

Los espacios hidráulicos en un paisaje andino.

UN MODELO TÉCNICO DE ADAPTACIÓN LOCAL¹

THE HYDRAULIC SPACES IN AN ANDEAN LANDSCAPE.

A technical model of a local adaptation

LOS ESPAÇOS HIDRÁULICOS NO ANDINO PAISAGEM.

Um modelo técnico de adaptação local

Rosa Chandia-Jaure

Candidata a Doctora en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente
 Universidad Tecnológica Metropolitana
 rchandia@utem.cl

Recibido: 19 de octubre 2015

Aprobado: 1 de mayo 2017

<https://doi.org/10.15446/bitacora.v27n3.53651>

Resumen

La investigación estudia el conjunto de conocimientos técnicos locales asociados a las trazas de agua existentes en un asentamiento de la cordillera de Los Andes representativo del paisaje cultural andino. A través del análisis de Socoroma, en el norte de Chile, se exponen las estrategias tecnológicas locales para el uso equilibrado del caudal del agua disponible, frente a eventos de escasez o excesos del recurso, mientras sirven de soporte a un sistema social y cultural que da forma a un habitar íntimamente vinculado al entorno. El análisis de estos espacios hidráulicos permite comprender las manifestaciones locales para organizar, construir y habitar un territorio en función de la adaptación al medio ambiente, así como su transformación en modelos de intervención futura, aplicables tanto en ámbitos rurales como urbanos.

Palabras clave: conocimiento tradicional, paisaje cultural andino, agua, sustentabilidad.

Abstract

The research studies the set of local technical knowledge associated with the existing water features in a settlement of the Andes mountain range representative of the Andean cultural landscape. Through the analysis of Socoroma, in northern Chile, the local technological strategies for the balanced use of the available water flow are exposed, in the face of scarcity events or excesses of the resource, while supporting a social and cultural system that gives form to a habit intimately linked to the environment. The analysis of these hydraulic spaces enables the understanding of the local manifestations to organize, construct and inhabit a territory in function of the adaptation to the environment, as well as its transformation into models of future intervention, applicable in both rural and urban areas.

Keywords: traditional knowledge, Andean cultural landscape, water, sustainability.

Resumo

A pesquisa estuda o conjunto de conhecimentos técnicos locais associados às características de água existentes na colonização da cordilheira dos Andes, representativa da paisagem cultural andina. Através da análise de Socoroma, no norte do Chile, as estratégias tecnológicas locais para o uso equilibrado do fluxo de água disponível são expostas, diante de eventos de escassez ou excessos do recurso, ao mesmo tempo em que apoiam o sistema social e cultural que dá forma a um hábito intimamente ligado ao meio ambiente. A análise destes espaços hidráulicos permite compreender as manifestações locais para organizar, construir e habitar um território em função da adaptação ao meio ambiente, bem como a sua transformação em modelos de intervenção futura, aplicáveis em áreas rurais e urbanas.

Palavras-chave: conhecimento tradicional, paisagem cultural andino, água, sustentabilidade.

¹ Resultados parciales de tesis Doctoral *La persistencia de lo habitable*, presentados durante la 18ª Asamblea General y Simposio Científico ICOMOS, Florencia, 2014. La autora agradece la colaboración de Mario Villagrán por el apoyo en la elaboración del material gráfico de este artículo.

Introducción

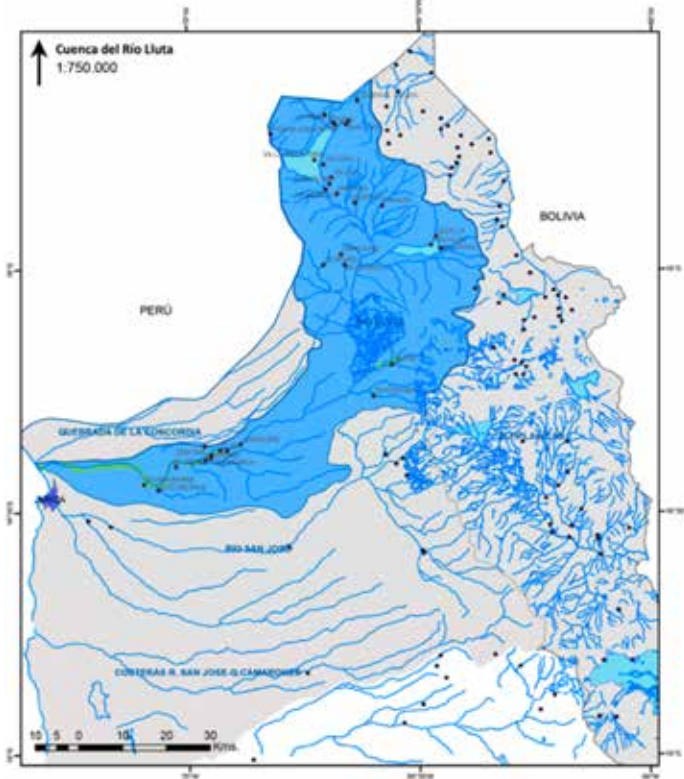
El conocimiento ambiental local asociado a la gestión de los recursos disponibles en el territorio ha sido abordado desde distintas dimensiones que vinculan cultura y naturaleza (Garay y Larrabure, 2011). Este artículo se enfoca en el potencial que presenta el rol del conocimiento ecológico local sobre la gestión del agua para la adaptación de la habitabilidad al medio ambiente, el cual permite mantener ciertos equilibrios en el uso de los recursos naturales disponibles en el territorio donde se interviene (Reyes-García y Sanz, 2007; Toledo, 2002). Las prácticas locales se reproducen y complejizan en el tiempo en un proceso que construye conocimiento técnico local sobre el funcionamiento de las dinámicas del territorio, optimizando las demandas de energía y de recursos disponibles. Este conjunto diverso de saberes que poseen las comunidades posibilita la conservación de la biodiversidad: protegen zonas y especies, mantienen procesos ecológicos y usan de manera sostenible los recursos en el tiempo (Berkes, Colding y Folke, 2000). Por lo tanto, su estudio y comprensión son fundamentales para la inclusión en los instrumentos de planificación y en las estrategias de intervención para el futuro (Bocco y Winklerprins, 2016; Laureano, 2001).

Rosa Chandia-Jaure

Arquitecta de la Universidad Tecnológica Metropolitana, Magister en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente y candidata a Doctora en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Cataluña (Barcelona, España). Académica asistente en el Departamento de Planificación y Ordenamiento Territorial y docente en la Escuela de Arquitectura, en el área de Arquitectura y Sustentabilidad de la Universidad Tecnológica Metropolitana (Santiago de Chile, Chile).

El territorio andino en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes presenta notables diferencias de latitud y altura, junto a una topografía irregular, determinante de la existencia de diversos pisos ecológicos. Uno de ellos es la franja ubicada entre los 2500 y los 3500 m.s.n.m. donde se localiza Socoroma, en la cuenca del río Lluta, en la región de Arica y Parinacota al norte de Chile (véase Imagen 1). Socoroma es un pueblo de tradición agrícola, cuyos cultivos predominantes son orégano, maíz, papa y alfalfa. Se desenvuelve en un ambiente con características ambientales que hacen difícil la sobrevivencia: alta radiación solar, alta oscilación térmica, extensos periodos de sequías, y periodos de repentinas e intensas lluvias estacionales junto a una abrupta geografía.

Imagen 1. Mapa de ubicación de la cuenca del río Lluta



Fuente: elaborado por Mario Villagrán, 2012.

Sus habitantes han desarrollado estrategias técnicas colaborativas con el entorno para gestionar el agua y el suelo fértil disponible, permitiendo la construcción de un paisaje habitable y su mantención a partir de la mirada propia de la cosmovisión andina y de la comprensión del medio ambiente (Zenteno, 2009). El conocimiento ecológico de los habitantes, tal como ocurre en otros territorios andinos, representa una riqueza cultural y económica no explotada (Delgado y Göbel, 2003). Lo anterior se observa en las terrazas de cultivo, construidas en piedra seca, las cuales se ordenan a partir del espacio que generan las trazas de agua (véase Imagen 2). Socoroma viene de la palabra aymara *chhukur-uma* que significa agua que corre (Mamani, 2010). Es muy posible que su nombre represente la importancia que el agua tiene en la definición de la configuración espacial del territorio habitado.

Imagen 2. Vista general de Socoroma



Fuente: fotografía de la autora, 2009.

Las intervenciones recientes realizadas por entidades externas en materias de gestión del agua –incorporación de losetas de hormigón, compuertas metálicas, entubado y soterramiento de canales, desvíos en las tomas de agua– han desconocido la importancia del conocimiento local y de las múltiples funciones ambientales que cumple un dispositivo hidráulico desde la lógica ancestral. Entre estas funciones se encuentra el control de la erosión laminar, la retención de la humedad del entorno según el tipo de suelo, la distribución por gravedad del caudal. Además, desde la visión ancestral, el trabajo comunitario es fundamental para la transmisión de conocimientos y la mantención en el tiempo de la estabilidad del sistema (Castro y Bahamondes, 2011). El trabajo comunitario ha sido reemplazado por trabajo asalariado externo, el cual no llega a comprender la visión integral que tiene un sistema de riego en un medio ambiente tan frágil. En ese sentido, surgen preguntas como ¿cuánto conocemos sobre los sistemas técnicos ancestrales para la gestión del agua y el territorio? ¿Es posible leer el paisaje construido como un conjunto de espacios delimitados a partir de la gestión del agua gravitacional?

Podemos entender que el conjunto de canales de riego es parte de un sistema tecnológico complejo, que construye un espacio productivo a partir de la optimización de la energía disponible para su mantención en el tiempo. Sus componentes tienen jerarquías, estructuras de organización, múltiples funciones y requieren de la comunidad para su óptimo funcionamiento. Se adapta y reconstruye permanentemente para gestionar de manera equilibrada los recursos disponibles en función de las demandas de la población, sin sobrepasar los límites que los sistemas ecológicos imponen en el territorio.

La investigación de carácter cualitativo que se presenta aquí se basa en estudios arqueológicos y antropológicos sobre el paisaje cultural hídrico andino, y sus evidencias en la construcción de sistemas complejos de irrigación prehispánicos, de los cuales, algunos se mantienen vigentes y cuyas prácticas culturales asociadas permiten la retransmisión generacional de conocimientos y valores que identifican al territorio (Castro, 1992; Choque Mariño y Pizarro, 2013; Santoro, et al., 1998). El trabajo de campo realizado se organizó en tres fases: i) elaboración de cartografías basadas en fotografías aéreas y mapas históricos del área de estudio. ii) Replanteo de la información levantada a través de la observación sistemática de los cursos de agua naturales y artificiales para delimitar y carac-

terizar físicamente los espacios hidráulicos, los canales de riego y las terrazas de cultivo asociadas. iii) Observación participante del proceso completo de distintas jornadas de riego para comprender cómo se organiza la distribución del agua y las relaciones entre el individuo, la comunidad y el paisaje construido.

El movimiento gravitacional del agua tiene un rol estructurante en la configuración espacial, pero que su efectividad depende de la comunidad en el manejo preciso del caudal para cada cultivo. Eso implicaría conocimientos sobre la capacidad de drenaje de los suelos, el manejo de la temperatura y la humedad ambiental para el control de las heladas, y el manejo de las técnicas para construir andenes con el fin de conseguir suelo fértil. Los conocimientos adquiridos se revalidan y transmiten a través del conjunto de prácticas culturales que se vinculan en la vida cotidiana a los sistemas productivos, dotando cada actividad de un significado asociado a los procesos naturales de los ecosistemas presentes. El modelo de construcción y gestión del paisaje se encuentra latente entre los habitantes y su mayor fragilidad se presenta en el desconocimiento de la mirada externa que interviene el territorio.

El modelo técnico del oasis y los conocimientos ancestrales

La valoración del conocimiento técnico ancestral intrínseco en un paisaje se fundamenta en la interpretación de Pietro Laureano (1995) sobre los sistemas constructivos y las configuraciones espaciales que se observan en los oasis del Desierto del Sahara, cuya disponibilidad restringida de recursos obliga a controlar racionalmente la matriz biofísica existente. Cada intervención, por mínima que sea, permite la transformación y el enriquecimiento de la biodiversidad de los ecosistemas que se forman con el tiempo. El oasis es un modelo técnico de intervención humana en el entorno que posibilita el fortalecimiento de interacciones positivas entre el clima y la geografía, el agua, el suelo, la flora y fauna (Chandia-Jaure y Cuchí, 2011). Del trabajo humano, se fundan áreas fértiles crecientes, las cuales no existían antes de la intervención o eran muy reducidas (Laureano, 2001).

Para la construcción de estos espacios fértiles, los habitantes desarrollan estrategias observables en tres órdenes jerárquicos: i) intervenciones en la morfología del lugar, de carácter fundacional y estructurante, donde se definen las redes de flujos de aguas y se organizan espacios. ii) Desarrollos de obras arquitectónicas o infraestructura de riego donde se decide el uso de ciertos materiales y sistemas constructivos. iii) Realización de actividades de mantenimiento y control de la flora y la fauna, vinculadas a los ciclos de la agricultura y a rituales simbólicos de reproducción de los saberes asociados (Chandia-Jaure, 2013).

La mirada del oasis como modelo técnico de construcción de un paisaje aporta una visión integral de un proceso, donde el diseño de los espacios hidráulicos delimita el territorio productivo y la construcción de obras garantiza su estabilidad en el tiempo, mientras que la comunidad representa la energía disponible que

mantiene vigente el sistema, tanto desde la fuerza de trabajo empleada para la construcción y mantenimiento físico del paisaje, como en la retransmisión generacional de los conocimientos.

El espacio hidráulico

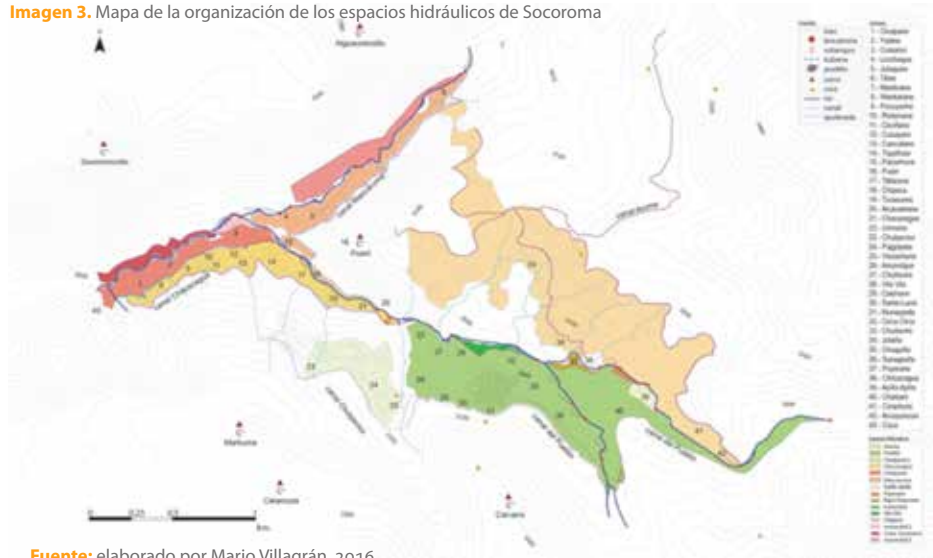
En los estudios de hidráulica andalusí (Malpica, 1996), realizados desde la arqueología del paisaje, se entiende por espacio hidráulico a un área irrigada, diseñada y construida considerando tanto el medio físico, como la organización de la producción agrícola. En su diseño convergen tres factores técnicos articulados: las fuentes de captación de agua, las pendientes favorables al movimiento del agua y el uso final para el cual se construye el sistema, sea consuntivo o productivo.

A partir de la exigencia de la gravedad como hecho fundacional, se articula la captación, el trazado y las pendientes de los canales de riego, y se definen los componentes que ordenan el espacio hidráulico (Barceló, 1989). Las limitaciones que presenta el uso de la gravedad hacen que un espacio hidráulico no pueda desarrollarse sobre la línea de agua del canal principal del cual deriva toda el agua de riego (Barceló, 2003). Una vez definidos los trazados delimitadores, se requiere la organización de los componentes que darán forma al sistema. Por una parte, las unidades –dispositivos estructurantes del diseño como acequias, lagunas, puentes, acueductos y caminos– y, por otra, los elementos –partes móviles que posibilitan la formación interior de los espacios como compuertas, bocatomas, rejas y alcantarillas– (Cogorno, 2015).

Las estructuras hidráulicas incluyen sistemas de captación, almacenamiento y distribución, además de la organización de los espacios y los asentamientos relacionados a ellos (Malpica, 1996). En el caso de estudio, los sistemas presentes son:

- **Captación:** constituye los puntos que definen los límites espaciales desde el lugar donde se modifica el afluente natural para la construcción de los cursos artificiales del agua.
- **Distribución:** se trata de una red de trazas comunitarias de agua que articula los puntos significativos determinados por los canales matrices y sus derivados, creando subespacios hidráulicos.
- **Almacenamiento:** son dispositivos comunitarios que acumulan el caudal nocturno para repartir durante el día el caudal acumulado por grupos de regantes.
- **Reparto:** es un subsistema de trazas de agua y elementos hidráulicos propios de cada parcela. Su correcto diseño, funcionamiento y mantención depende del conocimiento que tengan los regantes. Desde que el agua sale del sistema de distribución, el reparto considera variables técnicas como la calidad del suelo, el tipo de cultivo, la pendiente de los andenes y la velocidad de desplazamiento del agua para determinar el orden interno de las parcelas, y la optimización de las *chipallas*, la unidad de riego más pequeña de toda la estructura hidráulica.

Imagen 3. Mapa de la organización de los espacios hidráulicos de Socoroma



Fuente: elaborado por Mario Villagrán, 2016.

El diseño ideal de los espacios hidráulicos y su mantención en el tiempo considera la aplicación de la ley del mínimo, donde las comunidades controlan la degradación de su ecosistema en función de la presencia del recurso más escaso (Rappaport, 1987), pudiendo ser este el agua, el suelo o la energía disponible. Si las necesidades de la población crecen, el recurso escaso sería el suelo y el agua, por lo tanto, se diseñaría un nuevo espacio con nuevas fuentes de captación. Pero si la población decrece, los espacios que se abandonarían serían aquellos que requieren mayor energía para su mantención. A partir de estas premisas, es posible observar el paisaje organizado en cuatro grandes espacios hidráulicos comunitarios definidos por los canales Pueblo, Chacacagua, Aroma y Mancaruma. Se observan otros espacios menores que siguen la lógica del espacio hidráulico con sus propias fuentes de captación y de uso particular o esporádico (véase Imagen 3).

Captación y distribución: los puntos y las trazas

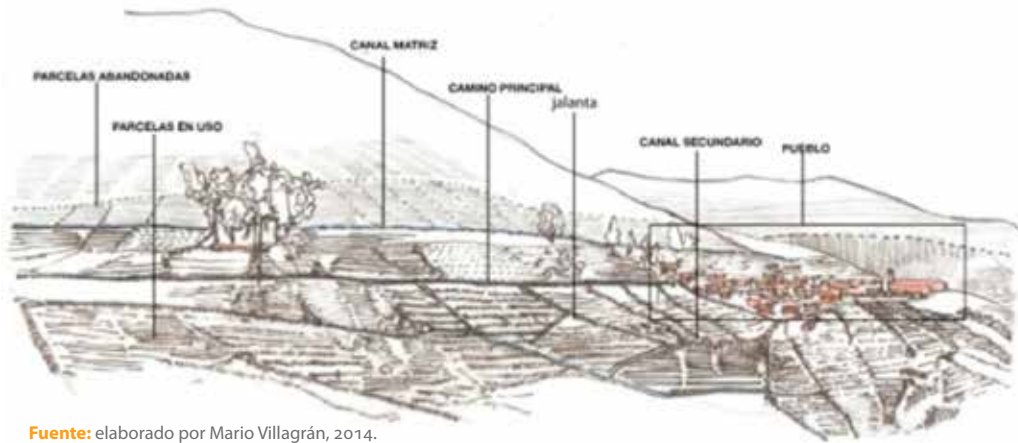
Socoroma es el único asentamiento ubicado en la subcuenca homónima perteneciente a la cuenca de Lluta. Sus flujos naturales de agua son dos quebradas: Aroma y Socoroma, las cuales se unen para formar el río Socoroma, desembocando posteriormente en el río Lluta. Los espacios hidráulicos se construyen a partir de la subdivisión del caudal natural en dos canales de cada quebrada: Pueblo y Chacacagua para la parte superior e inferior respectivamente de la quebrada Socoroma, Aroma y Mancaruma para la parte superior e inferior respectivamente de la quebrada Aroma. Se construyen de esta forma cuatro canales matrices –dos arriba y dos abajo– que estructuran el diseño de los espacios (véase Imagen 4).

Imagen 4. Diagrama topológico de los componentes del espacio hidráulico de Socoroma y sus relaciones



Fuente: elaborado por Mario Villagrán, 2014.

Imagen 5. Unidades del espacio hidráulico del canal Pueblo

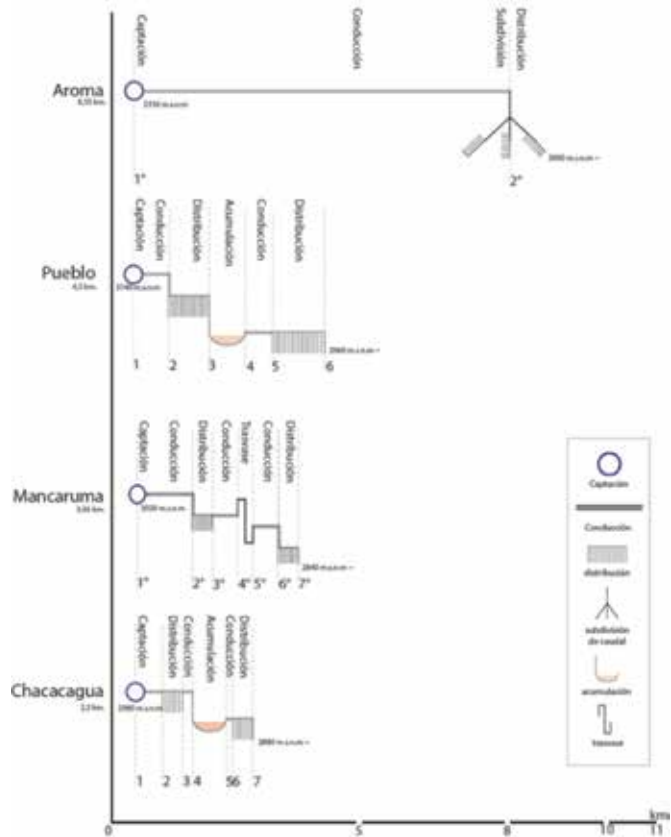


Fuente: elaborado por Mario Villagrán, 2014.

El canal Pueblo es el canal de mayor uso. Recorre unos 4,5 km abasteciendo a unas 300 parcelas. El canal suministra agua corriente a las primeras parcelas hasta llegar a un estanque de acumulación, donde se divide el agua para el uso consuntivo de los habitantes del pueblo y para la irrigación en turnos de riego entre unas parcelas de irregular geometría. En su recorrido entra en la zona urbana definiendo la geometría de los caminos adyacentes (véase Imagen 5). Sus excedentes pasan a formar parte del canal Chacacagua ubicado en la parte baja. Los dos espacios hidráulicos formados maximizan el uso del agua proveniente de la quebrada Socoroma antes de encontrarse con la quebrada Aroma. El canal Chacacagua se extiende 2,2 km y la configuración de sus parcelas es lineal, dentada y de un ancho máximo de 150 metros. La ladera de descenso del agua desde el canal matriz presenta una pendiente natural fuerte, en torno al 80%, razón por la cual se reducen las pendientes construyendo terrazas –andenes o patas– de piedra en seco² e infraestructura para el riego que regula el caudal que finalmente entra en las parcelas.

El canal Aroma configura un espacio hidráulico que se adapta a la geografía compleja y a la baja calidad del suelo cultivable. El canal genera una división tripartita de su caudal, donde la comunidad define un canal para el uso alternado que cambia cada dos años. Finalmente, el canal Mancaruma configura parcelas de organización lineal y de escalonamiento continuo con una superficie cultivable mayor que en los otros espacios. Su extensión total es de 3,6 km y presenta un trasvase de su caudal en la intersección entre la quebrada Aroma y la quebrada Socoroma, para continuar distribuyendo sus aguas entre el canal Chacacagua a otras zonas de cultivo (véase Imagen 6).

Imagen 6. Diagrama lineal de la distribución del agua en los espacios hidráulicos que forman los cuatro canales matrices



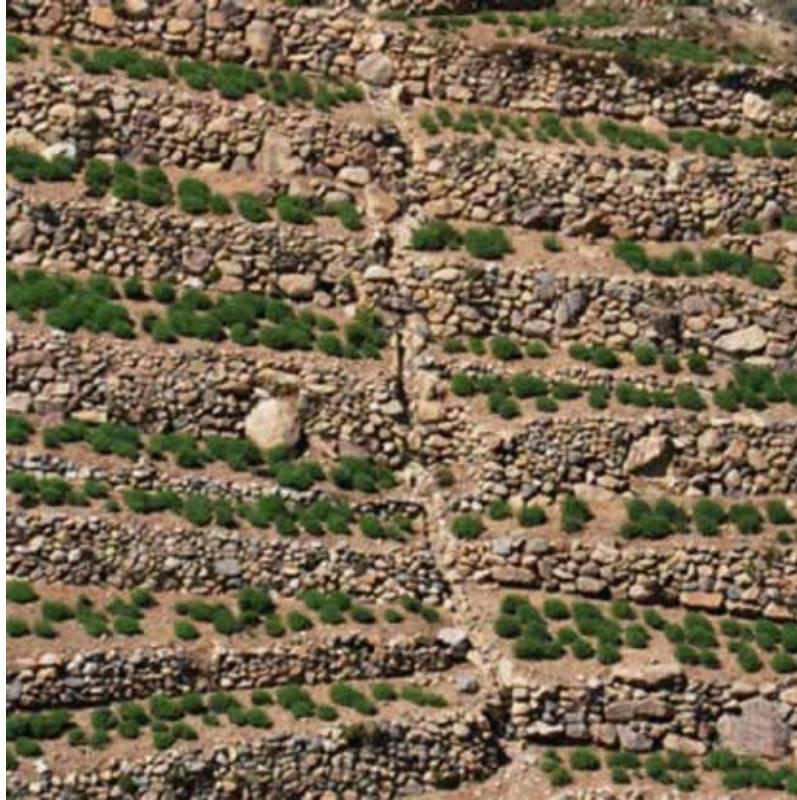
Fuente: elaborado por Mario Villagrán, 2016.

Reparto

Tras la organización general de los espacios hidráulicos y la distribución comunitaria del recurso, el sistema de reparto define el orden propio de cada parcela, cuyo diseño interior considera topografía, tipo de suelo y cantidad de material disponible –especialmente piedra– para la construcción de las terrazas –patas– y el

2 Sistema constructivo que emplea el arte de apilar la piedra sin aglomerantes en una escala no megalítica. Se encuentra presente en terrazas andinas, pero también en países como España e Italia. Se desarrolla por las propias comunidades en función de la disponibilidad de material y energía. Su eficiencia depende de constructores que realicen mantenimiento permanente de las obras.

Imagen 7. Vista frontal de una parcela



Fuente: fotografía de la autora, 2012.

subsistema de canales de reparto gravitacional del caudal interno. Dicho sistema tiene un orden jerárquico que comienza en el reparto comunitario, hasta definir el reparto específico del caudal en cada planta que será regada en la terraza de cultivo. En el sistema de reparto las unidades son cuatro: canal matriz, *jalanta*, contra y *chipalla* (véase Imagen 7).

Canal matriz

El canal matriz define la línea de rigidez del espacio hidráulico a partir del cual el agua se desplaza por gravedad. Tiene unos 40 cm de ancho por 20 cm de profundidad, con una pendiente del orden del 3% al 6%. La entrada del agua en cada parcela se realiza desde entregas prediales, aberturas que conectan con canales secundarios. El canal matriz puede conectar con la parcela a través de una entrega directa o de un canal interno. El control del caudal en el sistema tradicional dispone de una piedra para frenar el caudal y un material flexible para amortiguar la velocidad del flujo de agua. La misma piedra puede cerrar la entrada cuando no es turno de riego. Actualmente, intervenciones externas han instalado compuertas metálicas sin amortiguación, generando conflictos con la comunidad. Muchos regantes mantienen estas compuertas abiertas para continuar utilizando los elementos que dosificaban el agua tradicionalmente.

Jalanta

Desde el canal matriz, por el punto más elevado de una parcela, desciende en forma perpendicular un canal inclinado en toda su extensión, cuya pendiente es del 40% o 50%, pudiendo llegar en algunos casos a un 90%, como es el caso del canal comunitario El Chorro, desde el cual se deriva el flujo del canal matriz hacia un subsistema de canales que irrigan el área baja del espacio hidráulico del canal del Pueblo. La palabra *jalanta* es de origen aymara y significa dejar caer (Katari.org, 2014), ya que justamente eso es lo que hace con el flujo de agua, la cual se desplaza a alta velocidad por este canal. Tiene unas dimensiones de 20 cm de ancho y 10 cm de profundidad. Está construida de piedras irregulares en su base y piedras planas en su borde, de manera que consigue reducir las pérdidas por absorción del suelo y controlar la erosión laminar, dirigiendo el caudal por un mismo lugar. La rugosidad de la base –cercana a un escalonamiento– ayuda a generar modificaciones mínimas en la pendiente del canal, de manera que se reduce la velocidad de descenso del agua y se permite la acumulación parcial en cada zona de desvío del caudal hacia las terrazas.

Los elementos observables de la *jalanta* son: una apertura en el borde por cada nivel de terraza que abastecerá, la cual se apoya en piedras móviles que permiten desviar el flujo hacia el extremo

superior de la terraza que corresponde regar. Además de estas piedras que direccionan el flujo, hay otras que se instalan en la parte superior de las aperturas para reducir momentáneamente la pendiente y disipar la energía, permitiendo la entrada del caudal hacia el interior de la terraza. En ambos componentes aparecen otros amortiguadores de la energía compuestos por material flexible –habitualmente fibras– que además sellan las uniones de las piedras para evitar las filtraciones de agua.

En algunos casos, la *jalanta* es un canal comunitario que pasa el agua desde un punto a otro contra pendiente. También se localiza en el costado más elevado de la parcela actuando como deslinde y direccionando el agua en el interior de cada una de las terrazas. En otros casos, cuando las parcelas exceden la media del ancho –hasta 50 m–, se construye una *jalanta* intermedia dentro de una misma parcela. La irregularidad de las parcelas y sus subdivisiones adaptadas completamente a la topografía determinan que el elemento ordenador del conjunto de parcelas sea la *jalanta*.

Contra

Es el canal interno de cada terraza y surge a partir de las entradas de la *jalanta*. Circula de forma paralela al canal matriz, siguiendo la curva de la ladera. Se localiza siempre justo en el borde inferior del muro de contención de piedra. El canal es de tierra, de geometría redondeada, con una pendiente aproximada entre el 3% y el 10% dependiendo de la geografía del andén, y del tipo de suelo donde se desarrollan los cultivos. Sus dimensiones aproximadas son de 15 cm de ancho por unos 7 cm de profundidad. Actúa como distribuidor interno del curso del agua, reduciendo considerablemente la velocidad del caudal que trae la *jalanta*. La contra requiere mantenimiento cada vez que vuelve a comenzar un ciclo agrícola. Además de ser el canal que regula la velocidad del caudal y organiza la distribución interna de cada terraza, de manera paralela a este, se forma un pequeño sendero que permite los desplazamientos internos de los habitantes en cada terraza.

Chipalla

Es la unidad básica y de mínima dimensión de los espacios hidráulicos descritos. Es un pequeño surco de unos 5 cm de ancho por 5 cm de profundidad, de carácter temporal y que se dibuja en los terrenos para conducir el agua desde la contra hacia cada una de las plantas distribuidas en una terraza de cultivo. Desde la contra, las *chipallas* siempre tienen una dirección oblicua, cuyo trazado forma un ángulo de unos 45° con respecto a esta y en dirección hacia el punto más bajo del terreno. A partir de ese trazado inicial, mientras el agua circula por las contras, el regante “dibuja” el resto de *chipallas* necesarias para regar individualmente cada planta. El trazado ramifica el caudal, configurando una retícula de agua en toda la extensión de una terraza. Cuando el agua comienza a sobrepasar la carga del suelo, el regador desvía el agua hacia otra planta que aún no esté completamente regada. Una vez que todas las plantas del terreno están regadas, se procede a cerrar la entrada que la *jalanta* tiene en la contra superior para permitir que el agua avance hacia la siguiente contra más baja del mismo terreno y vuelva a comenzar el proceso. Como el sistema de riego necesita que el agua se mueva por gravedad hasta todos los puntos

de una terraza, los andenes tienen una pendiente longitudinal y una pendiente transversal con respecto al muro, lo cual provoca que el agua tienda a moverse desde el vértice superior izquierdo hacia el vértice inferior derecho y llegue a encontrarse en el extremo opuesto a la *jalanta* con un canal de desagüe que evacúa los excesos hacia la terraza inmediatamente inferior.

La observación sistemática de una parcela en fase de riego evidencia que el riego ejecutado correctamente humedece sólo la porción de tierra asociada a una planta, dejando manchas de suelo seco, con el fin de controlar la erosión laminar por exceso de agua. El riego por *chipallas* se compara con dibujar trazos sobre un papel sin llegar a pintarlo completamente. Es un proceso dinámico, determinado por las variables ambientales propias del momento en que se riega. Depende del suelo, de la dirección y fuerza del viento, y del nivel de radiación solar existente que posibilitará o no la evaporación del agua. Requiere de uno o dos regantes para detener el riego de una terraza en el momento preciso mediante el cierre o apertura de la *jalanta* en la contra correspondiente.

El origen de la palabra *chipalla* puede derivar del aymara *ch'ipha* (Katari.org, 2014) que es una red hecha de cuerda. El conjunto de *chipallas* forma una red de trazados pequeños para la irrigación. El trazado en el terreno se realiza con una herramienta llamada *chipana*³ cada vez que corresponde el turno de riego en una parcela determinada y varía en función del comportamiento del curso de agua en su recorrido entre el canal interno de la parcela y la planta que debe ser regada. Los habitantes describen la técnica como la manera de hacer llegar el agua a la planta por medio de las *chipallitas* que se dibujan en el suelo para que llegue el agua y redibujarlas hacia otra dirección cuando la planta ya se ha regado.

Este sistema de riego es reconocido por la comunidad como parte de los saberes transmitidos ancestralmente y de mayor uso en Socoroma (Castro, 1992). De la observación sistemática realizada entre los años 2013 y 2016 hemos constatado que continúa siendo el sistema de riego más utilizado. Milka Castro (2008) afirma que los sistemas de riego andinos han demostrado ser los únicos verdaderamente eficientes en un territorio con la complejidad de Los Andes. La *chipana* es una herramienta que sólo tiene valor y permite realizar correctamente un proceso cuando está en manos de quien tiene los conocimientos sobre la manera adecuada de operar el agua y los surcos, en función de reconocer las interacciones entre los componentes biofísicos del territorio. Los habitantes del lugar saben cómo dosificar de forma precisa el caudal del agua que entra en la parcela y que se distribuye por las *chipallas*. Es el riego por este medio y toda la complejidad que se oculta detrás de esta técnica lo que determina que el espacio predominantemente habitado sean las parcelas y el territorio asociado, más que las viviendas y el espacio urbano del lugar.

3 Es una vara de caña de 1,6 m de alto. Originalmente tenía un corte oblicuo en la parte inferior, pero actualmente tiene una paleta de fierro de un diámetro de 5 cm que sirve para realizar los trazados necesarios en el suelo.

Comentarios finales

Los espacios hidráulicos de Socoroma se configuran a partir de un diseño inicial que define interacciones entre los componentes biofísicos presentes y delimita el territorio productivo en función de la organización espacial del movimiento del agua. Considerando que es la propia comunidad el *stock* de energía disponible para mantener en el tiempo el paisaje construido, resulta fundamental la apropiación cultural de los conocimientos del medio y el nivel de arraigo de la población. Esto se observa tanto en la transmisión de las prácticas cotidianas para gestionar el paisaje, como también en las prácticas simbólicas de reproducción ritual, asociadas a los ciclos productivos.

De la observación de las técnicas aplicadas para modelar el paisaje queda en evidencia la comprensión por parte del grupo constructor del medio ambiente para adaptar la habitabilidad en el tiempo. Se trata de un modelo poco explorado desde el punto de vista tecnológico para el caso específico chileno, sin embargo, es representativo de otros asentamientos humanos de larga tradición localizados en el extenso territorio del desierto de Atacama.

Es posible distinguir un modelo de gestión sustentable del territorio, ya que explota los recursos disponibles –agua, suelo fértil, materiales– sin comprometer su *stock* para el futuro. Reconoce la

acción erosiva del agua como agente de riesgo y construye dispositivos para su mitigación. Reutiliza los excedentes del agua y considera la regeneración de los nutrientes del suelo explotado. Utiliza para ello energías renovables –fuerza de gravedad, energía solar y trabajo comunitario– y materiales locales. Se adapta a las nuevas demandas y reconoce que, desde el diseño original, la disponibilidad de agua impone límites. Si la productividad debe aumentar, no se sobreexplota un espacio hidráulico, sino que se construye uno nuevo. Muy probablemente, los cuatro espacios hidráulicos comunitarios tienen una secuencia temporal de construcción, en función de las demandas sociales de suelo productivo, la cual crece o decrece según las transformaciones sociales producidas en el tiempo. Las terrazas de cultivo son la expresión física de un amplio conocimiento de los procesos que llevan a su existencia y vigencia en el tiempo, los cuales están arraigados culturalmente, tal como lo ha mostrado Carlos Choque en sus múltiples trabajos sobre las tradiciones locales y el territorio (Choque Mariño, 2015; Choque Mariño y Díaz Araya, 2017; Choque Mariño y Pizarro, 2013). La comprensión ambiental de las lógicas tradicionales para la construcción del paisaje contribuye a valorar la importancia del conocimiento local para las intervenciones futuras, especialmente frente a los escenarios de vulnerabilidad que enfrentan los territorios del desierto ante el cambio climático, las influencias provenientes de modelos foráneos, la creciente migración a la ciudad y, junto con ello, la posible pérdida de estos conocimientos técnicos para la reproducción social del territorio.

Bibliografía

- BARCELÓ, M. (2003). "Saber lo que es un espacio hidráulico y lo que no es o Al-Andalus y los feudales". En: J. A. González Alcantud y A. M. Cuello (coords.), *El agua: mitos, ritos y realidades: Coloquio Internacional, Granada, 23-26 de noviembre de 1992*. Barcelona, Granada: Anthropos, Diputación Provincial, pp. 240-444.
- BARCELÓ, M. (1989). "El diseño de espacios irrigados en Al-Andalus: un enunciado de principios generales". En: *El agua en zonas áridas: arqueología e historia*. Almería: Instituto de Estudios Almerienses, pp. XV-L.
- BERKES, F., COLDING, J. y FOLKE, C. (2000). "Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management". *Ecological Applications*, 10 (5): 1251-1262.
- BOCCO, G. y WINKLERPRINS, A. (2016). "General principles behind traditional environmental knowledge: the local dimension in land management". *Geographical Journal*, 182 (4): 375-383.
- CASTRO, M. (2008). "La tecnología del riego en la cultura de los pueblos andinos". En: E. Ruz y L. Santos Pereira (eds.), *Taller Internacional: Modernización de riegos y tecnologías de información. Síntesis de resultados*. Montevideo: PROCISUR, IICA, pp. 57-59. Consultado en: <http://www.procisur.org.uy/adjuntos/150000.pdf>
- CASTRO, M. (1992). *Cultura hídrica, un caso en Chile*. Caracas: Unesco.
- CASTRO, M. y BAHAMONDES, M. (2011). *Impacto de la inversión pública en obras de riego y del movimiento poblacional en la costumbre ancestral andina de la precordillera y el altiplano de Arica*. Arica: CONADI.
- CHANDÍA-JAURE, R. (2013). "Estrategias de gestión sostenible del territorio: cultura de riego alto-andino del desierto de atacama". *AUS*, 13 (1): 5-10.
- CHANDÍA-JAURE, R. y CUCHÍ, A. (2011). "La construcción de la habitabilidad y el paisaje en los oasis del desierto de Atacama". En: *Trienal de Investigación Facultad de Arquitectura y Urbanismo*. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Consultado en: <https://www.fau.ucv.ve/trienal2011/cd/documentos/as/AS-02.pdf>
- CHOQUE MARIÑO, C. (2015). *Los Socoromas. Modos de vida, tecnologías y religiosidad*. Arica: CONADI.
- CHOQUE MARIÑO, C. y DÍAZ ARAYA, A. (2017). "Ahora sí que es pachallampe: simbolismo, tecnología y memoria en la siembra de papa en Socoroma, norte de Chile". *Chungará*. Consultado en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73562017005000024&lng=es&nrm=iso
- CHOQUE MARIÑO, C. y PIZARRO, E. (2013). "Identidades, continuidades y rupturas en el culto al agua y a los cerros en Socoroma, una comunidad andina de los Altos de Arica". *Estudios atacameños*, 45: 55-74.
- COGORNIO, G. (2015). *Agua e hidráulica urbana en Lima: espacio y gobierno, 1535-1596*. Lima: Instituto Riva-Agüero.
- DELGADO, F. y GÖBEL, B. (2003). "Departamento de Susques: la historia olvidada de la Puna de Atacama". En: *Puna de Atacama: sociedad, economía y frontera*. Córdoba: Alción, pp. 81-104.
- GARAY, E. P. y LARRABURE, J. L. (2011). "Relational knowledge systems and their impact on management of mountain ecosystems: approaches to understanding the motivations and expectations of traditional farmers in the maintenance of biodiversity zones in the Andes". *Management of Environmental Quality*, 22 (2): 213-232.
- KATARI.ORG. (2014). *Diccionario Quechua - Aymara al español*. Consultado en: <http://www.katari.org/diccionario/diccionario.php>
- LAUREANO, P. (2001). *Atlas de agua: los conocimientos tradicionales para combatir la desertificación*. Barcelona: IPOGEA.
- LAUREANO, P. (1995). *La piramide rovesciata: il modello dell'oasi per il pianeta terra*. Torino: Bollati Boringhieri.
- MALPICA, A. (1996). "Análisis arqueológico de las terrazas de cultivo. El ejemplo de los Albercones de la Alhambra de Granada". En: *II Coloquio Historia y Medio Físico. Agricultura y regadío en al-Andalus*. Consultado en: [http://www.dipalme.org/Servicios/Anexos/anexosiea.nsf/VAnejos/IEA-ara-c28/\\$File/ara-c28.pdf](http://www.dipalme.org/Servicios/Anexos/anexosiea.nsf/VAnejos/IEA-ara-c28/$File/ara-c28.pdf)
- MAMANI, M. (2010). *Estudio de la toponimia: región de Arica y Parinacota y región de Tarapacá. Origen y significado de nombres de lugares del norte chileno*. Volumen 1. Arica: Universidad de Tarapacá.
- RAPPAPORT, R. A. (1987). *Cerdos para los antepasados: el ritual en la ecología de un pueblo en Nueva Guinea*. México, D.F.: Siglo XXI.
- REYES-GARCÍA, V. y SANZ, N. M. (2007). "Etnoecología: punto de encuentro entre naturaleza y cultura". *Ecosistemas*, 16 (3): 46-55.
- SANTORO, C., et al. (1998). "Proyectos de irrigación y la fertilización del desierto". *Estudios atacameños*, 16: 321-336.
- TOLEDO, V. M. (2002). "Ethnoecology: a conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature". In: J. R. Stepp, et al. (eds.), *Ethnobiology and biocultural diversity*. Atlanta: International Society of Ethnobiology, University of Georgia Press, pp. 511-522.
- ZENTENO, B. H. (2009). "Acercamiento a la visión cósmica del mundo Andino". *Punto Cero*, 14 (18): 83-89.