practicamos pruebas estadísticas, como el índice de correlación de Pearson (r), que establece la existencia de una correlación positiva entre la insolación y la altitud en la que se asienta la evidencia ( $r=0,325$ , correlación significativa con  $\sigma$  en dos colas = 0,000).

Por su parte, la prueba de  $\chi^2$  (con un significación asintótica de 0,000) establece la correspondencia entre el área que ocupa cada uno de los constituyentes del registro arqueológico y la insolación potencial. De la misma forma, la insolación se correlaciona con la fisiografía donde se asientan la evidencia y el tipo.

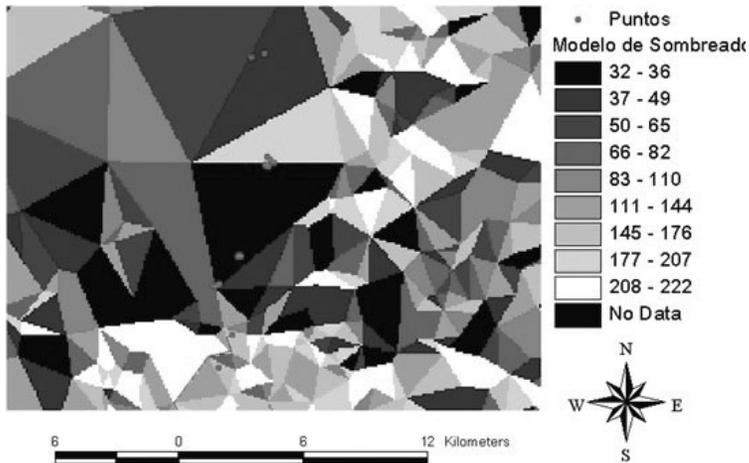


Figura 11. Modelo de sombreado para el día 16 de septiembre (ordinal 258), con 63,44° de altitud y 180° de azimut (12 del mediodía)

Las correlaciones indican que las estructuras de mayor tamaño, interpretadas como corrales y habitación, se asentaron en aquellos relieves deprimidos (vertientes, collados, etc.), que poseen las ventajas de presentar resistencia ante el viento y una cantidad mayor de horas de sol, por la orientación de sus pendientes hacia el norte, sur y este, de manera tal que le dan la espalda a los fríos vientos cordilleranos allí donde el relieve no ofrece protección (Figura 12); mientras que las estructuras menores, como refugios y apachetas, fueron ubicadas en lugares donde la cantidad de horas es menor en lugares donde la influencia del viento es mayor.

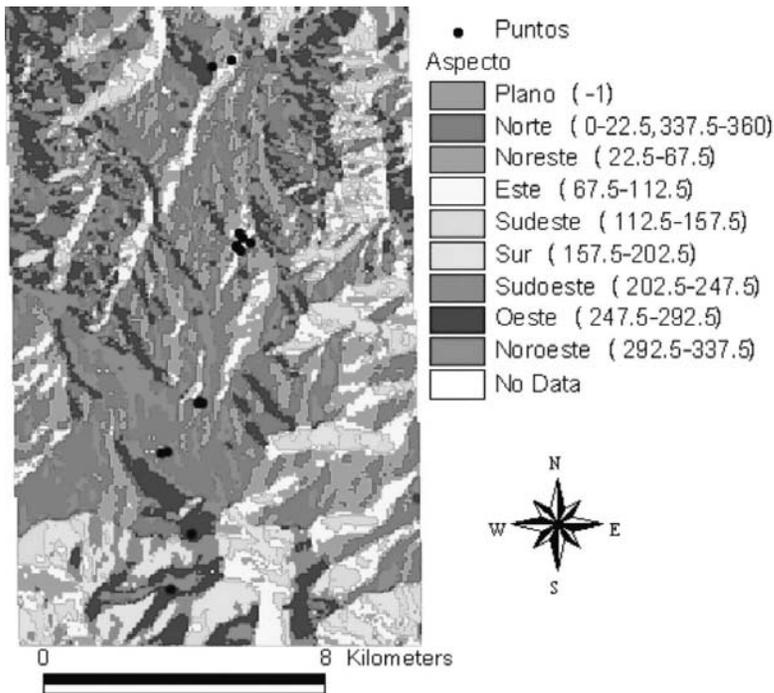


Figura 12. Modelo *raster* con la orientación de las pendientes

Los análisis de visibilidad, por otro lado, forman parte de una estrategia teórica de la arqueología del paisaje por la cual se privilegia el estudio de la forma en que el paisaje es percibido y aprehendido por los individuos o grupos sociales del pasado (Criado Boado 1999:39-40). Estos análisis se realizan de dos formas. Un análisis simple consiste en el trazado de una línea de color verde (en el caso del *software* elegido por nosotros) de visión entre dos puntos o entre un punto y su objetivo, donde se asigna la altura del observador y del objetivo. La presencia de accidentes geográficos o de vegetación puede interrumpir esa línea de visión, simbolizada por un tramo rojo dentro de la línea verde. Este análisis se conoce como intervisibilidad.

Un análisis más complejo multiplica esas líneas de visión en todas direcciones y señala las celdas del DEM que no interceptan la línea de visión, clasificándolas como visibles y asignándoles el valor 1. Lo contrario, las celdas que no se ven dentro de ese radio de visión, reciben el valor 0 (Wheatley y Gillings 2002:205). El resultado es un modelo *raster* en el que se indican las celdas del DEM que son visibles desde el punto de observación (García Moreno 2010:228) y una tabla donde figura el número de celdas que incluyen los grupos 0 y 1. La cuenca visual se define así como el conjunto de celdas objetivo que se pueden ver desde un punto (Connolly y Lake 2006:226) y su respectivo *raster*.

Se modelan tres tipos distintos de cuencas visuales. La *cuenca visual simple*, consistente en un mapa binario que marca las celdas visibles desde un punto. La *cuenca visual múltiple*, por otro lado, es la unión lógica entre dos o más mapas de cuencas visuales. También la *cuenca visual acumulada*, que es la suma algebraica de dos o más mapas binarios. La *cuenca visual total*, por su parte, es el cálculo de la cuenca desde cada celda y la suma de todas las cuencas. Por último, el *campo isovisto* es el resultado de la suma total de todas las celdas desde las cuales el punto es visto (Connolly y Lake 2006:227-288).

Nosotros empleamos la cuenca visual simple porque, sin ser nuestro objetivo exclusivo la percepción visual, aporta una noción general de la visibilidad entre espacios, es fácil de calcular y traduce sin complicaciones la percepción visual ajustada al campo (Figura 13). Tiene, además, un valor predictivo muy alto, al acotar la atención sobre determinados espacios, y contempla a su vez las capacidades y limitaciones visuales del observador<sup>5</sup>.

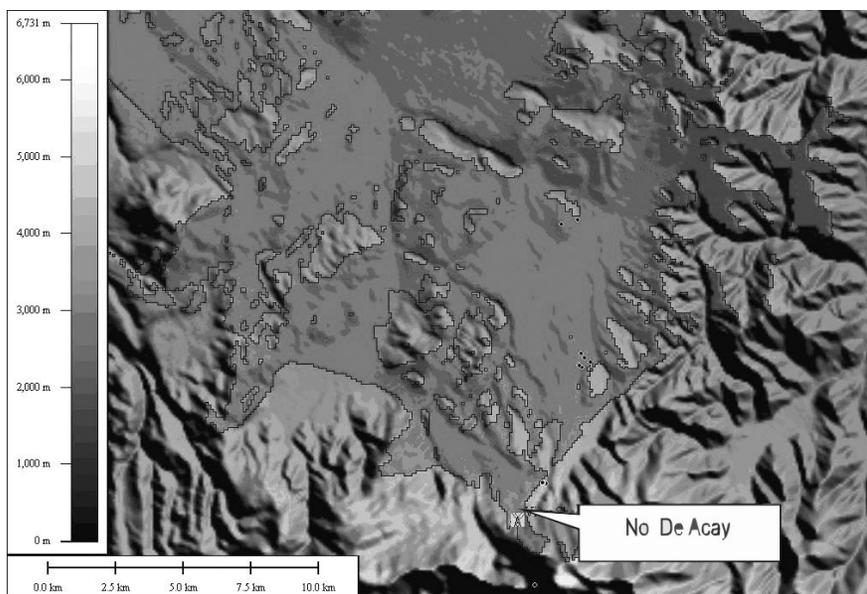


Figura 13. Modelo de ocultamiento topográfico y cuenca visual de la cima del Nevado de Acay. Radio de 15 km

Entre estas limitaciones se cuentan la variabilidad de la capacidad visual, que depende de las condiciones atmosféricas; la iluminación, la relación del objeto con su entorno, etcétera (García Moreno 2010:229).

La herramienta *Calculate Viewshed* de *ArcView* permitió comparar la capacidad de visualización desde figuras fisiográficas restringidas (en términos de visibilidad intersitio) y no restringidas. En la Tabla 2, se exponen la cantidad de celdas visibles y no visibles según localidad.

Tabla 2. Distribución de celdas visibles (1) y no visibles (0) de las zonas estudiadas

Localidad	Distribución de celdas visibles - cuencas visuales			Visibilidad
	0	1	Diferencia	
Acay cuenca desagüe	1433915	8021	1425894	1
Acay laderas bajas	1429390	12546	1416844	1
Acay laderas altas	1395537	46399	1349138	2
Acay laderas altas	1341877	100393	1241484	3
Acay cima	1294560	147376	1147184	3

Realizamos una prueba de  $\chi^2$  para saber si los valores de la distribución responden al azar. El resultado de la prueba, con 2 grados de libertad y con una significación asintótica de 0,000, muestra que la variable visibilidad (la ubicación de la evidencia arqueológica con una determinada visibilidad) no es producto del azar sino de una práctica intencional. Fue evidente, en cada uno de los ambientes prospectados, la relación entre el tipo de evidencia, la distancia, la fisiografía y la altitud con la visibilidad.

La cuenca visual y la intervisibilidad dependen, principalmente, del ocultamiento topográfico, es decir, de la posición del observador con respecto al relieve, que puede limitar o favorecer su alcance visual. Las Figuras 14 y 15 permiten apreciar en perspectiva los alcances y limitaciones del campo visual mediados por la fisiografía.

En los casos analizados, los únicos componentes del registro arqueológico que mantienen visibilidad entre sí son aquellos que se encuentran en las dorsales de cerros o en las márgenes elevadas de las quebradas, como los parapetos y las apachetas (Figura 16). Su disposición en estos lugares sirve de señal o complemento visual para marcar el acceso a fuentes de agua, estructuras de mayor porte (asociadas generalmente con puestos ganaderos), lugares de paso o circuitos de movilidad ritual.

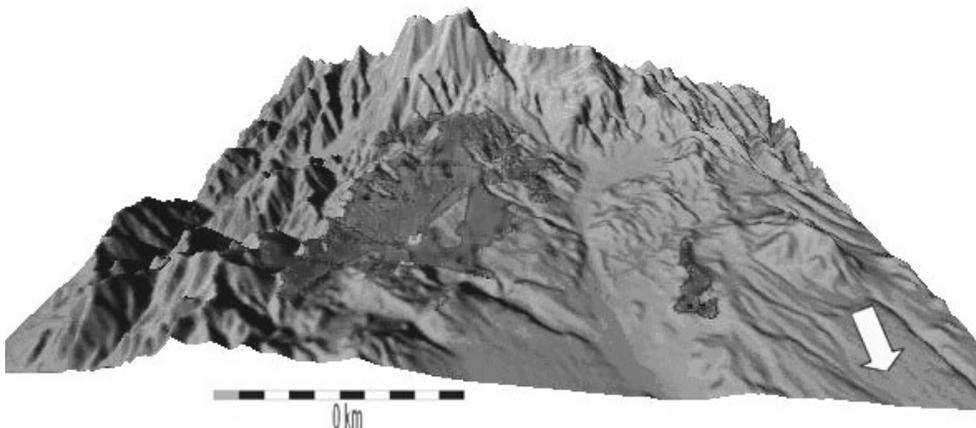


Figura 14. Simulación 3D, cuenca visual desde las faldas bajas del Acay

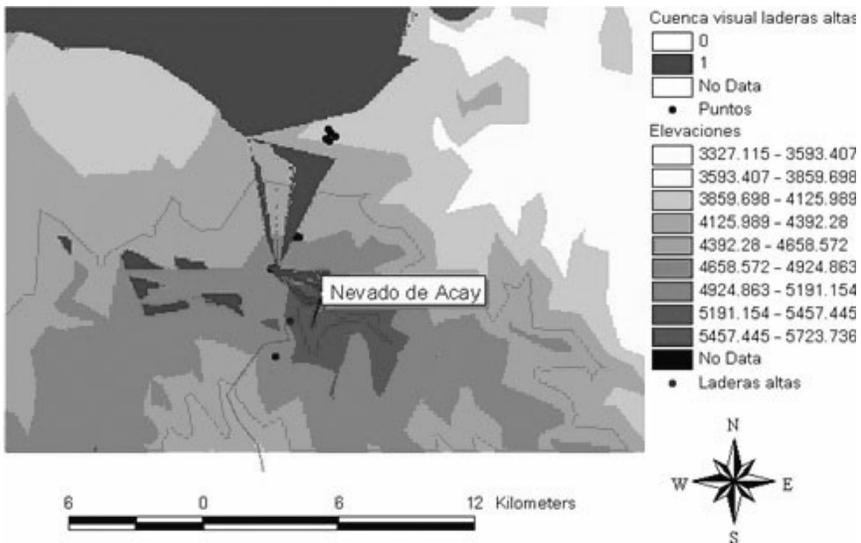


Figura 15. Raster GRID de cuenca visual en sombreado irregular

Con el empleo de dos extensiones distintas, *Network Analyst* y *PathMatrix*, buscamos identificar dos características del acceso a los santuarios de altura: los senderos más empinados y el camino óptimo, para determinar si las estructuras se ubican en las mejores vías de acceso o, por el contrario, en los caminos de mayor dificultad.

La extensión *PathMatrix* (versión 1.1) calcula las matrices de distancias geográficas basadas en el algoritmo “caminos de menor coste” (*least-cost path algorithm*); y, sobre una superficie de fricción (el DEM empleado para todas las aplicaciones), calcula la distancia entre puntos, para representar esquemáticamente y en tablas el costo del movimiento a lo largo del paisaje (Ray 2005:1, 2). La especificidad del análisis y su complejidad sobrepasan los objetivos y las limitaciones de este trabajo. Sin embargo, hacemos una introducción somera de su empleo y potencialidad en los estudios arqueológicos.

Las líneas que marcan la conectividad recíproca entre dos puntos pueden ser sinuosas o rectas. Las primeras son conocidas como “*knights move*”, el movimiento del caballo en un tablero de ajedrez, mientras que las segundas son consideradas las que mejor representan los caminos de menor coste.

En el caso estudiado, las estructuras registradas están dispuestas a lo largo de los caminos de menor coste. Estos a su vez se alinean con las subcuencas hidrográficas, debido a que en la mayoría de los casos el estudio es análogo a la delineación de cuencas hidrográficas. El algoritmo considera la superficie de coste como un modelo de elevación cuyo punto más bajo es el punto objetivo, al cual interpreta como punto de drenaje (Wheatley y Gillings 2004:142).

Empleamos también *Network Analyst* (analista de redes), para encontrar la mejor ruta de asenso a la cima de los santuarios de altura en *términos de economía de distancia*. Para ello trazamos rutas convergentes conectando las concentraciones de estructuras identificadas. La opción *solve* (resolver) elige la ruta más conveniente. Por el empleo de esta herramienta, se observa que en el Nevado de Acay las estructuras relevadas se ubican y se suceden en el camino óptimo hasta la cima (Figuras 17 y 18).

Por último, aunque no contamos con una muestra probabilística y no podemos por tanto realizar un mapa de probabilidades en SIG que represente la eficacia del modelo, sí estamos en condición de, por lo menos, tener un acercamiento al comportamiento de las variables entre sí con un cálculo de regresión logística binaria multivariante. Para el cálculo de regresión, se modificó

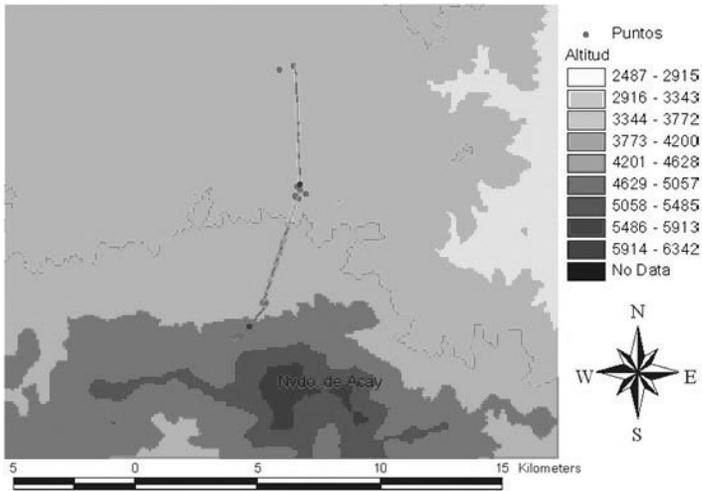


Figura 16. Raster GRID del Nevado de Acay en su ladera norte. Las líneas indican la intervisibilidad o su interrupción entre las estructuras

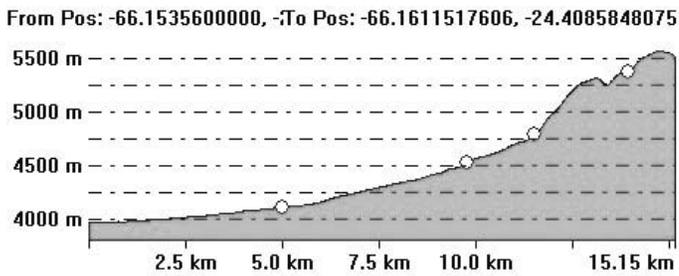


Figura 17. Disposición de hallazgos en perfil. De izquierda a derecha: cuenca de desagüe, faldas bajas, laderas altas y cima

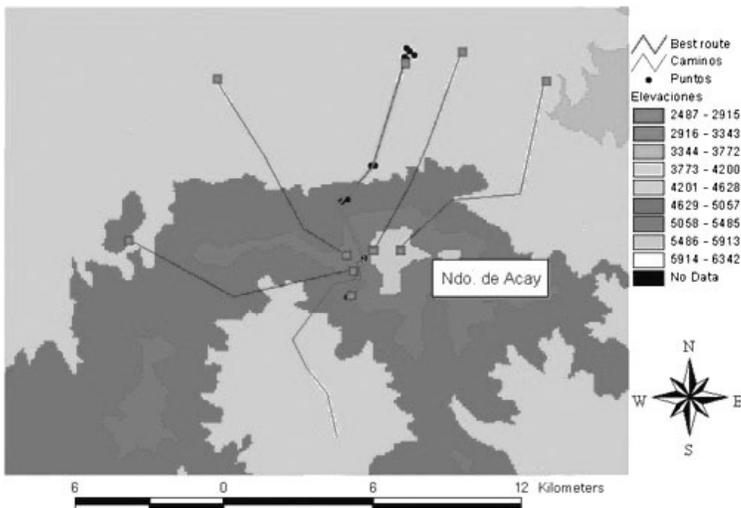


Figura 18. Caminos de ascenso al Acay. Trazo grueso: camino óptimo

la variable tipo en dos valores dicotómicos 0 (no habitación) y 1 (habitación) según la capacidad de cada unidad arquitectónica de ofrecer resguardo a una o más personas.

La tabla de clasificación (Tabla 3) nos muestra, con un 83,3% de precisión y en un 76% de los casos, que la variable insolación predice por sí sola la ocurrencia de estructuras de habitación en el Acay, tanto en su cima como en sus laderas, su base y sectores aledaños; mientras que el resto de las variables predictoras (altitud, distancia, fisiografía y aspecto) han sido eliminadas del modelo.

Tabla 3. Tabla de clasificación del cálculo de regresión logística

Tabla de clasificación					
Observado			Casos pronosticados		
			Habitación		Porcentaje correcto
			0	1	
Paso 1	Habitación	0	4	3	57,1
		1	3	15	83,3
	Porcentaje total				

En la Tabla 4 se observa, por último, el coeficiente Exp (B), que permite inferir que por cada unidad de la variable insolación (hora de sol) recibida por un espacio en particular, aumenta en un 2,791 la probabilidad de encontrar una estructura de habitación. Esto significa que, de todas las variables ambientales consideradas, la que más incide en los componentes culturales estudiados es la cantidad de horas de sol.

Tabla 4. Resultado de la ecuación de regresión logística con los estimadores del modelo

Variables en la ecuación							
		B	S.E.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Paso 1 <sup>a</sup>	Insolación	1,026	,437	5,508	1	,019	2,791
	Constante	-8,406	3,921	4,596	1	,032	,000

a. Variable(s) ingresadas en el paso 1: Insolación.

## CONCLUSIÓN

Nuestra investigación en el Nevado de Acay forma parte de un esfuerzo mayor de tesis doctoral por ponderar los aspectos humanos, o mundanos, más básicos de la experiencia religiosa andina con respecto a la montaña. En lo teórico, se busca indagar la más rudimentaria definición del origen del sentimiento religioso: el sentido de indigencia, o *indiget* en su acepción latina. Ese sentimiento de vulnerabilidad, la limitación humana ante los elementos naturales, antes que remarcar la experiencia de dominación política o religiosa sobre una comunidad local, el efecto escenográfico sobre la psiquis del celebrante, o la opresión de la conciencia por el despliegue parafernático estatal (temas ya ampliamente tratados en la literatura respectiva y sobre los cuales no podemos aportar mucho más).

Nuestra visión se aleja de una teoría sociológica del hecho religioso (la religión como función social aglutinante o bien como legitimadora de un orden social dado), predominante en la arqueología de alta montaña, para adentrarnos en una definición vivencial, en la que entran en juego las sensaciones, las percepciones, los estados anímicos y la influencia de los factores naturales.

Somos conscientes, sin embargo, de las limitaciones que tiene todo intento de “entrar en la mente” de los seres humanos del pasado. Es por ello que estudiamos el medio geográfico donde se enmarcan las montañas en términos de recursos hídricos (fundamentales en sectores áridos como la puna), de espacios de resguardo ante los fuertes y fríos vientos, la incidencia solar en dichos espacios, la percepción visual potencial de cada lugar, la transitabilidad desde y hacia los santuarios de altura.

En fin, en lo teórico, nuestro trabajo es un intento por poner en clave humana un fenómeno cultural que se ha vinculado desde temprano y alternativamente con el mundo de los dioses, o con el mundo de los estados expansivos. Pero también es poner de relieve que la arqueología de alta montaña posee como desafíos inmediatos la cuestión cronológica y la asignación cultural de la evidencia.

Relacionar *a priori* las cimas de las montañas y el ritual incaico, por un lado, y descartar todo estudio sobre los espacios inferiores donde se desarrollaron, al parecer, actividades de índole económica, por otro, es un sesgo en la posibilidad de conocer la presencia humana de los macizos andinos.

Como primer paso hacia la solución de ello, hemos propuesto como metodología experimental el empleo de Sistemas de Información Geográfica, ampliando la mirada hacia espacios no considerados plenamente con anterioridad. Buscamos aportar por ese medio, indicando también la noción de un *vocabulario espacial puneño* al cual las montañas responden.

La primera característica de este vocabulario es que la evidencia arqueológica no se distribuye por el paisaje puneño al azar, sino que lo hace en relación con las fuentes de recursos hídricos, el resguardo fisiográfico del viento, la insolación y la concomitante orientación de las pendientes.

Lo anterior traduce, además de lo geográfico y ambiental, una complementariedad entre tipos de evidencia arqueológica, porque las estructuras más pequeñas se ubican en espacios abiertos, de mayor visibilidad pero menor resguardo (siempre con su apertura opuesta a la dirección del viento), mientras que las estructuras más grandes se encuentran en lugares de mayor resguardo pero menor visibilidad. Las primeras se ubican en los márgenes de quebradas fluviales, marcando la presencia de éstas, y sus vías de acceso. Las estructuras de mayor tamaño, que poseen funciones de vivienda y corral, no cuentan con lugares de gran visibilidad pero forman parte de un sistema de complementariedad en el cual las apachetas y parapetos, ubicados en las márgenes de las quebradas, indican a su vez la presencia de estos puestos de pernocte, aprovisionamiento y resguardo.

En cuanto a la irradiación solar, las correlaciones indican que las estructuras de mayor tamaño, interpretadas como corrales y habitación, se asentaron en aquellos espacios que presentan una cantidad también mayor de horas de irradiación solar, mientras que las estructuras menores, como refugios y apachetas, fueron ubicadas en lugares donde la cantidad de horas es menor. Debemos añadir también la preferencia por pendientes orientadas hacia el norte, sur y este, dándole la espalda a los fríos vientos cordilleranos allí donde el relieve no ofrece protección.

El estudio de vías de tránsito nos indica, además, que de diversas rutas alternativas de ascenso hacia las cimas, la evidencia arqueológica se encuentra en el camino óptimo, es decir, el que presenta menor accidente y superficie de fricción para el desplazamiento, además de los factores antes mencionados.

En conclusión, el carácter histórico y contemporáneo de la evidencia arqueológica nos inhibe de clasificar el Nevado de Acay como un exclusivo santuario incaico. Aunque debemos recordar que se carece de excavaciones más reveladoras que las realizadas hasta el momento, y de fechados radiocarbónicos. Una vez que se cuente con ambos, se podrá determinar si el particular ordenamiento espacial de la arquitectura revelado a través de la metodología que hemos aplicado es una herencia de la ocupación incaica (o anterior) o es el resultado de 500 años de explotación metalífera de la puna de Salta.

Fecha de recepción: 10/12/2010

Fecha de aceptación: 27/06/2011

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por el financiamiento del doctorado al cual estas investigaciones corresponden; a los evaluadores del escrito por sus valiosas sugerencias; también al Dr. J. Roberto Bárcena por aceptar ser el director del Doctorado y por su apoyo constante y generoso para su avance; a la Lic. Eleonora Mulvany, quien dirige actualmente mis tareas como becario; al equipo de investigación de la Unidad de Antropología del INCIHUSA, del Centro Científico y Tecnológico de Mendoza y a su personal administrativo, y a la directora del Museo de Antropología de Salta, Lic. Mirta Santoni, por otorgarme los permisos de investigación.

Esta investigación formó parte del proyecto PIP 112-200801-02957 "Investigaciones arqueológicas y etnohistóricas en el Centro oeste argentino", dirigido por el Dr. J. Roberto Bárcena.

## NOTAS

- <sup>1</sup> Los tipos aislados son: estructura rectangular simple (n= 5, 20%), estructura rectangular compuesta (n= 5, 20%), apacheta (n= 2, 8%), parapeto (n= 10, 40%), estructura semicircular simple (n= 2, 8%) y material lítico (n= 1, 4%).
- <sup>2</sup> La moda se sitúa en el rango 3901-4250 msnm (n= 9).
- <sup>3</sup> En collados (n= 1, 4%), llanos (n= 11, 44%), laderas (n= 12, 48%) y rellanos (n= 1, 4%).
- <sup>4</sup> "En el inter que las cartas llegaron, y la operación que hicieron, es bien presuponer que, cuando Don Pedro de Bohorques entró al Valle, el P. Pedro Patricio había salido á hacer misión á la ciudad de Salta, y yo también llamado en la extrema necesidad en que se hallaba el Ingenio de S. Bernardo de Acay sin sacerdote, y ser cerca de la semana santa, llamado é instado del Capitan Don Joseph Pase, enviado del Señor del Ingenio, Gonzalo Ledano, que aquellos pobres Indios, y los demás que allí residían, no tenían con quien confesarse, ni de Salta esperaban este socorro: antes, un sacerdote que les asistía, los había dejado, y se había ido..." (Torreblanca [1696] 2007: 27-28).
- <sup>5</sup> Los parámetros del cálculo de las cuencas visuales fueron los siguientes:
  - altura de emisor y receptor: 2 m
  - promedio de porcentaje visible: 17,2%
  - radio de alcance máximo: 15 km
  - radio de alcance mínimo: 5 km
  - profundidad de bit: 24
  - ancho y alto de píxel: 0,0008333 grado de arco.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abal, C.  
2001. Descripción y estudio del material textil. En J. Schobinger (comp.), *El santuario incaico del cerro Aconcagua*: 191-244. Mendoza, Editorial de la Universidad de Cuyo.
- Albeck, M. E.  
2000. La puna Argentina en los Períodos Medio y Tardío. En E. Berberían y A. Nielsen (dirs.), *Historia argentina prehistórica*, Tomo 1: 347-388. Córdoba, Brujas.
- Alonso, R.  
2008. *La puna argentina. Ensayos geológicos, históricos y geográficos de una región singular*. Salta, Crisol.
- Araneda, E.  
2002. Uso de Sistemas de Información Geográficos y análisis espacial en arqueología: Proyecciones y limitaciones. En *Estudios Atacameños* 22: 59-75.

Barceló, J. A.

2008. *Computational intelligence in archaeology*. Nueva York, Information Science Reference.

Beorchia Nigris, A.

1984. El enigma de los santuarios indígenas de alta montaña. *Revista del Centro de Investigaciones Arqueológicas de Alta Montaña (CIADAM)* 5.

Cabrera, A.

1957. *La vegetación de la Puna Argentina*. En *Revista de Investigaciones Agrícolas*. XI (4).

1994. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Fascículo 1. Regiones fitogeográficas argentinas, Tomo II. Buenos Aires, ACME.

Ceruti, M. C.

1999. *Cumbres sagradas del noroeste argentino*. Buenos Aires, EUDEBA.

2003. *Llullaillaco. Sacrificio y ofrendas en un santuario inca de alta montaña*. Salta, EUCASA.

2007. Excavaciones arqueológicas de alta montaña en el Nevado de Chañi (5.896 m.) y el Nevado de Acay (5.716 m.). Provincia de Salta. *Arqueología argentina en los inicios de un nuevo siglo. Publicación del XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina* I: 53-69.

Ceruti, M. C. y C. Vitry

2000. El Santuario de Altura del Nevado de Acay (5.716 m.s.n.m.; Dpto. Los Andes; Pcia. de Salta, Argentina). <http://www.montero.org.mx/anterior/andes.htm> (13 de julio de 2010).

Connolly, J. y M. Lake

2006. *Geographical information systems in archaeology*. Manuals in Archaeology. Cambridge, Cambridge University Press.

Criado Boado, F.

1999. Del terreno al espacio: planteamientos y perspectivas para la arqueología del paisaje. *CAPA 6. Criterios y convenciones en Arqueología del Paisaje*: 1-58.

De Feo, M. E. y D. Gobbo

2005. Diseño de un modelo predictivo para la localización de tramos de vialidad incaica mediante la utilización de SIG. En *1er Congreso Argentino de Arqueometría*: 421-428. Rosario.

Ebert, J.

2005. The State of the Art in "Inductive" Predictive Modelling: Seven Big Mistakes (and Lots of Smaller Ones). En K. Wescott y R. J. Brandon (eds.), *Practical applications of GIS for archaeologists. A predictive modelling kit*, 137-143. Londres, Taylor & Francis.

Ebert, D. y M. Singer

2004. GIS, predictive modelling, erosion, site monitoring. En *Assemblage. The Sheffield Graduate Journal of archaeology* 8.

<http://www.assemblage.group.shef.ac.uk/issue8/ebertandsinger.html>. (20 de junio de 2010).

Fadel, J.

1977. *Mi amiga la montaña. Las famosas andanzas de un andinista salteño*. Salta, Fundación Michel Torino.

Fernández Cacho, S.

2010. Bases conceptuales y metodológicas de los modelos predictivos en Arqueología. En *E-PH Cuadernos* XXVII.

[http://www.juntadeandalucia.es/cultura/iaph/html/portal/com/bin/portal/Contenidos/Cuadernos/eph\\_Cuaderno1/1254997904589\\_mapa\\_silvia.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/cultura/iaph/html/portal/com/bin/portal/Contenidos/Cuadernos/eph_Cuaderno1/1254997904589_mapa_silvia.pdf). (20 de junio de 2011).

- García Moreno, A.  
2010. *Patrones de asentamiento y ocupación del territorio en el Cantábrico Oriental al final del Pleistoceno. Una aproximación mediante SIG*. Tesis Doctoral inédita, Facultad de Filosofía y Letras, Departamento de Ciencias Históricas, Universidad de Cantabria.
- Gentile L. M.  
1999. *Huacca Muchay. Religión indígena*. Buenos Aires, Instituto Nacional Superior del Profesorado de Folklore.
- Kohler, T. A. y S. C. Parker  
1986. Predictive models for archaeological resource location. En M. Schiffer (ed.), *Advances in Archaeological Method and Theory*: 397-452. Nueva York.
- Krapovickas, P.  
[1958-59] 2004. Arqueología de la Puna Argentina. En M. E. Albeck y M. Ruiz, *Pedro Krapovickas. Una Antología. Tomo I: La Arqueología de la puna argentina*: 63-107. San Salvador de Jujuy, Universidad Nacional de Jujuy.
- Kvamme, K.  
1988. Using existing archaeological survey data for model building. En W. J. Judge y L. Sebastian (ed.), *Quantifying the present and predicting the past: theory, method, and application of archaeological predictive modelling*: 301-324. Denver, US Department of the Interior.  
1990. One-Sample Tests in Regional Analysis: New Possibilities through Computer Technology. *American Antiquity* 55 (2): 367-381, abril.
- Leusen, P. M. van, J. Deeben, D. Hallewas, P. Zoetbrood, H. Kamermans y P. Verhagen  
2005. A Baseline for Predictive Modelling in the Netherlands. En M. van Leusen and H. Kamermans (eds.), *Predictive Modelling for Archaeological Heritage Management: a research agenda*. Nederlandse Archeologische Rapporten 29: 25-92. Amersfoort, Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek.
- López Romero, E.  
2006. Modelos predictivos para el estudio del neolítico: aplicación del análisis de regresión simple y análisis discriminante al megalitismo de la cuenca del Sever (España-Portugal). M. Severo Hernández Pérez, J. A. Soler Díaz, J. A. López Padilla (coords.), *IV Congreso del Neolítico Peninsular*: 27-30 de noviembre de 2006, 1: 275-280. Alicante.
- Ottonello, M y P. Krapovickas  
[1973] 2004. Ecología y arqueología de cuencas en el sector oriental de la Puna, República Argentina. En M. E. Albeck y M. Ruiz. *Pedro Krapovickas, Una Antología. Tomo I: La Arqueología de la puna argentina*, 11-37. San Salvador de Jujuy, Universidad Nacional de Jujuy.
- Raffino, R.  
2007. *Poblaciones indígenas en Argentina. Urbanismo y proceso social precolombino*. Buenos Aires, Emecé.
- Ray, N.  
2005. PATHMATRIX: a geographical information system tool to compute effective distances among samples. *Molecular Ecology Notes* 5: 177-180.
- Ree, J.  
2010. A probability model for Prehistoric Archaeology sites in the Chattahoochee-Oconee National Forests.  
<http://www.gsc.edu/schools/stem/iesa/events/Pages/Gallery.aspx>. Gainesville State College. (20 de junio de 2011).

Rose, M. y J. Altschul

1988. An overview of statistical method and theory for quantitative model building. En W. J. Judge y L. Sebastian (eds.), *Quantifying the present and predicting the past: theory, method, and application of archaeological predictive modelling*: 173-256. Denver, U. S. Department of the Interior.

Seibel, S.

2006. Archaeology Predictive Modelling. Using GIS to predict location of archaeological sites that impact a transportation improvement program. Government engineering, septiembre octubre. En: <http://www.govengr.com>. (20 de junio de 2011).

Schobinger, J.

2001. Los santuarios de altura y el Aconcagua: aspectos generales e interpretativos. En J. Schobinger (comp.), *El santuario incaico del cerro Aconcagua*. Mendoza, EDIUNC.

2004. Resultados de la investigación sobre la momia del Nevado de Chuscha y su contexto cultural. En J. Schobinger (comp.), *El santuario incaico del nevado de Chuscha (zona límite Salta-Catamarca)*: 291-303. Buenos Aires, Fundación CEPPA.

Schobinger, J. y C. Ceruti

2000. Arqueología de alta montaña en los Andes argentinos. En E. Berberían y A. Nielsen. *Historia Argentina Prehispánica. Tomo II*: 523-559. Córdoba, Brujas.

Torreblanca, H. de

[1696] 2007. *Relación histórica de Calchaquí. Escrita por el misionero jesuita P. Hernando de Torreblanca y remitida al Padre Rector Lauro Núñez en 1696*. Salta, Crivelli.

Vásquez, J. A.

[1966] 2008. Observaciones para la interpretación de la momia del Cerro El Toro desde el punto de vista de la filosofía e historia comparadas de las religiones. En Schobinger, J. (ed.), *La Momia del Cerro El Toro*: 227-234. 2da. edición. Mendoza, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo.

Verhagen, P.

2007. *Case studies in archaeological predictive modelling*. Holanda, Leiden University Press.

Warren, R. y D. Asch

2005. A Predictive Model Of Archaeological Site Location in the Eastern Prairie Peninsula. En K. Wescott y R. J. Brandon (eds.), *Practical applications of GIS for archaeologists. A predictive modelling kit*: 5-31. Londres, Taylor & Francis.

Wescott, K. y J. Kuiper

2005. Using a GIS to Model Prehistoric Site Distributions in the Upper Chesapeake Bay. En K. Wescott y R. J. Brandon (eds.), *Practical applications of GIS for archaeologists. A predictive modelling kit*, 137-143. Londres, Taylor & Francis.

Wheatley, D.

2003. Making space for an archaeology of space. En *Internet Archaeology 15*. [http://intarch.ac.uk/journal/issue15/wheatley\\_index.html](http://intarch.ac.uk/journal/issue15/wheatley_index.html) (20 de junio de 2011).

Wheatley, D. y M. Gillings

2002. *Spatial Technology and Archaeology. The archaeological applications of GIS*. Nueva York, Taylor & Francis.