Páginas 0-00
Chungara Revista de Antropología Chilena

# MAPEO DIGITAL DE UN PAISAJE AGRÍCOLA DEL PERIODO TARDÍO (1000-600 AP) (ANTOFAGASTA DE LA SIERRA, CATAMARCA, ARGENTINA)

## *DIGITAL MAPPING OF AN AGRICULTURAL LANDSCAPE FROM THE LATE PERIOD (1000-600 BP) (ANTOFAGASTA DE LA SIERRA, CATAMARCA, ARGENTINA)*

*María Cecilia Gentile*[1,2,3], *Pablo Tchilinguirian*[1,4] *y Daniel Olivera*[1,2,3]

Alrededor de ca. 1000 años AP las poblaciones que habitaban en Antofagasta de la Sierra (Puna Sur, Catamarca, Argentina) tuvieron que enfrentar la creciente aridización del ambiente junto con un incremento demográfico. En simultáneo con estas condiciones más hostiles, se observa una intensificación de la producción agrícola. Uno de los sitios que aparecen como resultado de este proceso es Bajo del Coypar I, el cual está conformado por más de 240 ha de parcelas de cultivo arqueológicas.
Con el objetivo de realizar un análisis del sitio, elaboramos un estudio de su estructura a partir del trabajo con imágenes satelitales de alta resolución espacial en un Sistema de Información Geográfica. Se obtuvieron datos de las características del sitio e información respecto de los elementos que lo conforman. Los datos obtenidos aportan nuevos datos vinculados a las discusiones respecto de la organización sociopolítica de la región para el periodo Tardío (1000-600 AP).
**Palabras claves:** Sistema de Información Geográfica, arqueología digital, sociedades agropastoriles, agricultura.

*Around 1000 BP, the populations that lived in Antofagasta de la Sierra (South Puna, Catamarca, Argentina) had to face rising environmental aridity together with a demographic increase. As a response to hostile weather conditions, an intensification of agricultural activities began to take place. One of the sites that was built as a result of this process was Bajo del Coypar I, which comprises over 240 ha of archaeological cultivation plots.*
*Studying this site in the field would have resulted in particularly high expenses and complexity. This is the reason why we chose to analyze its structure using high resolution images through the use of a Geographical Information System. Such a methodology allowed us to gather data on the site's structure while generating new information on its compositional elements. This information relates to current debates on the area's socio-political organization during the Late Period (1000-600 BP).*
***Key words**: Geographical Information System, digital archaeology, agropastoral societies, agriculture.*

Antofagasta de la Sierra es una localidad del Noroeste argentino ubicada en la Puna de la Provincia de Catamarca, cuyo interés arqueológico abarca más de cuarenta años de investigaciones (Aschero et al. 1991; Olivera 1992; Olivera y Vigliani 2000-2002). Sin embargo, el análisis de la conformación de los espacios agrícolas resulta más reciente y gran parte de este se da en estrecha relación con el uso de tecnologías de teledetección y sensores remotos, en particular aquellos que superan la resolución espacial de 1 m (Casanova Menéndez et al. 2017; Grana, Quesada y Gasparotti 2019; Quesada 2006; Salminci 2011). Son estas nuevas tecnologías las que nos han permitido un mejor acercamiento a la estructura de dichos espacios, en especial a aquellos cuyas características o dimensiones dificultan su análisis en el terreno.

Este es el caso del Bajo del Coypar I (en adelante, BC I), el cual presenta más de 240 ha de parcelas de cultivo arqueológicas, cuya visibilidad en campo es de baja a nula. Esta situación, que dificulta un mapeo a partir de métodos como la estación total, contrasta con la alta visibilidad del sitio en las imágenes satelitales.

Es por ello que el presente artículo se centra en una descripción pormenorizada de este espacio productivo

1 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.
2 Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. ceciliagentile.90@gmail.com
3 Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Buenos Aires, Argentina.
4 Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Recibido: agosto 2020. Aceptado: diciembre 2021.

http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562022005001401. Publicado en línea: 12-julio-2022.

a partir de la interpretación de imágenes satelitales de alta resolución, la digitalización y el análisis espacial de los diferentes elementos que lo componen, mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Ello permitió determinar con alto grado de detalle la composición del sitio, tarea que no habría podido ser llevada a cabo sin el uso de estas herramientas. Entendemos que la comprensión de la estructura y el proceso de construcción de los espacios productivos son pasos necesarios para conocer la organización de las sociedades que los utilizaron. Por ello, la identificación de nuevas estructuras, la corrección de modelos de riego previos y la caracterización en detalle del espacio agrícola aportan información necesaria para comprender la organización, el manejo de recursos y el uso del paisaje durante el periodo Tardío (ca. 1000-1480 AD) (Olivera y Vigliani 2000-2002; Salminci 2011).

La información respecto de la estructura del área productiva, los espacios habitacionales y el manejo del riego se vinculan con discusiones previas sobre los modelos sociopolíticos basados en los cuales se interpretan sitios como BC I, que se ha asociado a un proceso de burocratización y jerarquización crecientes. Nuevas lecturas respecto de los paisajes agrarios (Franco Salvi y Molar 2018; Pey 2020; Quesada 2006; Salminci 2011) han permitido matizar estas ideas y enfatizar en la historia de formación de esos espacios productivos.

## Área de Estudio

El área de estudio se localiza en la región más meridional del altiplano andino, conocida como Puna Salada, cuyas características de aridez son las mayores dentro del sector argentino de la Puna de Atacama (Figura 1). Se eleva por encima de los 3200 msm y presenta, como adelantáramos, características generales de alta aridez, gran amplitud térmica diurna/nocturna, distribución irregular de recursos y concentración de nutrientes en aquellos puntos del paisaje que cuentan con aportes hídricos estables, los cuales conforman los

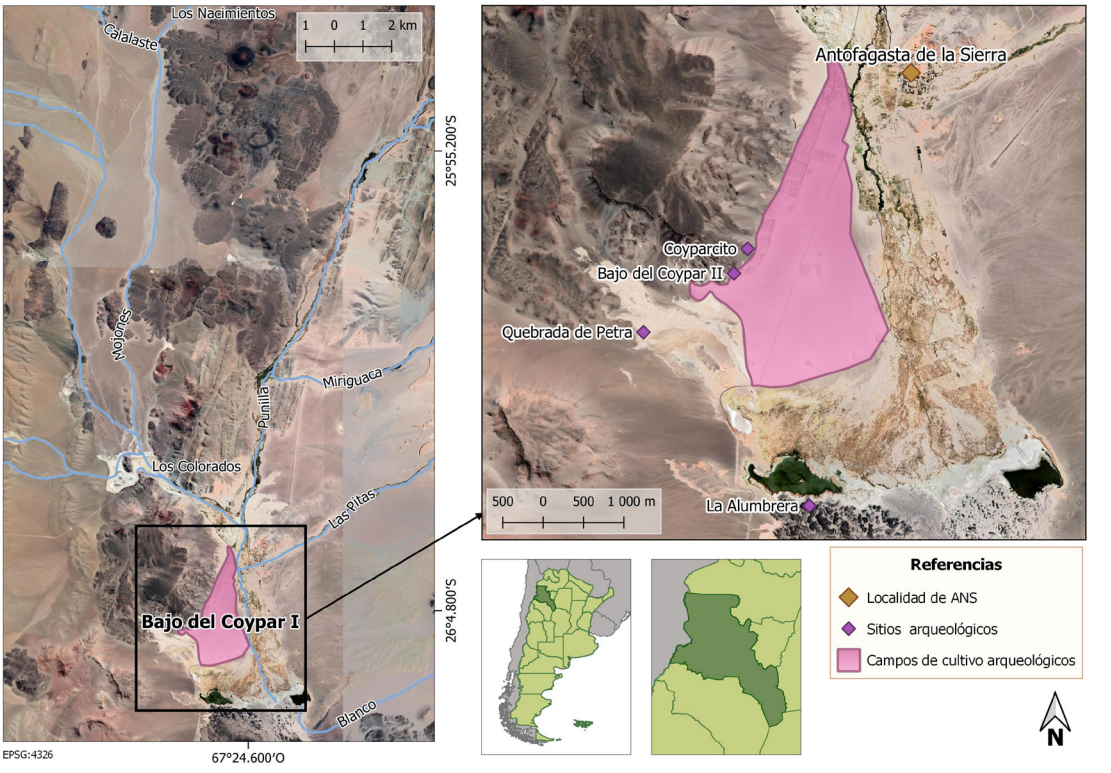


Figura 1. Localización del área de estudio. Imagen satelital Google TM, año 2016.

*Location of the study area. Satellite image from Google TM, 2016.*

humedales conocidos como "vegas". Estos humedales naturales se han visto ampliados a lo largo del tiempo a partir de la acción humana de crianza de vega. Antofagasta de la Sierra se posiciona dentro de este paisaje como el oasis de mayor envergadura de la Puna Sur, debido a la estabilidad de los recursos y la extensa superficie de vega (1.200 ha). La misma es resultado de la presencia de un aporte hídrico permanente, el cual proviene del Río Punilla y sus afluentes: el arroyo Los Colorados y los ríos Las Pitas y Miriguaca. Estos cursos de agua están alimentados principalmente por manantiales, lo cual genera una estabilidad de su caudal que no depende de las lluvias estacionales (con precipitaciones medias anuales de 130 mm/año) (Tchilinguirian 2008).

Olivera (1992) ha caracterizado tres sectores ecológicos dentro de Antofagasta: el Fondo de Cuenca (3.400-3.550 msm), los Sectores Intermedios (3.550-3.800 msm) y las Quebradas de Altura (3.800-4.600 msm). Cada uno de ellos presenta recursos particulares, que han sido aprovechados por las poblaciones del pasado. El sitio BC I se localiza en el Fondo de Cuenca, sector que presenta el mayor potencial para la agricultura.

En los alrededores de los campos de cultivo se ubican diferentes sitios habitacionales adscriptos a distintas temporalidades (Figura 1). La Alumbrera es un sitio aglomerado y de grandes dimensiones, rodeado por un muro perimetral (Salminci 2011). La complejidad constructiva que lo caracteriza ha llevado a proponer la existencia de una sociedad jerárquica asociada a la cultura Belén. Su construcción se inició durante el periodo Tardío y presenta una etapa posterior con un fuerte componente Inka (Elías 2017; Vigliani 2005). Los sitios Bajo del Coypar II (BC II) (de temporalidad Tardío/Inka) y Coyparcito (construido durante la incorporación al Tawatinsuyu) completan el paisaje residencial que rodea los campos de cultivo (Olivera y Vigliani 2000/2002). El sitio BC II fue caracterizado como sitio habitacional durante los primeros momentos del Tardío, para luego pasar a cumplir funciones agrícolas, mientras que la población se habría relocalizado en La Alumbrera (Olivera y Vigliani 2000-2002).

## Los Campos de Cultivo de Bajo del Coypar I

La construcción de los campos de cultivo de BC I se inició en concordancia con una época de aridización ambiental que ocurrió en el área a partir de ca. 1000 años AP (Olivera et al. 2017; Tchilinguirian y Olivera 2010). La adscripción temporal de BC I se relaciona con fechados en sitios de ocupación aledaños y la presencia en superficie de cerámica asociada de manera casi absoluta a los periodos Tardío (ca. 1000-1480 AD) e Inka (ca. 1480-1536 AD) (Gentile 2017; Olivera y Vigliani 2000-2002; Pérez 2013). Las parcelas arqueológicas que aún resultan visibles ocupan más de 230 ha, dentro de un espacio agrícola de ca. 400 ha, y han sido subdivididas en dos sectores dependientes del riego artificial (Sectores I y II), los cuales presentan diferencias tanto en sus técnicas constructivas como en su ubicación espacial (Salminci 2011) (Figura 2).

Respecto de la estructura de BC I, el Sector I cuenta con más de 230 ha que se expanden en la terraza fluvial del Río Punilla. Contiene dos tipos de parcelas de diferentes dimensiones, las cuales fueron irrigadas por agua proveniente del Punilla (Figura 2). Este sector presenta una tecnología constructiva particular: las parcelas están delimitadas por acumulaciones de tierra denominadas *bordos* (Figura 3). Además de delimitar los campos y permitir el riego por inundación de parcelas, los bordos cumplen tres funciones claves para enfrentar las limitaciones que las características ambientales imponen a los cultivos. Por una parte, generan un microclima al interior de la parcela a través de la disminución del viento y de la retención de humedad y calor[1]; por otra, fraccionan el área irrigada y, por último, permiten disminuir el proceso de salinización de la tierra dado que, una vez regadas, las sales disueltas en agua "suben" por capilaridad a los bordos y dejan la tierra al interior de la parcela libre de sales. Además, permiten optimizar la tarea de riego mediante el ahorro de agua y fuerza de trabajo. Se considera que el Sector I corresponde a las etapas más tempranas de construcción del sitio (Tchilinguirian y Olivera 2010).

Por otro lado, el Sector II se asocia a la incorporación del área al Imperio inka. Esto se relaciona con la presencia de cerámica y arquitectura con rasgos inkaicos en los sitios cercanos y en los sectores asociados a los campos y a un canal de riego, ubicado en la ladera de los cerros del Coypar (Olivera y Vigliani 2000-2002). Está conformado por un agregado de aproximadamente 10 ha de parcelas, construidas a partir de tecnología de piedra (Figura 3). Se localiza sobre la ladera y el piedemonte de los cerros del Coypar y cuenta con parcelas en forma de cuadros y terrazas. Este sector habría sido irrigado a partir del mencionado canal, situado a mayor cota y proveniente del Río Los Colorados.

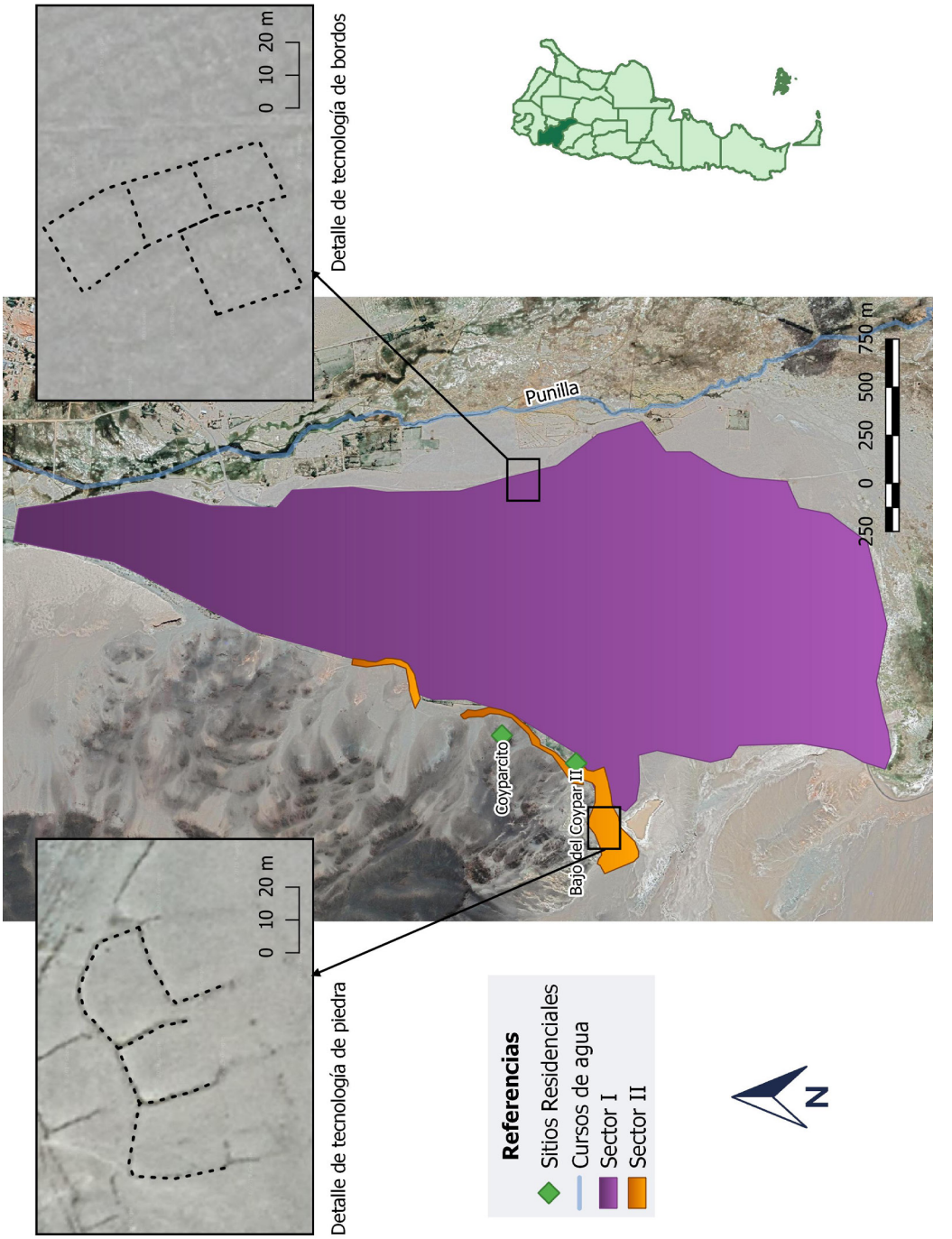


Figura 2. Sectores I y II de BC I y visualización de los mismos en imagen satelital.
*Satellite image showing Sectors I and II from BC I.*

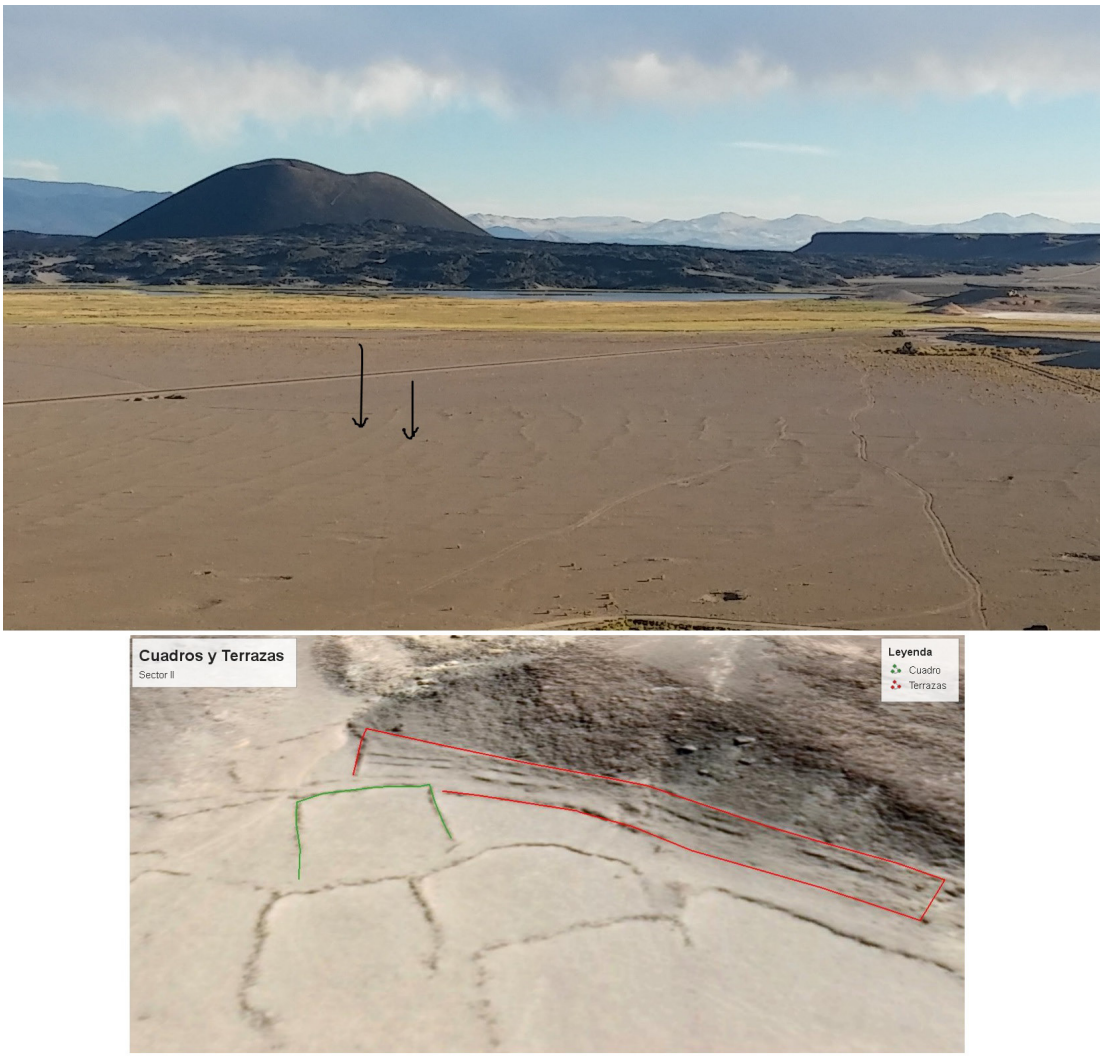


Figura 3. Diferentes tecnologías de construcción utilizadas en BC I. Arriba, las flechas negras señalan las líneas de bordos. Abajo, las líneas verdes señalan los cuadros pircados; las rojas, las terrazas.

*Construction technologies present in BC I. Above, black arrows point to the embankment lines. Below, green lines show the dry stone-wall plots, and the red ones, the stone terraces.*

Salminci (2011:Tabla 7.1) ha identificado cuatro tipos de parcelas dentro de BC I (Tabla 1). Las diferencias están dadas por su morfología, ubicación en el paisaje, técnicas constructivas y cronología. Mientras que las parcelas de Tipo I y II pertenecen al Sector I, las de Tipo III y IV se encuentran en el Sector II.

Hasta el presente, se ha caracterizado al sitio BC I como un área utilizada de forma exclusiva para la producción agrícola, construida y cultivada durante los periodos Tardío (ca. 1000-1480 AD) e Inka (ca. 1480-1536 AD) para el aprovisionamiento de alimentos de los sitios residenciales cercanos (Olivera y Vigliani 2000-2002; Tchilinguirian y Olivera 2010). Asimismo, se ha sugerido que parte del área productiva podría haber estado destinada a la extensión de forraje para el ganado. Sin embargo, trabajos posteriores han permitido observar la presencia

Tabla 1. Cálculos de elementos que conforman BC I. Modificado de Salminci (2011:Tabla 7.1). Los cálculos de superficie total y cantidad de unidades corresponden a todas las melgas visualizadas. Para el promedio de las parcelas y su desvío estándar solo se tuvieron en cuenta las unidades que no presentan modificaciones por construcciones posteriores.

*Measurements of the elements comprising BC I. Modified from Salminci (2011:Table 7.1). Surface calculation and total units corresponding to the total number of observed archaeological plots. Average surface and standard deviation were calculated only on those plots that have not been modified by modern constructions.*

| Tipo de Parcela | Descripción y Morfología | Periodo | Sector | Cantidad de Unidades | Superficie (ha) | Promedio de área de Parcela Individual ($m^2$) | Desvío Standard ($m^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | Parcelas rectangulares de entre 30-50 m de lado, rodeadas por bordos. | Tardío/Inka | I - Terraza fluvial del Río Punilla | 2.593 | 163,57 | 635,5 | 227,96 |
| II | Parcelas rectangulares alargadas de entre 20-30 m x 90-110 m de lado, rodeadas por bordos finos. | Tardío/Inka | I - Terraza fluvial del Río Punilla | 216 | 68,96 | 3.544,92 | 1.360,29 |
| III | Parcelas rectangulares de entre 20-40 m x 40-50 m de lado, rodeadas por muros de pirca. | Inka | II -Pedemonte y abanicos aluviales | 95 | 7,10 | 746,9 | 410,45 |
| IV | Parcelas elongadas de entre 2-4 m x 30-40 m de lado, construidas en terrazas de pirca. | Inka | II -Pedemonte y laderas inferiores de los Cerros del Coypar | 3 | 0,3 | 5.423 | 5.284,9 |
| Total Parcelas | | | | **2.832** | **236,36** | - | - |
| Campos Actuales | | Moderno | | - | 83,13 | - | - |
| Trazado Ruta | | Moderno | | - | 11,04 | - | - |
| Área sin parcelas | | | | - | 79,5 | - | - |
| Total Espacio Productivo | | | | - | **410,03** | - | - |

Los números en negrita corresponden a los totales (Total de parcelas y total de espacio productivo).

de estructuras no agrícolas en el Sector I (Gentile 2017). Se realizaron prospecciones y recolecciones superficiales en dichas estructuras, las cuales presentan una gran concentración de material arqueológico cerámico y lítico. Fueron clasificadas en seis tipos sobre la base de sus características constructivas y morfología (Casanova et al. 2017). Asimismo, un estudio de la cerámica obtenida de las recolecciones de superficie indica una alta concentración de restos arqueológicos en las mismas y la realización de múltiples actividades, tales como almacenamiento, procesamiento y cocción (Gentile 2017). Aún se desconoce la funcionalidad de estas estructuras, que podría relacionarse con un uso habitacional o de

almacenaje. Se requiere una profundización en las investigaciones, que permita un conocimiento más acabado de sus posibles roles en el pasado.

## Lineamientos Teórico-Metodológicos

El uso de SIG para el estudio de espacios productivos ha sido incorporado a la disciplina arqueológica en diversas escalas. Dentro de su aplicación al estudio de los paisajes agrícolas, ha permitido realizar modelos de potencial productivo (Parcero-Oubiña et al. 2016; Wills y Dorshow 2012), de capacidad y de riego (Lanzelotti y Lamamí 2010), de estructuración y uso del espacio (Coll 2013; De Feo 2010; Guagliardo 2011), de movilidad y relación intersitio (Pey 2017) y de reconstrucción del sistema y requerimientos de riego (Salminci 2011), por citar algunos ejemplos. Asimismo, en los últimos años ha aumentado considerablemente la investigación respecto de los espacios agrícolas en la Puna y de la ingeniería hidráulica para riego y uso de vegas (Barnard y Dooley 2017; Díaz 2009; Grana et al. 2019; Lema 2006; Olivera y Tchilinguirian 2001; Pey 2020; Quesada 2006; Salminci et al. 2014; Santoro et al. 1998; Tchilinguirian y Olivera 2000, 2010).

Los SIG presentan cinco tareas básicas: obtención de datos, gestión de datos espaciales, gestión de base de datos, visualización y análisis espacial (Connolly y Lake 2009). Estas características del programa nos permiten una rápida visualización espacial de los datos, así como el reconocimiento de patrones no observables en el terreno (Kvamme 1999).

Entendemos el paisaje en múltiples dimensiones. Por un lado, tomamos en consideración sus características físicas (geológicas, ambientales, geográficas, etc.); por el otro, lo comprendemos como un espacio político y estratégico. Esto último implica que no es un espacio neutral, sino que ha sido construido, ocupado y utilizado como parte de un proceso político (Lefebvre 1991). Asimismo, cuenta con diferentes elementos que lo configuran. Estos se presentan de manera conjunta y es su totalidad la que da lugar al paisaje agrario. Sin embargo, es necesario estudiar estos elementos de forma independiente para luego interrelacionarlos en escalas mayores. Los SIG son la herramienta ideal para este tipo de trabajos, ya que permiten evaluar aspectos puntuales del territorio y luego correlacionar los mismos de diversas maneras. Los elementos del *paisaje agrario* son, siguiendo a Fernández Freire (2007): el *espacio explotado*, el *espacio no cultivado*, el *hábitat* (espacio de habitación o asentamiento) y las *relaciones entre elementos* (caminos, redes viarias, etc.).

Además, enmarcamos este trabajo dentro de la propuesta deconstructiva de Criado-Boado (1999), la cual formula la interpretación de todo paisaje a partir de la extracción de los niveles que lo componen. Es decir, se propone una *deconstrucción* del mismo, con el objetivo de conocer los elementos y las relaciones formales que lo conforman. Tomamos como punto de partida una síntesis descriptiva del espacio, la cual se inicia en estos aspectos formales para luego construir explicaciones que den cuenta de otras dimensiones de las sociedades que lo habitaron.

El presente trabajo se basa en investigaciones previas realizadas sobre el sitio BC I (Salminci 2011; Salminci et al. 2014; Tchilinguirian y Olivera 2010) y las retoma con nueva información espacial para generar la base de datos utilizada en este análisis. La digitalización del área fue realizada con un SIG (*QuantumGIS* 2.16). A partir del uso de imágenes satelitales de alta definición, visualizamos e identificamos los diferentes elementos que componen el paisaje agrícola: parcelas, terrazas, canales de riego, bocatomas y otras estructuras de función desconocida hasta el momento. Se utilizaron imágenes satelitales obtenidas de Google Earth y Bing, correspondientes a fechas desde 2012 hasta 2020. Dado que estas imágenes presentan un leve corrimiento entre sí, seleccionamos las de Google Earth como base para las digitalizaciones, teniendo en cuenta las imágenes Bing para contrastar lo observado, particularmente en aquellos rasgos cuya definición resultó más dificultosa. Asimismo, la utilización de imágenes correspondientes a diferentes fechas permitió mayor precisión dado que la visibilidad se ve afectada por el clima, estación y hora del día en que fueron tomadas.

La posibilidad de unir y comparar diferentes dimensiones del paisaje en un mismo mapa a través de la manipulación de capas es una herramienta clave, dado que la superposición de las mismas da lugar a nuevos niveles de información. Una vez seleccionado el set de imágenes a analizar, creamos una cobertura temática distintiva para cada conjunto de datos (en formato *shapefile*). Las diferentes coberturas se basaron en el modelo de parcelas planteado por Salminci (2011), que distingue cuatro tipos de melgas (I, II, III y IV) de acuerdo con sus características constructivas, temporalidad y localización.

Como base para las digitalizaciones utilizamos una imagen satelital del *Google Earth*TM 2017 de 0,5 m

de resolución, en formato *.XML, ingresada como capa ráster. La misma fue reproyectada a coordenadas planas en un sistema POSGAR 2007/Argentina 3 (EPSG: 5345). Se procedió a digitalizar cada elemento a partir del dibujo de polígonos (para las parcelas) o líneas (para los canales) sobre la imagen, alternando entre escalas pequeñas, de 1:25000, que permitían apreciar la totalidad del paisaje, y escalas mayores, de 1:500, que habilitaban la observación del detalle de las estructuras agrícolas. Las parcelas de cultivo fueron digitalizadas de manera individual, a partir del trazado de un polígono sobre cada una de ellas, y clasificadas por tipo. Asimismo, se digitalizó un área de los campos que no presenta reticulado parcelario.

Los canales visibles fueron digitalizados en capas de líneas, tomando como base el modelo de riego propuesto por Salminci (2011). Para ello, se utilizaron los canales visualizados e inferidos por Salminci (2011). Solo se digitalizaron aquellos canales que resultaron visibles y se agregaron los que no habían sido detectados con anterioridad, posiblemente a causa de que las imágenes actuales cuentan con una mayor resolución.

Las diferentes capas temáticas fueron analizadas con base en parámetros morfométricos: realizamos cálculos de perímetro, superficie, distancia a los canales, densidad de parcelas y ubicación dentro del área agrícola. El objetivo fue detectar patrones de continuidad y/o ruptura en los modelos constructivos[2] de las parcelas. Una vez obtenidos dichos parámetros, organizamos la información en histogramas. Para la realización de los gráficos, se excluyeron aquellas parcelas cuya superficie original se encuentra actualmente distorsionada por el trazado de la ruta o los campos modernos, así como las terrazas, que solo cuentan con tres unidades.

Asimismo, realizamos un análisis de la dispersión de tamaños de las parcelas de Tipo I respecto de su ubicación en la terraza fluvial. Para ello, generamos una capa con los centroides de las parcelas, sobre la cual se calculó la matriz de distancia a los límites sur y norte de la dispersión de melgas de Tipo I. Sobre estos datos se realizó un *test* de Wilcoxon Mann Whitney (WMW) (dado que se trata de distribuciones no normales, sobre la base de los resultados del *test* de Shapiro Wilk) para saber si había diferencias significativas entre los promedios de tamaños de las parcelas localizadas al sur y al norte de la terraza. Se espera que los tamaños disminuyan hacia el sur, en relación con un alejamiento de la bocatoma principal (900 metros al norte de los campos), lo cual implica una menor disponibilidad de agua a causa de infiltración y evaporación.

Realizamos cuatro calicatas para obtener muestras de los suelos de las parcelas (dos en melgas de Tipo I, una en Tipo II y una sobre un bordo). Además, las mismas nos permitieron observar la estratigrafía de las parcelas arqueológicas.

Por último, durante el año 2011 se elaboró un mapa altimétrico de la totalidad de la terraza con un m de equidistancia, utilizando un GPS geodésico con error de 0,5 m en altura (Salminci 2011). De acuerdo a las medidas de dicho mapa, se realizó una interpolación mediante Redes Irregulares de Triángulos (TIN, acorde a sus iniciales en inglés) con el objetivo de conocer la inclinación del terreno y la dirección del riego. El resultado se utilizó como base para el uso del complemento *Profile Tool*, el cual elabora un perfil de elevación para líneas dibujadas o seleccionadas en las capas, lo que permitió precisar la orientación de cada uno de los canales de riego. Este dato es de vital importancia a partir del concepto de *línea de rigidez* propuesto por Barceló (1996). Dado que el riego se produce por gravedad, esta línea señala el límite físico del crecimiento de una red de riego, ya que el agua requiere pendientes negativas para circular. De esta manera, la circulación del recurso debe haber seguido las direcciones del terreno. Con dicho concepto en mente, se vinculó cada parcela a los canales que podrían haberla regado.

## Análisis de Resultados

### El área de parcelas

Para el análisis del área de parcelas nos basamos en la división originalmente propuesta por Salminci (2011), donde distingue cuatro tipos de estructuras de cultivo o "melgas" con características particulares (Tabla 1). A partir de la cartografía realizada calculamos la superficie ocupada por los diferentes elementos que constituyen el sitio BC I, desde los arqueológicos hasta los modernos (Tabla 1) (Figura 4). Los valores obtenidos permiten ajustar aquellos que habían sido calculados originalmente para el área agrícola (Salminci 2011; Tchilinguirian y Olivera 2010). La totalidad de las parcelas arqueológicas, el *espacio explotado* (Fernández Freire 2007), que aún podemos observar en la actualidad ocupa una extensión de poco más de 240 ha. Asimismo, al comparar las imágenes más recientes con las más antiguas pudimos observar que algunos espacios que hoy en

día se encuentran ocupados por campos de cultivo modernos, presentaban hace diez años el trazado de parcelas arqueológicas, las cuales fueron efectivamente obliteradas por las construcciones actuales. Ello nos permite afirmar con mayor seguridad la posibilidad de que existieran campos arqueológicos que han sido cubiertos por parcelas modernas e incorporar este número al cálculo del espacio productivo. A este respecto, las 236,36 ha calculadas para el área de cultivo arqueológica representan un mínimo del espacio disponible en el pasado, el cual podría haber alcanzado casi 350 ha si tenemos en cuenta el área ocupada por los campos actuales y por el trazado de la ruta 43 (Tabla 1).

Por otro lado, existen 79,5 ha situadas en medio de los campos de cultivo que no presentan reticulado parcelario. Al interior de esta área se han identificado, a través de teledetección, 33 estructuras de menor tamaño (Figura 4), 14 de las cuales fueron visitadas y registradas en terreno. Se realizaron croquis, registros fotográficos y una recolección superficial de materiales arqueológicos, analizados en publicaciones previas (Casanova et al. 2017; Gentile 2017). Además, el trabajo de campo permitió identificar otras seis estructuras

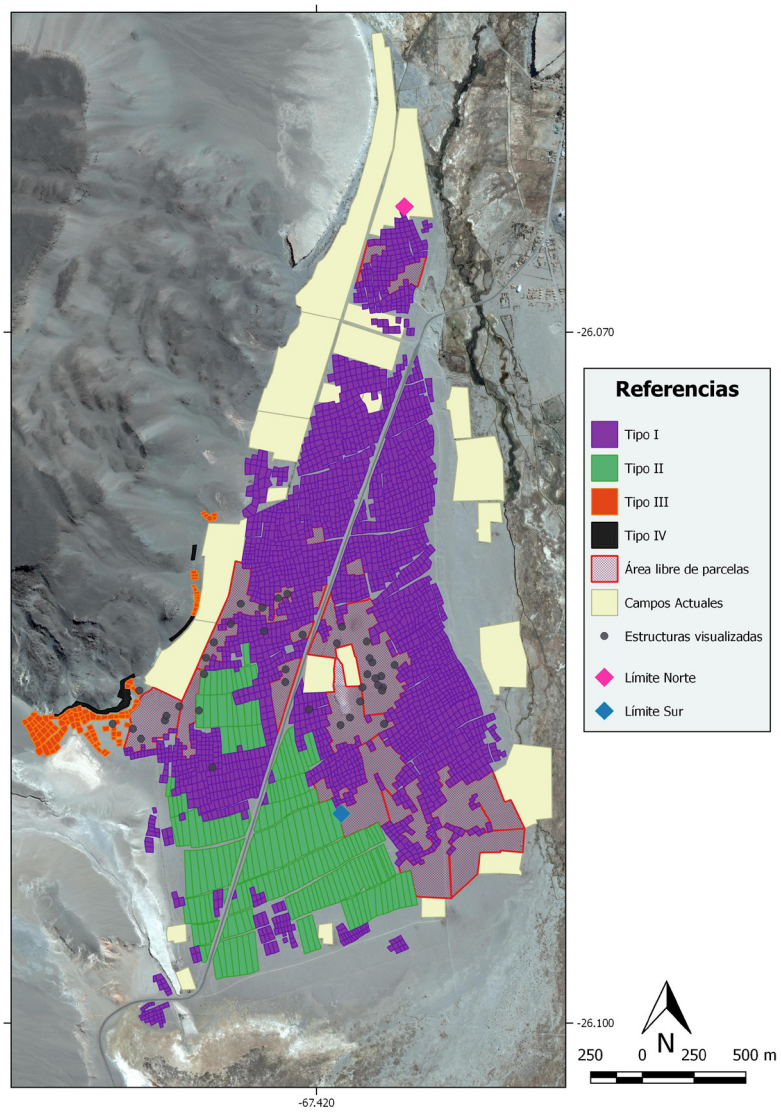


Figura 4. Mapeo digital del paisaje agrícola de BC I.

*Digital mapping of BC I's agricultural landscape.*

(tres acumulaciones de ignimbrita, dos montículos y una estructura subcircular delimitada por bordos), las cuales no habían sido visualizadas a partir de imágenes satelitales a causa de sus dimensiones (Casanova et. al. 2017). Las 20 estructuras relevadas en campo presentaron gran variedad y cantidad de evidencia cerámica, además de restos líticos. El análisis de la cerámica parece sugerir que parte de dichas estructuras podría haber funcionado como almacenes, mientras otras corresponder a unidades domésticas (Casanova et al. 2017; Gentile 2017). De todas maneras, es necesario un estudio más pormenorizado de las mismas antes de poder asignarles una funcionalidad.

Volviendo a la definición previa de *paisaje agrario* y los elementos que lo componen, en términos de Fernández Freire (2007), consideramos que las 79,5 ha en las que se localizan las mencionadas estructuras forman parte del paisaje agrícola de BC I.

De esta manera, al sumar todos los elementos mencionados podemos plantear que el total del espacio productivo de BC I tiene un mínimo de 410 ha, de las cuales solo 236 ha presentan parcelas arqueológicas actualmente visibles (Tabla 1).

Respecto del tamaño de las parcelas, este mantiene cierta regularidad al interior de cada uno de los tipos identificados (Figura 5). Ello implica un relativo nivel de estandarización para su construcción y similares requerimientos de agua de riego para cada melga. Asimismo, la estructura de los campos permite fraccionar el volumen de riego y así minimizar el desperdicio de agua, dado que las parcelas de tipo I presentan un tamaño óptimo para evitar la pérdida máxima de agua por evaporación e infiltración[3]. En este sentido, el fraccionamiento permite asegurar el riego en cada melga con el caudal transportado por los canales.

Con el objetivo de conocer la existencia de posibles patrones constructivos (en términos de tamaño) en las parcelas de BC I, realizamos los histogramas detallados en la metodología. Esto nos permitió

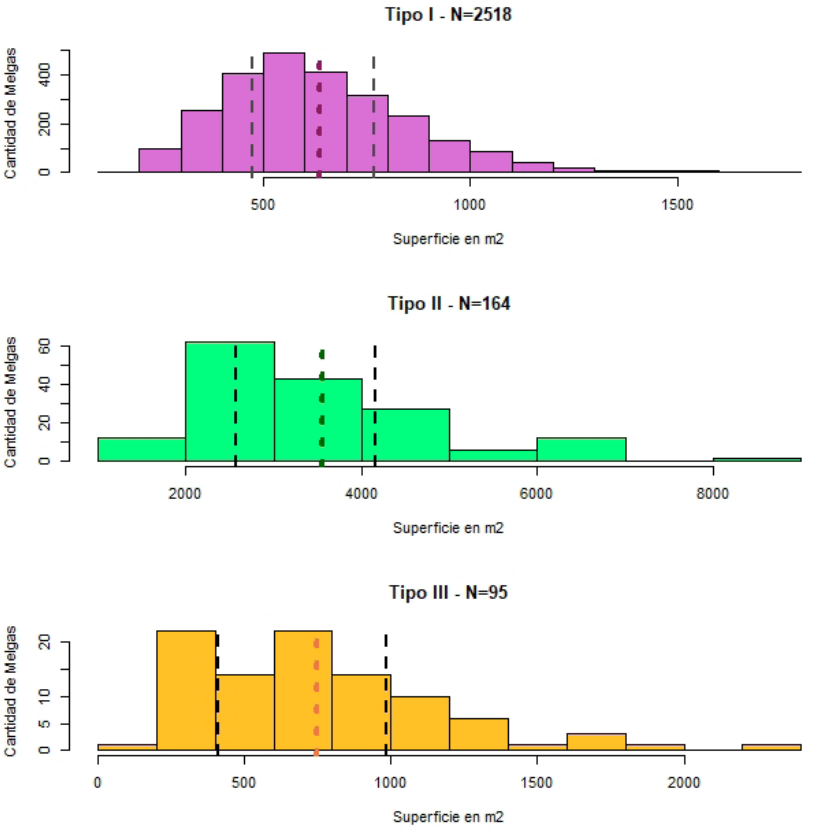


Figura 5. Histogramas de tamaños de parcelas.

*Plot-size histograms.*

observar el comportamiento de la distribución de los diferentes tamaños (Figura 5). En primer lugar, pudimos observar que el único tipo de parcela con una distribución normal de tamaños es el de Tipo I. La moda ronda los 550 $m^2$, tamaño muy cercano al promedio calculado para este tipo de estructura. En segundo lugar, se observa que los Tipos II y III presentan más variabilidad de tamaños, con la presencia de una gran cantidad de *outliers* dentro del Tipo II. Si bien esto podría relacionarse con una ausencia de estandarización dentro de la construcción de parcelas, un examen más detallado de las imágenes satelitales muestra que los "tamaños pequeños" están generados por la superposición entre los diferentes tipos: a las parcelas de Tipo II se superponen varias parcelas pequeñas de Tipo I.

En interpretaciones anteriores (Gentile 2017) nos basamos en un principio estratigráfico, o de superposición de estructuras, para proponer cuatro etapas constructivas, las cuales implicarían que las parcelas de Tipo II habrían sido anteriores a las de Tipo I. Esta superposición puede observarse en imágenes satelitales de manera similar a como se observa la presencia de estructuras agrícolas modernas sobre las parcelas arqueológicas: el reticulado estructurado se ve "cortado" por melgas de diferente construcción, pertenecientes a otro modelo de parcelamiento (Figura 6).

La realización de calicatas en ambos tipos de parcela, sin embargo, demostró la ausencia de un horizonte de laboreo en las melgas de Tipo II, así como un sustrato duro y compacto sin presencia de raíces. Estos rasgos contrastan con lo observado en las parcelas de Tipo I, que presentan un claro horizonte de laboreo, de estructura más suelta y con presencia de raíces. Salminci (2011) propuso que ambos tipos de parcelas habrían sido utilizados en simultáneo: mientras que las de Tipo I serían de uso intensivo, las de Tipo II se habrían cultivado solo en años de lluvia abundante, durante los cuales el sistema agrícola habría presentado mayor disponibilidad de agua. Sin embargo, la ausencia de horizonte de laboreo observada en las melgas de Tipo II implica que nunca fueron cultivadas, mientras que la superposición de

Figura 6. Superposición de melgas de Tipo I sobre melgas de Tipo II.
*Type I cultivation plots overlapping Type II plots.*

las melgas de Tipo I por sobre ellas podría indicar que las parcelas de Tipo II representan una estructuración previa de los campos de cultivo, y que luego serían transformadas para su cultivo en melgas de Tipo I. Es decir, la elaboración de las melgas de la terraza implicó un primer preparcelamiento (melgas largas o de Tipo II) que luego sería dividido en unidades menores (melgas cortas o de Tipo I). También puede observarse en imágenes satelitales la presencia de canales para el riego de este sector, orientados de este a oeste, los cuales llevarían agua hacia las parcelas desde un canal principal que corría en dirección norte-sur -el Canal B-, con punto de toma en el Río Punilla.

El reticulado de parcelas de Tipo I ocupó la mayor parte de la terraza fluvial del Río Punilla y está irrigado tanto por canales que corren de este a oeste como otros de oeste a este y de norte a sur. La elaboración de este reticulado estaría representando un primer momento constructivo, asociado a una temporalidad Tardía.

Al considerar las parcelas de Tipo I, Salminci (2011) definió la existencia de megaparcelas, es decir, agregados de melgas rodeados por canalizaciones para riego. Calculamos que cada megaparcela está conformada por un aproximado de entre 120 y 200 parcelas de Tipo I y cubre entre 9 y 18 ha. Sus características habilitan el riego a partir de diferentes canales en relación con la disponibilidad de agua y las necesidades de los cultivos. La forma cuadrada, con el perímetro ocupado por canales norte-sur y este-oeste, ubicados a mayor cota que las parcelas, permite el riego desde el norte y, parcialmente, desde los lados este y oeste. Estos conjuntos de parcelas hacen posible, a su vez, un crecimiento modular de los campos de cultivo, como el propuesto por Quesada (2006) para Tebenquiche Chico. Por lo mencionado previamente, en el caso de BC I estos módulos estarían representados por las megaparcelas, es decir, se agregarían "bloques" de 150-200 melgas de Tipo I asociados a extensiones de la red de riego (Figura 7). Cada agregado de estos bloques representaría un momento constructivo de baja inversión de trabajo, pero la información y tecnología actuales no permiten identificar la temporalidad o sucesión de cada uno de estos momentos.

Un segundo momento constructivo ocurrió durante la edificación del Sector II, el cual se asocia con la incorporación del área al Tawantinsuyu. Este sector presenta tanto cuadros como terrazas elaborados en piedra (parcelas de Tipo III y IV, respectivamente). Ambos tipos de estructuras son irrigados por el Canal C, con punto de toma en el Río los Colorados, el cual fue construido específicamente para el riego del Sector II. El tercer momento se produjo durante épocas históricas, cuando las áreas de cultivo modernas fueron instaladas sobre la terraza del Punilla y la base del Cerro del Coypar, por encima de las parcelas arqueológicas. Estos tres momentos son claros, pero representan solo un mínimo de eventos constructivos (Figura 8).

Respecto de la relación tamaño vs. posición geográfica en la terraza, podemos observar que el cálculo de dimensiones en cada grupo de parcelas dio como resultado los histogramas presentados en la Figura 9. Allí se evidencia una clara relación entre los tamaños de las parcelas y su localización en el paisaje, con el predominio de tamaños grandes en el sector norte y pequeños en el sur. La prueba de WMW permitió rechazar la hipótesis de igualdad entre las poblaciones al sur y al norte, con un p-valor menor a 0,05 (p-value< 2,2e-16), lo cual implica una diferencia significativa entre la superficie de las melgas en relación con su ubicación en la terraza. La media para las melgas al norte es de 701,76 $m^2$, mientras que para las del sur es de 595,88 $m^2$. Esta diferencia coincide con la expectativa de que los tamaños de las parcelas estén vinculados con la distancia a la bocatoma principal del Río Punilla. A mayor cercanía a la misma, aumenta la disponibilidad de agua, lo que permite regar superficies de superior tamaño. Ello podría explicar la disminución de los tamaños de las parcelas hacia el sur, a medida que se alejan de la bocatoma.

**El sistema de riego**

Para analizar el sistema de riego también nos basamos en la propuesta de Salminci (2011). A partir de teledetección realizamos la cartografía de los canales visualizados en la imagen satelital y obtuvimos los resultados presentados en el mapa de la Figura 10. De los 13,56 km de canales arqueológicos que Salminci había visualizado para la terraza aluvial del Punilla, se pasó a un total de 22,65 km de canales. Esto representa un mínimo del total que habría existido en la antigüedad, dado que solo se observan algunos tramos de lo que fueron las redes de riego arqueológicas. Estas últimas habrían superado los 30 km de canales, valor obtenido de cálculos basados en reconstrucciones inferidas por Salmici (2011).

Como ya señalamos, la totalidad de BC I estuvo irrigada por un sistema que obtenía agua únicamente

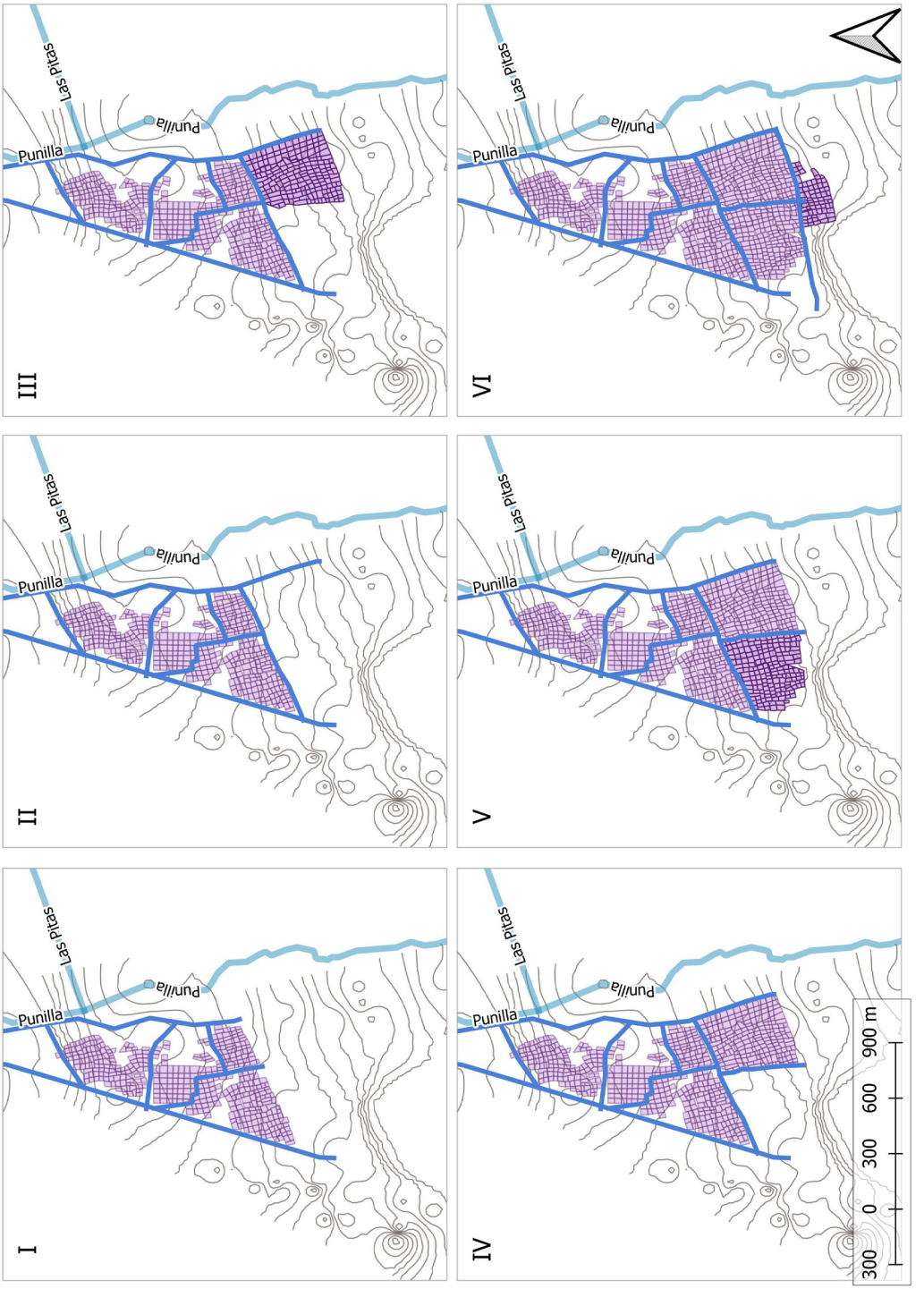


Figura 7. Esquema de crecimiento de las parcelas en relación con los canales de riego.

*Schematic plot growth in relation to irrigation channels.*

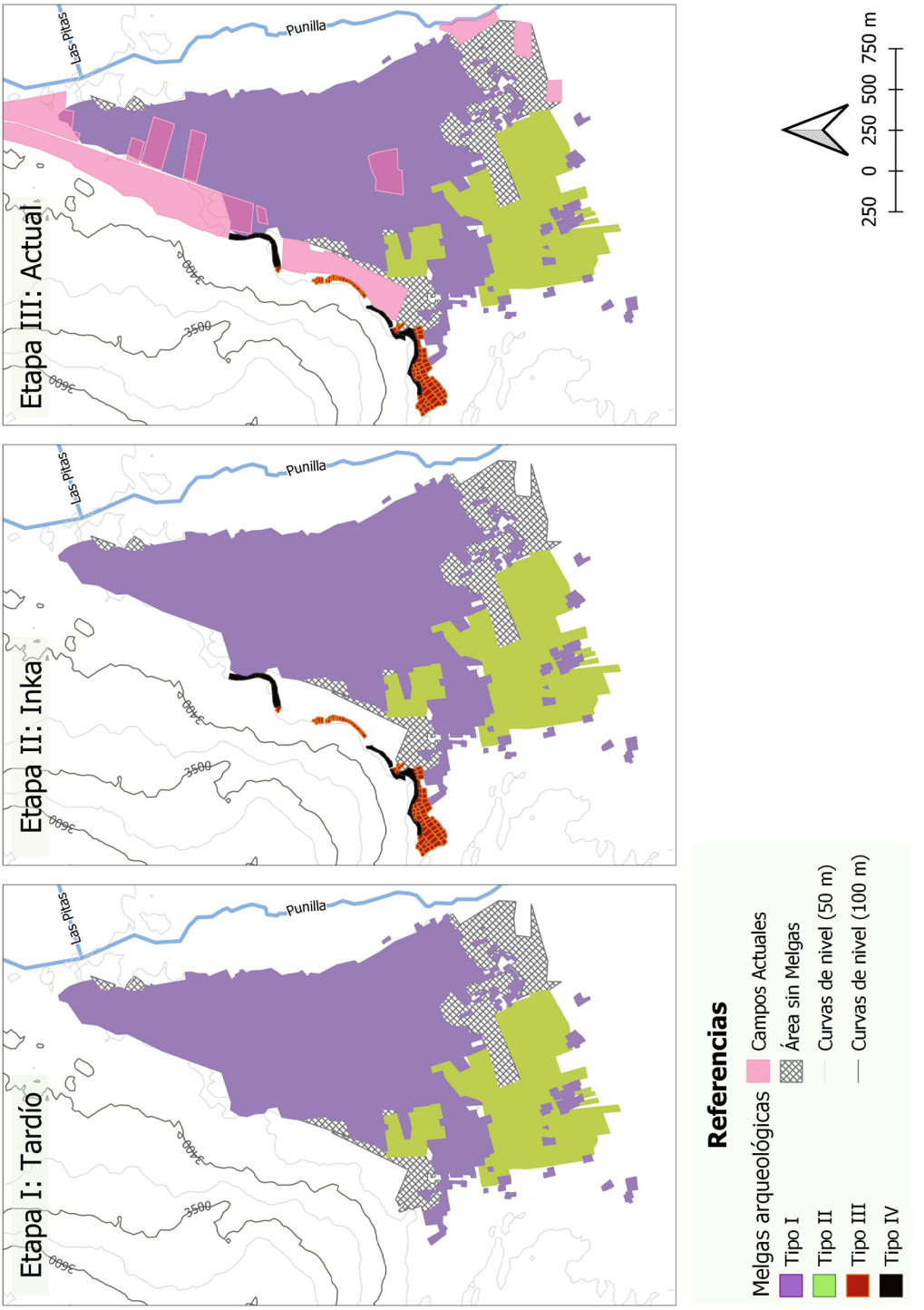


Figura 8. Crecimiento progresivo de BC I.
*BC I's progressive growth.*

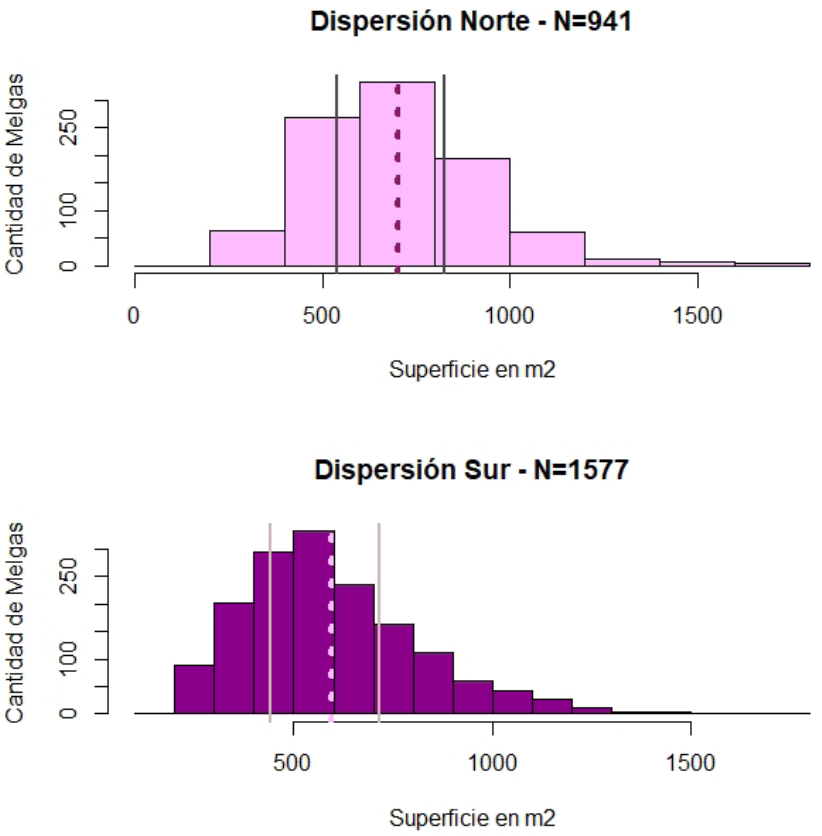


Figura 9. Histograma de superficie de parcelas en relación con su ubicación geográfica en la terraza fluvial.
*Histogram of plot area in relation to their geographical location along the river terrace.*

de dos bocatomas: una en la Red Punilla y otra en la Red Los Colorados. Las bocatomas se ubican a 900 y 7.500 m del inicio de las parcelas, respectivamente.

La razón para haberlas construido a tanta distancia se encuentra en la naturaleza misma del terreno, dado que las propias limitaciones topográficas impedían una toma a mayor cercanía. La bocatoma que se encuentra sobre el Río Punilla realiza un recorrido de casi un kilómetro sin regar campos de cultivo. Ello se debe a que es el punto más cercano que permite el riego de la terraza aluvial dado que, al sur de la bocatoma, la ribera del Punilla tiene un relieve menor al de los terrenos hacia el oeste, lo cual impide conducir agua hacia ellos desde una toma más cercana.

El riego del sector I se habría producido a partir de las redes Punilla y Los Colorados (Figura 10). La Red Punilla se bifurca en dos canales principales: el Canal A, con una orientación noreste-sudoeste, y el Canal B, que corría de norte a sur. De ambos se desprenden canales secundarios que permiten irrigar la totalidad de la terraza. Interpretaciones anteriores planteaban un riego de este a oeste en los canales provenientes del Canal B y de norte a sur en aquellos que se desprenden del Canal A. El análisis llevado a cabo a partir del uso de la herramienta *Profile Tool* ha permitido observar que las parcelas al norte de la terraza se irrigaban principalmente a partir del Canal A, con canales secundarios que habrían corrido en sentidos norte-sur y oeste-este. A esta altura, la topografía hacía imposible un riego a partir del Canal B, dado que se encontraba a menor altura que las parcelas del norte.

En el trazado general, aquellos canales con orientación norte-sur aprovechaban la pendiente máxima para conducir agua a mayor velocidad[4] que aquellos que corrían transversales a la misma. Este sistema optimiza el control del riego, ya que permite una mejor eficacia del mismo, así como del caudal

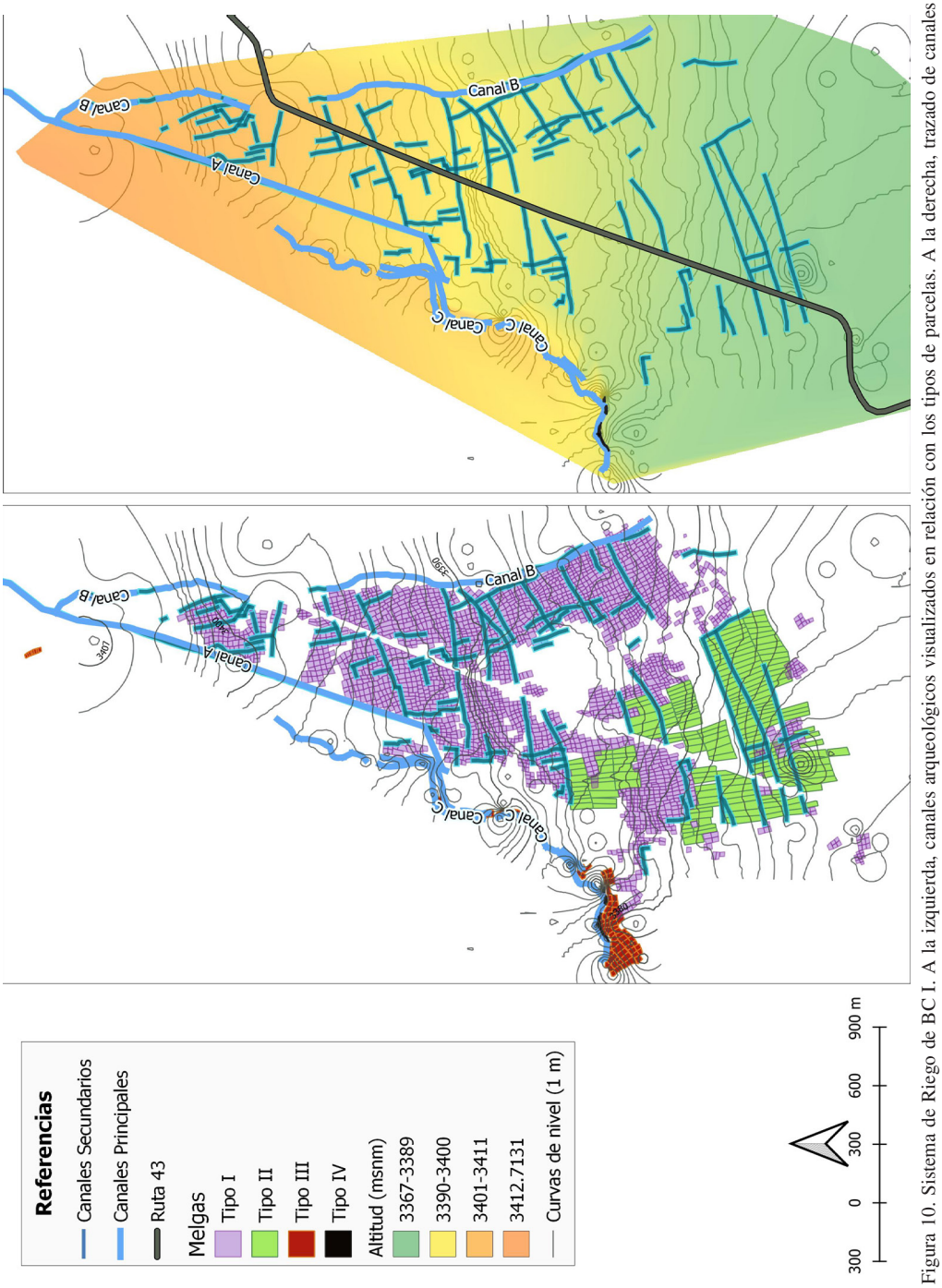


Figura 10. Sistema de Riego de BC I. A la izquierda, canales arqueológicos visualizados en relación con los tipos de parcelas. A la derecha, trazado de canales observado sobre la interpolación realizada con base en la altura de la terraza.

*Irrigation system for BC I. On the left, archaeological channels and their relation to different plot types. On the right, network of channels and their relation to terrace heights.*

del flujo hídrico de acuerdo con la necesidad de los cultivos y la disponibilidad del recurso. De esta manera, las megaparcelas podían regarse tanto por unos como por otros de estos canales secundarios.

Las redes provenientes de Los Colorados -Canales C y D- habrían corrido de norte a sur y de oeste a este. El canal D se observa en pocos sectores, y habría alimentado parcelas que hoy en día se encuentran tapadas por los campos modernos. Se considera que los canales principales A, B y D fueron construidos durante el periodo Tardío (Salminci 2011).

Por otro lado, el riego del Sector II se realizó exclusivamente a partir de la Red Los Colorados. Se plantea que cuando se constituyó este sector, se generó una toma de agua a 3.420 msm a partir de la cual se desprende un canal de aproximadamente 7 km de longitud, denominado Canal C. Este posee un sustrato impermeable y una pendiente mayor que las de los canales A, B y D (Salminci 2011). Su trazado implicó la nivelación del terreno, la construcción en zonas de fuerte pendiente y una elevación de la línea de rigidez. Se trata de una obra de ingeniería hídrica notable (la distancia recorrida, los accidentes topográficos, las diferencias del basamento, etc.) y llevada adelante con un excelente conocimiento técnico.

## Discusión

Las características particulares del sitio BC I, su disposición, tamaño, visibilidad y composición, dificultaban enormemente una comprensión cabal de su estructura. El uso de imágenes satelitales de alta resolución a través de un SIG permitió mapear, medir, cuantificar y visualizar prácticamente la totalidad del sitio, identificar bocatomas y superposiciones, conocer la red de riego en mayor detalle y reconocer continuidades y rupturas en su construcción.

Además de la obtención de estos datos morfométricos, entendemos que el análisis del paisaje agrario es una herramienta útil a la hora de discutir las formaciones sociopolíticas que lo construyeron, habitaron y cultivaron. Comprender la escala, el proceso de construcción, el tamaño y el funcionamiento de los espacios productivos habilita un primer acercamiento a las formas sociales que los habrían trabajado.

El modelo sociopolítico general en el cual se incluye el sitio BC I plantea que su tamaño y complejidad, así como su relación con el sitio aledaño La Alumbrera, son reflejo de la creciente jerarquización y burocratización de la sociedad del Fondo de Cuenca de Antofagasta de la Sierra entre los años ca. 1000-1400 AP (Olivera y Vigliani 2000-2002). Sin embargo, Salminci (2011) realizó un análisis de las estructuras de La Alumbrera y llegó a la conclusión de que la estructuración del espacio se correspondía más con la existencia de sociedades segmentarias que con un orden burocrático centralizado. Esto no quiere decir que la estructura de poder haya estado ausente, sino que la misma se habría limitado a líderes de unidades familiares amplias. Dicha idea resulta particularmente interesante dado que propone alternativas a modelos previos respecto de la organización social, permite comenzar a desprendernos de los ejes clásicos, que asocian de manera directa los sitios de gran envergadura con modelos de poder jerárquico, y pensar en otros sistemas posibles de orden social.

Dado que el paisaje agrario se presenta en la actualidad como un palimpsesto de construcciones, es necesario reconstruir los procesos que llevaron al resultado observado en el presente: la sumatoria de las etapas de construcción (Quesada 2006). A este respecto, trabajos realizados en el área andina proponen nuevas miradas sobre los espacios productivos, que permitan comprender los procesos históricos que los conformaron (Pey 2020; Quesada y Maloberti 2015). Esto se vincula a críticas a modelos que asocian de manera mecánica los espacios agrícolas de gran complejidad y envergadura con un control centralizado y burocratizado. Basados en lo expuesto y en trabajos previos dentro del área (Quesada 2006, 2007; Salminci 2010, 2011; Salminci et al. 2014), consideramos necesario explorar la posibilidad de que la monumentalidad del sitio BC I no hubiese estado necesariamente relacionada con la existencia de un control centralizado, sino que es posible que unidades domésticas hayan organizado su crecimiento de manera paulatina, en particular en las etapas iniciales del sitio, como propone Salminci (2011). La estructura de los campos permite, como mencionáramos, un agregado por módulos, a partir de la creación de nuevos canales y la construcción de megaparcelas. Es decir, la sumatoria de eventos constructivos menores a lo largo de los 400 años de ocupación del sitio habría generado el total de parcelas que encontramos en la actualidad. Es por ello que nos parece clave conocer la estructuración de los espacios productivos y sus posibles etapas constructivas, para poder relacionar el tamaño y estructura de estos espacios con las escalas sociales que los habrían manejado. Se muestra interesante retomar enfoques como el de Erickson (1993), quien

propone investigar el rol de las unidades campesinas en el control de los medios de producción.

Respecto de las parcelas de BC I, pudimos identificar diferentes momentos constructivos basándonos en la superposición entre los diferentes tipos de melgas, las canalizaciones, los métodos de construcción utilizados y otras evidencias asociadas. Sin embargo, como ya mencionamos, consideramos que estos momentos representan eventos mínimos en la conformación de la totalidad del espacio parcelario. De esta manera, planteamos la posibilidad de un crecimiento paulatino del sitio BC I: la construcción de un paisaje que en el presente se nos aparece como monumental, pero cuya totalidad resulta de una sumatoria de eventos constructivos sucesivos. La propuesta implica tener en cuenta la diacronía presente en todo paisaje arqueológico, bajo la consideración de que los investigadores nos enfrentamos a un "resultado final", el cual presenta un palimpsesto de ocupaciones, usos y significados (Bailey 2007).

Además de la organización para la construcción de las parcelas, es fundamental tener en cuenta la conformación de las redes de riego. Si observamos el trazado de la red que provee de agua a BC I, nos encontramos con que la totalidad de los campos es irrigada a partir de únicamente dos bocatomas. Este trazado hidráulico es respetado de manera ordenada en la disposición de las parcelas, lo cual implica que en primer lugar se realizaba un canal y un primer parcelamiento y luego, sobre la base de eso, se construían en su interior las parcelas que serían cultivadas. Es decir, el agregado de módulos implicaba la expansión de la red de riego, pero sin la apertura de canalizaciones independientes a la red principal, sino a partir del agregado de canales secundarios. Mientras que en el caso estudiado por Quesada (2006) se presenta un diseño que permite el agregado de tierra para cultivo a partir de la construcción de nuevas redes o bien de canales secundarios, en este caso la red está limitada a las únicas dos bocatomas mencionadas. La extensión del espacio para cultivo puede realizarse únicamente a partir del agregado de canales secundarios, lo cual tiene evidentes implicancias organizativas. Si tomamos en cuenta que la propuesta de Quesada (2006) está relacionada a sociedades Formativas, más tempranas que las analizadas para este caso, merece explorarse la posibilidad de una complejización en las tecnologías hidráulicas y su posible vínculo con cambios sociopolíticos en la Puna sur. A futuro, están previstos nuevos y más detallados análisis de caudal para profundizar en el conocimiento de la disponibilidad hídrica y analizar si fue posible el uso simultáneo de la totalidad de la terraza aluvial del Punilla.

Asimismo, el tamaño y complejidad de BC I implican la necesidad de realizar acciones coordinadas para un riego eficaz y efectivo, en donde la pérdida de agua (por evapotranspiración e infiltración) y semillas (por arrastre) se minimicen. Ello implica que la construcción y uso de los canales precisaron de un determinado nivel de acuerdo, organización y conocimientos técnicos de hidráulica. Como adelantáramos, esto podría haberse llevado a cabo tanto a través de controles jerárquicos centralizados como de autoridades de riego más segmentadas. Si se tiene en cuenta que el desarrollo del proceso de complejización sociopolítica en el Fondo de Cuenca y sectores aledaños se extendió, mínimamente, por 400 años (Olivera y Vigliani 2000-2002; Salminci 2011; Vigliani 2005), las modalidades de organización para distribución del riego y el grado de centralización jerárquica en la administración pueden haber variado a lo largo del tiempo. Sin embargo, la estructura detallada de los campos y canales presente en BC I -particularmente el calculado crecimiento modular, la existencia de solo dos bocatomas para todo el sistema y de canales secundarios con orientaciones diferentes y complementarias- permite hipotetizar sobre un nivel de control que posiblemente excediera aquel de las autoridades de riego, por lo menos en el momento de la llegada de los Inkas.

Los nuevos datos respecto de las melgas de Tipo II no solo implican un determinado y diferente nivel de planificación y organización del trabajo, también nos hacen preguntarnos respecto de la funcionalidad del Sector II. La construcción de este sector, de temporalidad Inka, implicó un trabajo de ingeniería y canalización, el cual no parece ser estrictamente necesario para ampliar el espacio cultivado. De hecho, las melgas largas ocuparon una mayor cantidad de hectáreas que el Sector II, con lo cual la construcción de melgas cortas sobre ese sector de la terraza habría sido suficiente. Sin tener aún una respuesta al respecto, los estudios propuestos sobre la disponibilidad hídrica nos permitirán saber si esta construcción se debió a la imposibilidad de regar el sur de la terraza a partir de las canalizaciones presentes o si responde a cuestiones de otra índole. Asimismo, la toma de muestras en las terrazas y cuadros pircados permitirá conocer si los mismos fueron efectivamente utilizados para cultivo. La existencia de sectores aparentemente

habitacionales asociados al canal C con presencia de cerámica foránea (Santamariana e Inka provincial) y la construcción de la fortaleza de El Coyparcito permiten plantear la hipótesis de que todo este sector haya estado quizás muy ligado a los manejos políticos del Imperio y no solamente a intereses productivos (Olivera y Vigliani 2000-2002).

Por último, es necesario remarcar la detección y localización de estructuras en el área que se hallaba libre de parcelas. Análisis preliminares del material cerámico han identificado la presencia de recipientes con múltiples usos, lo cual podría implicar que estas estructuras fueran habitacionales o de almacenaje (Casanova et al. 2017; Gentile 2017). La presencia de posibles estructuras habitacionales, de ocupación estable (tipo unidades domésticas de base residencial) o temporaria (unidades de funcionalidad específica asociada a ciclos agrícolas) implicaría una reevaluación de los modos de habitar el Fondo de Cuenca de Antofagasta de la Sierra durante el Tardío. Es necesario seguir trabajando sobre estas estructuras con el objetivo de conocer su funcionalidad y el vínculo con el sitio residencial de La Alumbrera.

## Consideraciones Finales

El análisis de un sitio agrícola a partir del uso de SIG resultó de gran utilidad para estudiar en detalle un espacio del tamaño y complejidad de BC I. Los enfoques metodológicos utilizados hasta el momento, basados en fotografías aéreas y relevamiento de campo, no habían permitido un estudio tan detallado de las parcelas como el expuesto en el presente artículo. Esto se debe a que la obstrusividad de las mismas, de las estructuras y los canales en el campo es muy baja; mientras que las fotografías aéreas cuentan con una escala de análisis muy acotada (1:10000 con ampliación de fotogramas). Por lo tanto, el uso de imágenes satelitales de alta resolución y acceso libre a través de SIG se presentó como una herramienta idónea para superar esas dificultades. La información obtenida permitió ajustar los modelos existentes hasta el momento, tanto de uso de los diferentes sectores como de la red de riego. Se realizó una digitalización detallada del área cultivada, se obtuvieron datos precisos de medidas, se identificaron superposiciones entre parcelas, se realizaron comparaciones entre los diferentes tipos y se localizaron estructuras desconocidas hasta el momento. A su vez, la complementariedad entre la teledetección y el relevamiento en campo no solo aportó mayor información y materiales, sino que generó nuevo conocimiento, dado que cinco nuevas estructuras -no identificadas en imágenes satelitales- fueron relevadas durante la prospección.

Por otro lado, como señalamos con anterioridad, el análisis formal del paisaje agrícola implica un primer paso para luego intentar dilucidar la organización de la sociedad que lo construyó y utilizó. A este respecto, buscamos analizar la posibilidad de que BC I no sea un sitio que haya pertenecido a una sociedad jerárquica, sino que hubiese estado administrado a partir de unidades familiares amplias, como fue sugerido por Salminci (2011). Si bien no es posible descartar que el riego y el mantenimiento del espacio agrícola se hubiesen organizado mediante autoridades fragmentadas, consideramos que hay suficiente evidencia en BC I para postular la existencia de algún grado de centralización en la toma de decisiones, por lo menos en los momentos más tardíos del sitio. Esta hipótesis surge, principalmente, de que la totalidad del sistema de riego depende de dos únicas bocatomas y de la necesidad de una alta coordinación para el riego de las megaparcelas, a causa de la crítica disponibilidad de agua en un desierto de altura como el de la Puna. En resumen, a pesar de que es factible que la construcción de las parcelas se haya dado de manera paulatina a través de eventos sucesivos que habrían implicado una baja inversión de trabajo y una organización basada en unidades familiares amplias, la alta centralidad y la complejidad de la red de riego debieron involucrar acciones coordinadas para irrigar de manera efectiva y eficaz. Ello implica la organización simultánea de varios individuos y una cierta interdependencia entre las partes, lo que habría hecho necesario algún tipo de orden más centralizado.

Por último, la localización de posibles estructuras de almacenamiento y/o vivienda en un sector que hasta el momento se consideraba exclusivamente utilizado para siembra (en términos de Fernández Freire (2007), como “espacio explotado”) nos enfrenta con un paisaje social algo diferente al que consideramos hasta el momento. La posible existencia de viviendas en el centro del área cultivada implica la hipótesis de una segregación espacial, permanente o periódica, de estos habitantes respecto de aquellos que poblaban el sitio aledaño de La Alumbrera. Por el momento, no se puede evaluar si estas estructuras fueron de ocupación permanente o temporaria solo relacionada a las actividades propias de la agricultura. Esperamos que las investigaciones futuras, incluyendo las excavaciones en curso, nos otorgarán una imagen

más acabada de quienes las construyeron, manejaron y/o habitaron.

*Agradecimientos:* El presente trabajo se inscribe dentro de los Proyectos UBACYT- PIUBACC R 20620170100009BA, "Cambio climático, impacto ambiental y poblaciones humanas durante el Holoceno Tardío (Puna sur, Argentina): Geoarqueología, Bioarqueología e Interdisciplina" y PICT-2016-3026, "Ambiente y Cambio Social: el proceso Agropastoril en Antofagasta de la Sierra (Puna de Catamarca)". Los autores agradecemos el apoyo logístico de la Municipalidad de Antofagasta de la Sierra, a los pobladores de la localidad y presentamos nuestro reconocimiento al permanente apoyo de los compañeros del equipo del Proyecto Arqueológico Antofagasta de la Sierra. Extendemos también nuestro agradecimiento a los evaluadores, cuyas observaciones han permitido enriquecer la versión final de este artículo.

## Referencias Citadas

Aschero, C., D. Elkin y E. Pintar 1991. Aprovechamiento de recursos faunísticos y producción lítica en el precerámico tardío. Un caso de estudio: Quebrada Seca 3 (Puna Meridional Argentina). *Actas XII Congreso Nacional de Arqueología Chilena* vol. 2, pp. 101-114. Sociedad Chilena de Arqueología, DIBAM, Santiago.

Bailey, G. 2007. Time perspectives, palimpsests and the archaeology of time. *Journal of Anthropological Archaeology* 26:198-223.

Barceló, M. 1996. El diseño de los espacios irrigados en al-Andalus: un enunciado de principios generales. En *El Agua que no Duerme. Fundamentos de la Arqueología Hidráulica Andalusí*, editado por M. Barceló, H. Kirchner y C. Navarro, pp. 49-71. Sierra Nevada 95/El legado andalusí, Granada.

Barnard, H. y A.N. Dooley 2017. An ancient irrigation canal in the Pampa Tamarugal (Chile). *Journal of Field Archaeology* 42:259-568.

Casanova Menéndez, M.T., C. Gentile, M.X. Umaño Bertola, M.I. Pérez, P. Tchilinguirian y D. Enzo Olivera 2017. Nuevos aportes a la espacialidad de Bajo del Coypar I mediante SIG y análisis cerámico (Antofagasta de la Sierra, Catamarca). *La Zaranda de Ideas* 15 (2):67-82.

Coll, L. 2013. Análisis espacial en arqueología. Lineamientos para modelar el uso del espacio agropastoril en el oeste tinogasteño (Catamarca). En *Delineando Prácticas de la Gente del Pasado. Los Procesos Socio-históricos del Oeste Tinogasteño (Catamarca)*, editado por N. Ratto, pp. 449-63. Publicaciones de la Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Connolly, J. y M. Lake 2009. *Sistemas de Información Geográfica Aplicados a la Arqueología*. Bellaterra, Barcelona.

Criado-Boado, F. 1999. *Del Terreno al Espacio: Planteamientos y Perspectivas para la Arqueología del Paisaje*. Grupo de Investigación en Arqueología del Paisaje, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.

De Feo, M.E. 2010. *Organización y Uso del Espacio Durante el Período Formativo en la Quebrada del Toro (Provincia de Jujuy)*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.

Díaz, A. 2009. Aguas ausentes e historias hendidas. Tecnología de riego y organización social del trabajo agrícola en el primer milenio AD (Laguna Blanca-Catamarca-Argentina). En *La Espacialidad en Arqueología. Enfoques, Métodos y Aplicación*, editado por I. Gordillo y J.M. Vaquer, pp. 101-150. Ediciones Abya-Yala, Quito.

Elías, A. 2017. La Alumbrera y Campo Cortaderas: contribuciones desde las técnicas líticas a la complejidad social, política y económica tardía en Antofagasta de la Sierra. *Andes* 28 (1):1-31.

Erickson, C. 1993. The social organization of prehispanic raised field agriculture in the Lake Titicaca Basin. En *Economic Aspects of Water Management in the Prehispanic New World*, editado por V. Scarborugh y B. Isaacs, pp. 369-426. JAI Press, Greenwich.

Fernández Freire, C. 2007. *Paisajes Agrarios Pre y Protohistóricos de la Comarca de La Vera Alta (Cáceres)*: Un Enfoque Arqueogeográfico. Tesis doctoral. Facultad de Geografía e Historia, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

Franco Salvi, V. y R.M. Molar 2018. Paisajes agrarios del Segundo milenio de la era en el sector norte del Valle de Tafí. *Estudios Atacameños. Arqueología y Antropología Surandinas* 57:45-63.

Gentile, M.C. 2017. *Análisis de un Sitio Agrícola a Través del Uso de SIG: Una Nueva Mirada Sobre Bajo del Coypar I*. Tesis de Licenciatura inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Grana, L., M. Quesada y L. Gasparotti 2019. El manejo del agua en la cuenca inferior de Miriguaca (Antofagasta de la Sierra): diseño de red y tecnologías hidráulicas prehispánicas. *Arqueología* 25 (2):53-71.

Guagliardo, J.P. 2011. *Paisajes Agrarios, Ancestralidad y Conflicto Durante el Período de Desarrollos Regionales Tardío (ca. 1200 -1450 DC) en el Altiplano de Lípez (Potosí, Bolivia): Coyunturas, Escalas y Cambio Social.* Tesis doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Kvamme, K. 1999. Recent directions and developments in Geographical Information Systems. *Journal of Archaeological Research* 7 (2):153-201.

Lanzelotti, S. y M. Lamamí 2010. Cálculo de capacidad de riego e infiltración en represas y surcos prehispánicos de Caspinchango (provincia de Catamarca). En *La Arqueometría en Argentina y Latinoamérica*, editado por S. Bertolino, R. Cattáneo y A. Izeta, pp. 385-90. Editorial de la Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.

Lefebvre, H. 1991. *The Production of Space*. Blackwell Publishing, New York.

Lema, V. 2006. Huertos de altura: el manejo humano de especies vegetales en la puna argentina. *Revista de la Escuela de Antropología* XII:173-85.

Olivera, D. 1992. *Tecnología y Estrategias de Adaptación en el Formativo (Agro-alfarero Temprano) de la Puna Meridional Argentina. Un Caso de Estudio: Antofagasta de la Sierra (Pcia. de Catamarca, R.A.).* Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.

Olivera, D., L. Grana, N. Maidana, H. Yacobaccio, M. Morales y P. Tchilinguirian 2017. Cambio climático y cambio social en ambientes de riesgo: el aporte de los estudios de paleoambiente en la puna argentina. En *El Desarrollo Agropecuario Argentino en el Contexto del Cambio Climático: Una Mirada Desde el PIUBACC*, editado por A. L. Pérez Carrera y A.V. Volpedo, pp. 87-99. Programa Interdisciplinario de la Universidad de Buenos Aires sobre Cambio Climático y Global (PIUBACC), EUDEBA, Buenos Aires.

Olivera, D. y P. Tchilinguirian 2001. De aguas y tierras: aportes para la reactivación de campos agrícolas arqueológicos en la Puna Argentina. *Relaciones* XXV:99-118.

Olivera, D. y S. Vigliani 2000-2002. Proceso cultural, uso del espacio y producción agrícola en la Puna Meridional Argentina. *Cuadernos del INAPL* 19:459-81.

Parcero-Oubiña, C., P. Fábrega-Álvarez, D. Salazar, A. Troncoso, F. Hayashida, M. Pino, C. Borie y E. Echenique 2016. Ground to air and back again: Archaeological prospection to characterize prehipanic agricultural practices in the high-altitude Atacama (Chile). *Quaternary International* XXX:1-16.

Pérez, M. 2013. *Investigación Sobre el Período Tardío-Inca en las Localidades Arqueológicas de Antofagasta de la Sierra (Puna Sur) y Cuenca del Río Doncellas (Puna Norte): Una Aproximación a Través de la Cerámica*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Pey, L. 2017. Diseño metodológico para un modelo de potencial productivo del entorno de un sitio agrícola andino. *La Zaranda de Ideas* 15 (2):113-33.

Pey, L. 2020. Trama y urdimbre: hacia una biografía del sitio agropastoril Huayatayoc (Cusi Cusi, Puna de Jujuy, Argentina). *Estudios Atacameños. Arqueología y Antropología Surandinas* 65:313-338.

Quesada, M. 2006. El diseño de las redes de riego y las escalas sociales de la producción agrícola en el 1er milenio DC (Tebenquiche Chico, Puna de Atacama). *Estudios Atacameños. Arqueología y Antropología Surandinas* 31:31-46.

Quesada, M. 2007. *Paisajes Agrarios del Área de Antofalla. Procesos de Trabajo y Escalas sociales de la producción agrícola (Primer y segundo milenios d.C.).* Tesis doctoral inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata.

Quesada, M. y M. Maloberti 2015. Continuidades en la construcción del paisaje agrario entre los Períodos Formativo y de Desarrollos Regionales en el oeste de Catamarca (siglos I a XV). En *Racionalidades Campesinas en los Andes del Sur. Reflexiones sobre el Cultivo de la Quinoa y otros Vegetales Andinos*, editado por P. Cruz, R. Joffre y T. Winkel, pp: 140-165. EdiUju, San Salvador de Jujuy.

Salminci, P. 2010. Configuración espacial y organización social: análisis de acceso en La Alumbrera (Período Tardío, Puna meridional argentina). *Arqueología* 16:105-124.

Salminci, P. 2011. *Espacios Residenciales y Productivos. El Paisaje Arqueológico de Antofagasta de la Sierra entre los Siglos XI y XVI D.C.* Tesis doctoral inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Salminci, P., P. Tchilinguirian y K. Lane 2014. Bordos and boundaries: sustainable agriculture in the high altitude deserts of Northwest Argentina, AD 850-1532. *Journal of Anthropology and Archaeology* 2 (1):189-218.

Santoro, C., L. Núñez, V. Standen, H. González, P. Marquet y A. Torres 1998. Proyectos de irrigación y la fertilización del desierto. *Estudios Atacameños* 16:321-336.

Sharma, R.K. y H.R. Singh 2009. Deep percolation loses in irrigation border checks. *Journal of Soil and Water Conservation* 8 (2):65-74.

Tchilinguirian, P. 2008. *Paleoambientes holocenos en la Puna austral, provincia de Catamarca (27ºs): implicancias geoarqueológicas*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos, Buenos Aires.

Tchilinguirian, P. y D. Olivera 2000. Aportes edafológicos para el estudio de campos agrícolas arqueológicos Bajo del Coypar, Pcia. de Catamarca. *Cuaternario y Ciencias Ambientales* 4:51-56.

Tchilinguirian, P. y D. Olivera 2010. Agricultura, ambiente y sustentabilidad agrícola en el desierto: el caso Antofagasta de la Sierra (Puna Argentina, 26° S). En *Arqueología de la Agricultura: Casos de Estudio en la Región Andina Argentina*, editado por M.A. Korstanje y M. Quesada, pp. 104-29. Ediciones Magna, Tucumán.

Vigliani, S. 2005. El sitio Bajo del Coypar II: Las evidencias más tempranas (ca.1000 AP) del proceso agropastoril en la Puna Meridional Argentina (Antofagasta de la Sierra, Catamarca). *Andes* 16:323-350.

Wills, W. y W. Dorshow 2012. Agriculture and community in Chaco Canyon: Revisiting Pueblo Alto. *Journal of Anthropological Archaeology* 31 (2):138-155.

## Notas

1 No descartamos que encima de los bordos se dispusieran setos de arbustos secos, como se puede observar en parcelas agrícolas actualmente en uso. El clima seco de la Puna facilita la conservación y durabilidad en el tiempo de este tipo de protección.

2 Por *modelos constructivos*, entendemos la posible presencia de patrones en tamaño, forma, técnicas de elaboración, ubicación respecto de canales, etc. Los mismos podrían responder a una optimización de los recursos y/o a "códigos espaciales" (sensu Criado-Boado 1999) compartidos por quienes los construyeron.

3 El tamaño óptimo fue calculado siguiendo la metodología de Sharma y Singh (2009).

4 La velocidad del agua no implicaba mayor erosión, ya que la pendiente del sector es escasa y los suelos son de textura gruesa.