

Rosa Chandía-Jaure

Arquitecta, Magister y Dra. (c) en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente. Académica del Departamento de Planificación y Ordenamiento Territorial, Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago de Chile.

RESUMEN

Chile enfrenta un escenario de escasez hídrica, provocado por el cambio climático y la gestión poco eficiente de los recursos hídricos. Los asentamientos urbanos se encuentran vulnerables y deben adaptarse con el fin de garantizar la disponibilidad hídrica futura para sus habitantes y para los ecosistemas cercanos. En la búsqueda de posibles mecanismos de adaptación para enfrentar este desafío, se reflexiona sobre los aportes provenientes del conocimiento técnico heredado de antiguas sociedades sobre la gestión del agua. Se observa en estas sociedades, el reconocimiento de la cuenca hidrográfica como unidad territorial determinante de las intervenciones. El uso de materiales locales y el reconocimiento del entorno, posibilitó la construcción de un paisaje y la gestión eficiente del agua disponible, permitiendo la estabilidad de las sociedades por extensos periodos de tiempo.

El conocimiento técnico ancestral, ya sea aquel que desarrollaron grandes civilizaciones, como también el de comunidades indígenas que aún hoy se mantienen vigentes, constituye un cuerpo integral de saberes de bajo impacto en el medio ambiente y de alta resiliencia frente a los cambios. Constituye un modelo para reorientar las estrategias que permiten el reconocimiento del entorno y la gestión sustentable del agua, desde la gestión local de los recursos disponibles.

Palabras clave: cultura hídrica, hidráulica tradicional, agua y paisaje

ABSTRACT

Chile faces a scenario of water scarcity, caused by climate change and inefficient management of water resources. Urban settlements are vulnerable and must adapt to ensure future water availability for their inhabitants and for nearby ecosystems. In a search for possible ways to face this challenge, the contributions of old societies on water management are presented. In these societies, the recognition of the hydrographic basin as a determining territorial unit of the interventions, the use of local materials and the recognition of the environment, made possible the construction of a landscape together with the efficient management of available water. All this allowed the stability of these societies for long periods of time.

Ancestral technical knowledge -developed by great civilizations, as well as that developed by indigenous communities still in force- constitutes a comprehensive body of knowledge about low impact on the environment and high resilience in the face of changes. This knowledge constitutes a model to reorient the strategies for the recognition of the environment and the sustainable management of water from the local management of the available resources.

Keywords: water culture, traditional hydraulic systems, water landscape

Recibido en octubre del 2020, publicado el 29 de diciembre de 2022.

DOI: <https://doi.org/10.4067/plan.045.099>

INTRODUCCIÓN

El extenso periodo de sequía meteorológica que ha enfrentado Chile en los últimos años, ha provocado una reducción de los caudales y escorrentías, junto a una disminución de la humedad del suelo y disponibilidad de aguas subterráneas, provocando uno de los mayores desastres socio ambientales del Cambio Climático (Nuñez Cobo & Verbist, 2018). Por otra parte, los patrones de consumo, vinculados a la rápida urbanización, al desarrollo económico y la desigualdad, son algunas de las principales causas socio-económicas de la presión que soportan los sistemas hídricos (UNESCO ONU-Agua, 2020). Se observa en las ciudades y áreas industrializadas, una sobreexplotación y gestión poco eficiente de los recursos naturales disponibles. Se satisface la demanda hídrica a nivel global, pero incrementando el déficit en el acceso local de agua. Como consecuencia, numerosas localidades urbanas y rurales presentan estrés hídrico, provocando un incremento en la desertificación, la cual se está desplazando paulatinamente hacia el sur, afectando de manera transversal, tanto a los ecosistemas como a la calidad de vida de las personas.

En la búsqueda de posibles enfoques para enfrentar esta situación de escasez, el artículo propone una reflexión distanciada del problema actual, sobre la observación de las relaciones entre agua y territorio que tuvieron sociedades ancestrales, particularmente sobre el conocimiento técnico, desarrollado a partir del reconocimiento del entorno y las conexiones entre sociedad, medioambiente, cultura y economía, que existieron en el pasado y que sirven de insumo para repensar en estrategias de intervención para el futuro (Laureano, 2005).

A partir de esta observación, es posible identificar el rol fundamental del conocimiento técnico sobre el agua y el territorio para la formación de los asentamientos humanos, especialmente en aquellos ambientes de reducida disponibilidad hídrica. En ellos, la *“integración de aspectos medioambientales, productivos, tecnológicos y sociales, sumados a valores éticos y estéticos, permitieron una fusión armónica entre el paisaje y los cánones impuestos por la tradición”* (Laureano, 2005, p. 26). En este sentido, es posible observar tanto en las antiguas civilizaciones, como en sociedades ancestrales que aún hoy se mantienen vigentes, que el agua es la condición fundacional de los asentamientos humanos. Esto requiere por parte del grupo constructor, del reconocimiento de la cuenca hidrográfica y de los factores ambientales que afectan al territorio: la temperatura y la humedad ambiental, la incidencia solar y las precipitaciones; así como también el tipo de suelo, la topografía, la flora y fauna, el agua superficial y subterránea disponible.

En concordancia con el Acta de Tarapacá (2018) se busca fomentar la reflexión y el aprendizaje para contribuir en la revaloración social, cambios de percepción, actitudes y prácticas en materia de agua (Santoro et al., 2018) a través de ejemplos de procesos que han funcionado de manera estable en largos periodos de tiempo. Se incentiva la exploración de lecciones que contribuyan al necesario proceso de reaprendizaje de los conocimientos, que surgieron de un saber de largo plazo, *“compartido, creado y transmitido de generación en generación a través de prácticas sociales utilizando los recursos internos renovables”* (Laureano, 2005, p. 24).

El conjunto de conocimientos técnicos locales se ha producido en distintas sociedades no conectadas entre sí, las cuales, conscientes de que el agua es el eje articulador en la construcción del paisaje, reconocieron los límites del recurso hídrico y desarrollaron estrategias adaptables para el aprovechamiento del agua disponible proveniente de ríos, manantiales y de aguas lluvias; sobre el desplazamiento gravitacional del agua; técnicas de almacenamiento y conducción, tanto para el aprovechamiento del agua disponible, como para enfrentar riesgos asociados a la energía de arrastre, como es el caso de inundaciones y aluviones. También definieron acuerdos regulatorios para administrar de manera adecuada los recursos hídricos que disponían. Estos saberes son los que permitieron en un comienzo el desarrollo productivo de un grupo humano, la estabilidad de sociedades ante transformaciones ambientales, culturales o económicas, e incluso el fortalecimiento de grandes civilizaciones por extensos periodos de tiempo.

La adaptación de la naturaleza para la explotación de sus recursos implica una asociación del pensamiento a la construcción de representaciones e interpretaciones de la naturaleza que permiten la reproducción en el tiempo por parte de la sociedad (Godelier, 1989). El valor simbólico asignado, se concreta en un constante equilibrio entre los recursos extraídos y los residuos generados. Su consecuencia, es el cierre de ciclos -del agua, materia y energía- de los procesos productivos y en concreto, en los procesos necesarios para crear y mantener la habitabilidad socialmente aceptada.

EL AGUA COMO RECURSO CRÍTICO EN CONTEXTOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

El ciclo del agua es renovable y se presenta en tres circuitos diferentes: escurrimiento superficial, donde el agua de lluvia se desplaza por el suelo y se convierte en parte del sistema de aguas superficiales, principalmente en ríos y lagos. En el circuito de la evapotranspiración, el agua se retiene como agua capilar en el suelo y la vegetación. Regresa a la atmósfera por evaporación y transpiración vegetal. En las aguas freáticas, el agua se infiltra circulando por conductos acuíferos y sale por manantiales, fuentes o pozos, uniéndose al agua superficial (Nebel & Wright, 1999). Pese a la continuidad de estos ciclos, la distribución del agua durante el proceso de renovación a través de la condensación y la evaporación no es uniforme, lo cual provoca diversidad de ambientes en la biósfera, en función de cómo afectan las diferencias de temperatura, la radiación solar y otros factores climáticos. La biósfera es un sistema termodinámico, donde el agua es materia y junto con la energía son los elementos fundamentales que posibilitan la existencia de las diversas formas de vida.

A partir de la sobreexplotación de los recursos, el incremento de la urbanización y de los efectos que ha provocado el cambio climático, el agua tiende hacia una situación crítica de escasez, alterando su ciclo natural, afectando en la cantidad y calidad del recurso, induciendo a un avance progresivo de la desertificación. Según el último informe Agua y Cambio Climático de UNESCO, el uso global de agua se ha multiplicado por seis en los últimos 100 años y sigue aumentando a un ritmo constante de 1% anual debido al crecimiento demográfico, al desarrollo económico y al cambio en los patrones de consumo (UNESCO ONU-Agua, 2020).

El desarrollo tecnológico que ha propiciado la industria para la captación, almacenamiento, purificación y distribución del agua, han permitido que los países desarrollados desde el siglo XIX en adelante pudiesen mejorar el acceso al agua, de una manera tan sencilla que los habitantes de las ciudades fueron olvidando socialmente la condición de escasez y dependencia del agua para la existencia. Conforme va aumentando la población, el consumo de agua también va aumentando. Los mecanismos de extracción y almacenamiento han conseguido obtener agua capaz de irrigar grandes hectáreas en zonas áridas. Sin embargo, evidencia un problema de reposición de su capital natural, ya que el ritmo de extracción del agua proveniente de acuíferos profundos es muy elevado respecto de las tasas de recuperación del stock de agua disponible. El abastecimiento de agua urbana es especialmente vulnerable. UNESCO estima que para el 2050, algunas ciudades como Amman, Ciudad del Cabo y Melbourne pueden experimentar problemas de disponibilidad de agua hasta en un 49%, mientras que en el caso de Santiago de Chile, la estimación proyecta un declive por sobre un 50% en su disponibilidad de agua, lo cual sin duda provocará un grave impacto social y ambiental producto de la escasez (UNESCO ONU-Agua, 2020, p. 21).

LECCIONES DEL PASADO: EL AGUA EN SOCIEDADES ANCESTRALES

La disponibilidad del agua es tan fundamental para la existencia, que se encuentra inserta en los sistemas culturales y de creencias de las sociedades ancestrales. Esto se evidencia en la presencia de deidades como *Quetzalcóatl*, el dios de la lluvia en los mayas. También en Amaru o *Katari*, la deidad que representa el agua que escurre por irrigación en canales, ríos o vertientes propia de la cosmovisión andina entre quechuas y aymaras. Representa una inestabilidad en sus flujos, por lo tanto, una vulnerabilidad de los ecosistemas y la sobrevivencia. Por otra parte, desde la cosmovisión griega, se creía que el agua era el *arjé*, el principio original de todas las cosas, desde donde todo procede y a la que todo vuelve otra vez (Vázquez Hoys, 2006). En términos funcionales, la presencia de las sequías en las civilizaciones antiguas requirió de un gran esfuerzo e ingenio a lo largo de extensos periodos de tiempo, para la construcción de obras en el territorio, con el fin de mantener aseguradas reservas de agua de sus habitantes. Su ausencia continuada en el tiempo ha llegado incluso influir en la extinción de grandes sociedades, como lo ocurrido en el caso de la civilización Maya, quienes habrían experimentado extensas sequías en un periodo de unos 100 años en los siglos IX y X, lo cual fue llevando paulatinamente al deterioro de la civilización, afectando directamente en la extinción de la sociedad. (Gill 2008).

En los grupos de recolectores y cazadores, la búsqueda de agua en arroyos y manantiales condicionaba los lugares de acampado, en una ruta de desplazamientos continuos. Al surgir las sociedades sedentarias, los asentamientos se localizaron en torno a cursos de agua. Surgieron sistemas de aguas comunitarios gestionados por poderes centrales; y sistemas descentralizados organizados desde la autogestión comunitaria (Gill, 2008, p. 316). Los asentamientos más grandes necesitaban instalaciones más complejas y dispositivos para el agua: depósitos de agua dulce, baños centrales, así como desagües y retretes para intentar separar el abastecimiento del agua de las aguas residuales. El aumento de la po-

blación ponía en permanente tensión el suministro del agua, cuya disponibilidad a menudo era limitada. Esto llevó a la construcción de obras complejas para el traslado del agua. Los primeros acueductos que llevaron agua a la ciudad desde otras cuencas hidrográficas fueron construidos en Jerusalén y Grecia. Especial atención llama el Acueducto de Eupalinos, un túnel de 1,5 metros de ancho x 1,75 metros de altura, construido en el siglo VI a.C., el cual atraviesa el monte Ampelos en una extensión de 1.036 metros, conectando dos cuencas hidrográficas de manera subterránea, para permitir el acceso al manantial de Agiade desde la ciudad de Samos. Su excavación manual se realizó desde ambos extremos de la montaña. Para hacer coincidir ambos túneles, se aplicaron conocimientos de geometría, con el fin de desviar las excavaciones horizontales manteniendo una pendiente regular que permitiera el desplazamiento gravitacional del agua, de manera que en algún punto se cruzaran sin provocar diferencias verticales de nivel (Apostol, 2004).

La ciudad de Atenas tenía una reducida disponibilidad hídrica y destacó por la gestión sostenible del agua urbana. El agua proveniente de ríos se priorizó para el riego. Por lo tanto, fue un enorme desafío abastecer a la población urbana del agua necesaria para consumo. La irregularidad de las lluvias, hicieron necesaria la recogida de aguas en época de abundancia, para su posterior uso en época de escasez. Se definieron en la Acrópolis tres fuentes naturales que se complementaban con la presencia de pozos y cisternas para recoger el agua lluvia, además de la construcción de sistemas de acueductos y canales de drenaje para el desplazamiento del agua. (Vázquez Hoys, 2006) (Figura 1 y 2)

Posteriormente, aparecieron acueductos elevados entre España y Alejandría. Los romanos en el año 312 advirtieron que el Tíber estaba demasiado contaminado para abastecer de agua potable, y construyeron su primer acueducto, para completar un sistema centralizado compuesto por nueve acueductos en un total de 423 km, con el fin de abastecer a los cerca de 1000 baños públicos que disponía la ciudad (Ponting, 1992, p. 466).

El problema del abastecimiento del agua también fue enfrentado por las grandes civilizaciones latinoamericanas. La mayoría de las ciudades mayas clásicas, dependían del agua lluvia almacenada en estanques para el acceso al agua potable. Uno de los ríos más importantes de México, el Usumacinta, fluye a través de rocas sedimentarias impenetrables, por lo que su flujo depende mucho de la escorrentía. Si existen períodos extensos de sequía, su caudal puede llegar a reducirse hasta en un 85% respecto del periodo de lluvias. En el norte del Champotón, la zona es de drenaje kárstico, es decir, las formaciones de piedra caliza son extremadamente permeables, donde el agua fluye con rapidez a través de ellas, formando cavernas. Cuando una caverna se desploma, deja una cueva abierta al cielo, donde aparecen los cenotes, los cuales, según sus dimensiones y profundidad, pueden llegar a abastecer de agua durante todo el año a la población (Figura 3). A partir del conocimiento surgido



Figura 1. Canal de drenaje en Acrópolis de Atenas. Los excedentes de agua infiltran por gravedad desde las zonas altas para conducirlos hacia zonas bajas para su uso en riego (2013).



Figura 2. Canal de conducción de aguas en Acrópolis de Atenas. Forma parte del conjunto de canales para recuperar el agua lluvia y conducirla a cisternas (2013)

de la observación del entorno y de este fenómeno geológico, los mayas desarrollaron la tecnología crítica para el abastecimiento del agua (Gill 2008, p. 316), la cual era controlada a lo menos de tres maneras distintas: drenando excesos de las tierras inundadas, conservando la humedad del suelo y recolectando y almacenando el agua. En la ciudad de Tikal además, se desarrollaron grandes plazas con sistemas de pavimentación permeable, que permitía la captación de agua lluvia estacional, para canalizarla y almacenarla en estanques subterráneos de arcilla (Gallopín, 1990). Utilizaron además mecanismos para purificar el agua estancada, como es el empleo de nenúfares los cuales permiten eliminar contaminantes como nitrógeno, fósforo, partículas sedimentarias, químicos orgánicos y metales pesados de las aguas negras (Gill 2008, p. 323).

Por su parte el Imperio Inca, localizado en terrenos caracterizados por una compleja geografía de la Cordillera de Los Andes, definió las estrategias hídricas para manejar el agua desde la gestión local. Existe una diversidad de pisos ecológicos determinados por las características climáticas y geomorfológicas locales, que fueron definiendo la localización de los asentamientos dispersos en el territorio. Las diversas estrategias tecnológicas empleadas, basadas en el conocimiento sobre la acción gravitacional del agua para el manejo de las pendientes, permitieron un conjunto de soluciones técnicas complementarias entre sí: la gestión del agua lluvia a través de la evacuación; la canalización de ríos y torrentes, la construcción de diques de protección de tierras o canales de saneamiento de los humedales. Por otra parte definieron una estrecha relación entre la agricultura y el regadío: construyeron reservorios, canales de riego, andenerías con muros de contención y la adaptación de la pendiente original, para ampliar posibilidades de superficie cultivable (Beltrán-Caballero, 2013, pp. 199–200).

La cuenca del Cuzco es referencial en el caso de Los Andes. En las pendientes inclinadas de las laderas laterales y en los fondos de la cuenca donde se acumulan los sedimentos arrastrados por la escorrentía, se materializaron dos grandes esfuerzos para controlar el impacto del agua: por una parte, el control de la erosión de las laderas con fuerte pendiente, producida por los descensos de agua proveniente de lluvias estacionales y el control de la formación de humedales y zonas pantanosas en las tierras bajas. En ese sentido, la canalización del agua de los ríos y quebradas es una práctica que comienza varios siglos antes de la instauración del Imperio Inca. Posteriormente el Inca, perfecciona la tecnología para controlar los riesgos, donde apareció la combinación de la creación de canales de conducción y distribución, junto con la estabilización de laderas a través de la construcción de bancales y muros de contención, llegando incluso a construirse lugares ceremoniales asociados al culto del agua, como es el caso de Tipón. El agua es tan relevante en la construcción del paisaje, que en el caso del Cuzco – al igual como muchas otras ciudades- es el instrumento vertebrador del territorio, donde las obras construidas forman parte de una secuencia “donde los canales llevan a las terrazas, andenerías y campos de cultivo; los campos de cultivo se vinculan con los asentamientos donde habitaban los agricultores, y finalmente los asentamientos contextualizan la red de caminos que dan accesibilidad al territorio” (Beltrán-Caballero 2013, p. 208)



Figura 3. Cenote Sagrado de Chichen Itzá en Yucatán

LA AUTOGESTIÓN COMUNITARIA DEL AGUA ANDINA

En los asentamientos aislados de la sociedad andina vinculados a comunidades de oasis dispersos en el territorio, también es posible observar el rol fundacional del agua. En el caso chileno, las comunidades alto andinas han construido su paisaje a partir de la conjugación entre herencia cultural y conocimientos técnicos locales, manteniendo un modelo de intervención vinculado íntimamente al territorio y los recursos hídricos disponibles, observable en distintas dimensiones. En la dimensión tecnológica se modela el paisaje irrigado, el cual se funda desde mecanismos de captación, conducción y reparto del agua; luego se adapta el territorio a las condiciones de humedad y alta oscilación térmica, construyendo sistemas de andenerías de piedra apilada en seco para favorecer la acción micro climática local. En la dimensión social, el paisaje construido evidencia un conjunto de normas y prácticas que son parte de la organización social para el reparto del agua, donde la existencia de comunidades de agua, consolidan un régimen formal que se complementa con un régimen informal de gestión comunitaria para la distribución del agua, en función de las necesidades específicas de cada miembro de la comunidad según el tipo de cultivos, la época del año y la condición de cada terreno (Castro, 1992, p. 34). Las reglas comunitarias, se encuadran en el principio de reciprocidad e intercambio propio de las comunidades aisladas andinas. Estos principios se representan en el *ayllu*: unidad territorial colectiva de la tierra y en la *mit'a* -en este caso la *mit'a* de regadío- la cual obedece al intercambio recíproco de energía para mantener activos los sistemas tecnológicos de riego (Briones Valentin, 1999). En el pasado, la comunidad de habitantes compartía sus excedentes con otras comunidades dispersas en el territorio como islas de población mediante estrategias de reciprocidad y complementariedad de los recursos (Murra, 1975). En la dimensión cultural, el sistema se reproduce en el tiempo desde las concepciones propias de la cosmovisión andina, donde la Pachamama es la deidad principal. En ella se vinculan verticalmente los sistemas ecológicos y el agua en sus distintos estados, creando las relaciones entre el subsuelo -Manca Pacha- y el cielo -Alax Pacha- y donde la tierra -Anca Pacha- es el espacio mediador donde el hombre habita (Sierra, 2000).

El territorio del Desierto de Atacama se compone de frágiles ecosistemas que definen una precaria disponibilidad hídrica. El agua se concentra especialmente en el altiplano, producto de las precipitaciones de verano que originan ríos que vierten sus aguas hacia Bolivia. Otras aguas se acumulan hacia el occidente, en lagunas altiplánicas como Chungará o Parinacota. Una porción de agua se infiltra en las zonas altas y más abajo aflora en forma de vertientes posibilitando el desarrollo de la agricultura de pequeña escala en la precordillera. Posteriormente forman ríos donde se desarrolla agricultura de mayor escala en los valles bajos y el cauce adquiere forma de meandro, por lo tanto, dispone de mayor superficie cultivable.

Constantemente en diversas comunidades pertenecientes a la sociedad andina, tanto en Perú, como en Bolivia y Chile, hablan de “cultivar el agua” o “crianza del suelo” (PRATEC - CEPIA, 1988), aludiendo a la palabra cultivo o crianza, como representación del constante trabajo humano en la construcción de un paisaje y su mantención en equilibrio. Esta acti-

vidad se correlaciona con la concepción del origen según la cosmovisión andina, donde los pueblos brotaron desde lagos fuentes o cerros para poblar el mundo (Sierra, 2000). El *cultivo de agua* hace referencia a la creación de las conexiones entre el cielo y el subsuelo, para retornar las aguas utilizadas y rellenar los acuíferos. En las dinámicas territoriales del desierto, la escasa disponibilidad de recursos tanto de agua como de suelo, hacen que el sistema completo deba funcionar perfectamente equilibrado, y donde el “cultivador” es esencial para la existencia de los ciclos de productividad. De esta forma, según Milka Castro (2011), se puede encontrar que, incluso en las zonas altas, donde se localizan las vegas y bofedales del altiplano y se propicia la ganadería de camélidos, se realizan trabajos para la conducción y almacenamiento del agua, con el fin de ampliar la superficie forrajera, mediante la apertura de surcos para permitir la circulación del agua, colaborando en la formación de nuevos bofedales. Junto con el trazado de canales se utilizan vegetación y piedras para represar el agua, de manera que se incremente la humedad existente. La mayoría de los humedales de altura presentes en el altiplano chileno, son construcciones humanas realizadas por el cultivador del agua. (Castro & Bahamondes, 2011, p. 20).

En la localidad de Socoroma, ubicada a 3.300 m.s.n.m., en el norte de Chile, el conocimiento transmitido de generación en generación sobre el agua ha sido fundamental para construir un paisaje irrigado desde sus límites y mantenerlo en el tiempo. Existen numerosas manifestaciones de estos saberes, sin embargo llama particularmente la atención la técnica ancestral de riego local, llamada “*riego por chipalla*”, donde a partir de un caudal mayor proveniente de un sistema complejo de canales matrices y derivados -*Jalantas* y *Contras*- , una persona -tradicionalmente una regadora- con el conocimiento sobre el cómo hacer, va trazando con una vara, líneas dibujadas en el suelo para crear micro flujos del agua -*chipallas*- que llegan de manera precisa a la planta que debe ser regada, favoreciendo de esta manera la estabilidad de las laderas, evitando la saturación del suelo (Chandía-Jaure, 2017).

Al igual como ocurre en la sociedad griega, maya o inca, esta comunidad opera también desde el reconocimiento de las limitaciones del entorno, especialmente en cuanto a la disponibilidad hídrica, pero se diferencia de las antiguas civilizaciones en que no hay un poder centralizado que dirija el trabajo, sino que funciona desde el trabajo comunitario y la autogestión local, la cual se manifiesta desde la configuración espacial de los espacios hidráulicos construidos desde los máximos posibles de explotar según el agua disponible de dos ríos Aroma y Socoroma, que agrupan las aguas de la cuenca hidrográfica de Socoroma, delimitada por las cimas más altas del territorio, las cuales coinciden con los cerros sagrados -*mallkus*- que representan la fuente de vida y del agua que abastece (Choque Mariño & Pizarro, 2013).

Si bien la comunidad fue influenciada por la presencia del Inca en una etapa tardía, lo cual llevó a mejorar las técnicas de captación de agua -construyendo incluso canales de trasva-



Figura 4. Socoroma. El trabajo comunitario a través del uso de piedra apilada en seco permitió el modelado de las laderas para reducir la pendiente y controlar la cantidad y velocidad de agua que escurre para el riego. (2017)



Figura 5. Socoroma. Vista frontal de una “*Jalanta*”, un canal de riego que permite la distribución por gravedad en forma secuencial entre cada una de las terrazas de cultivo. (2017)

CONCLUSIONES

Al centrar la observación de distintas sociedades que han construido sus paisajes habitables desde el reconocimiento del agua como eje articulador, evidenciamos a aquellas que enfrentaron en distintos lugares y momentos, episodios de desabastecimiento, ya sea por los efectos del clima imperante, o por el crecimiento de la población y el desarrollo de la sociedad, demandante de más recursos para la sobrevivencia. Frente a tales adversidades, el reconocimiento del entorno a través de la experiencia del recorrido y la participación en la construcción y mantención de los sistemas hidráulicos, la observación de la naturaleza para tomar decisiones, el trabajo colaborativo y la innovación tecnológica, fueron los aspectos clave para realizar intervenciones que garantizaron acceso al agua en los asentamientos, durante extensos periodos de tiempo.

Las diferencias radican en la energía disponible para resolver los aspectos técnicos asociados al abastecimiento: mientras las grandes civilizaciones lideradas por poderes centralizados, disponían de mayor energía de tracción humana o animal para resolver aspectos técnicos, y mayores niveles de especialización para dirigir acciones que permitían desarrollar técnicas más complejas y estables; las comunidades aisladas, disponen del trabajo comunitario como fuente de energía disponible, lo cual restringe las posibilidades y sitúa los actos de revalidación de la identidad local, las costumbres y tradiciones como acciones para sobrevivencia. Las soluciones son escaladas a aquello que el grupo humano es capaz de realizar y la estabilidad de los sistemas dependen de la organización social para la mantención de las obras que se ejecutan. Si la comunidad es capaz de mantenerse cohesionada, los conocimientos técnicos y las reglas sociales serán estables y se retransmitirá, desde la propia experiencia, el saber ambiental que favorece la habitabilidad en el tiempo.

Las estrategias técnicas para delimitar el territorio habitable requieren conocimientos sobre el caudal de agua natural y el rol de la fuerza de gravedad para su desplazamiento. Desde ahí, se entienden las posibilidades para su captación, los límites máximos de las pendientes para la conducción, el almacenamiento, la distribución o la devolución de excedentes al territorio. Desde el usuario, se reconocen las necesidades de los cultivos y las capacidades de infiltración del suelo. Una vez definidos los trazados de canales principales y secundarios, se definen las áreas irrigadas que dependen de cada canal matriz -los espacios hidráulicos- donde se modelan las laderas, con los recursos materiales disponibles para definir parcelas para ciertos cultivos y las formas de riego asociadas. Las configuraciones espaciales y materiales se completan con unas reglas sociales claras y conocidas por la totalidad de la comunidad, para su reparto equitativo entre todos los usuarios. Los excedentes son devueltos al caudal a través de la infiltración de manera que otras comunidades, aguas más abajo, puedan aprovechar los recursos sin comprometer la estabilidad ecológica de la cuenca hidrográfica. Todo es parte de un cuerpo integral de conocimientos, donde los actos ceremoniales, implican la reproducción cíclica y la mantención de la memoria de ciertos ritos en torno al reconocimiento del territorio,. La toponimia local, los relatos, canciones y poemas contribuyen a esta reivindicación del conocimiento territorial que permite el traspaso intergeneracional de la experiencia situada, que constituye el saber en torno a el agua como parte de la cultura local.

El conocimiento técnico local que heredamos sobre el agua, asociado a estrategias de intervención física, organización social y los aspectos simbólicos que construyen identidad local, lejos de parecernos ajeno a nuestra realidad, representa una enorme oportunidad de aprendizaje para su posible aplicación en contextos urbanos -por ejemplo en los espacios comunes de un barrio-, donde el desafío que se plantea es la reconexión integral de la sociedad con su territorio y las fuentes proveedoras de recursos hídricos, sumado al conocimiento local sobre el funcionamiento de los ciclos naturales del agua. Esto propiciaría un cambio en la mirada hacia la valoración del agua como un bien sagrado y de gestión comunitaria, lo cual puede contribuir a un modelo de gestión colaborativo y participativo, para incidir en la toma de decisiones que permitan la restauración de los equilibrios del hombre dentro de su medio ambiente. En este sentido, los valores de las diversas técnicas tradicionales que se han desarrollado en el tiempo deben ser reconocidas por su directo vínculo con las demandas de mayor sustentabilidad y resiliencia que se espera para el desarrollo futuro en las ciudades. Las tendencias del desarrollo humano de los siglos XIX y XX han diluido estos conocimientos basados en la comprensión local del entorno, derivando estos saberes a especialistas o a instituciones centralizadas. Esta condición propicia la enajenación de la ciudadanía con las fuentes proveedoras de los recursos hídricos, y la importancia que sus trazas tuvieron para definir caminos, zonas de permanencia o áreas de riesgos.

Actualmente en países como Chile, se reduce la importancia del rol histórico que ha cumplido el agua en la formación de asentamientos, lo cual provoca una visión fragmentada del territorio. Sus conflictos por usos quedan en evidencia en periodos de crisis por escasez hídrica. Ante la escasez de agua, los escenarios posibles de actuación serían: la reducción de la demanda de agua a través de planes de eficiencia hídrica, construcción de obras hidráulicas para la captación y el almacenamiento, la reutilización o reciclaje de aguas grises y negras, o eventualmente el uso del agua del mar para su purificación. Estas continúan siendo soluciones centralizadas y especializadas que alejan a las comunidades de sus propios recursos disponibles para la gestión local. La observación del pasado, y las reglas propias de la naturaleza para la toma de decisiones, permite entender que, en entornos urbanos, las comunidades locales pueden incidir en la valoración del agua desde una óptica integral, que permita la comprensión del entorno natural y el desarrollo técnico a partir de la energía disponible, la organización social y la vinculación simbólica con el agua. Estas visiones ayudan a mejorar la necesaria reconexión de la sociedad con el entorno natural, y dar valor a las técnicas de bajo impacto en el medio ambiente, que funcionan desde los recursos locales disponibles. Lo anterior ayuda a reorientar los enfoques de intervención futura, para la definición de nuevos instrumentos normativos para la gestión sustentable del agua y la recuperación de las estrategias antiguas de diseño urbano sensible al agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apostol, T. (2004). The Tunnel of Samos. *Engineering and Science*, 67(1), 30–40.

Beltrán-Caballero, J. A. (2013). Agua y forma urbana en la América precolombina: el caso del Cusco como centro del poder inca. [Universitat Politècnica de Catalunya]. <http://hdl.handle.net/2117/95148>

Briones Valentin, V. (1999). Agua, Territorio Y Malostratos: Espacios De Conflicto Entre Ayllu Y Principales. Tacna Siglo XVIII. *Chungará (Arica)*, 31(2), 293–305. <https://doi.org/10.4067/s0717-73561999000100004>

Castro, M. (1992). *Cultura Hídrica, un caso en Chile*. Unesco.

Castro, M., & 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.

Chandia-Jaure, R. (2017). Los espacios hidráulicos en un paisaje andino. Un modelo técnico de adaptación local. *Bitácora Urbano Territorial*, 27(3), 51–60. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v27n3.53651>

Choque Mariño, C., & 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.

Gallopin, G. G. (1990). *Water Storage Technology at Tikal, Guatemala*. University of Cincinnati.

Gill, R. B. (2008). *Las Grandes sequías Mayas : agua, vida y muerte / Richardson B. Gill ; traducción de María Ofelia Arruti y Hernández*. Fondo de Cultura Económica.

Godelier, M. (1989). *Lo ideal y lo material. Pensamiento, economías, sociedades* (A. Desmont (ed.)). Altea, Taurus, Alfaguara.

Laureano, P. (2005). *Atlas de agua : los conocimientos tradicionales para combatir la desertificación* (IPOGEEA & LAIA (eds.)). IPOGEEA LAIA.

Murra, J. V. (1975). *Formaciones Económicas y Políticas del Mundo Andino* (Instituto de Estudios Peruanos (ed.)). Smithsonian Libraries.

Nebel, B. J., & Wright, R. T. (1999). *Ciencias ambientales: ecología y desarrollo sostenible* (Pearson (ed.); 6a ed.). Pearson.

Núñez Cobo, J., & Verbist, K. (2018). *Atlas de sequías de América Latina y el Caribe*. UNESCO Y CAZALAC. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265894.locale=es>

Ponting, C. (1992). *Historia verde del mundo*. Paidós.

PRATEC - CEPIA. (1988). *Tecnologías Campesinas de los Andes*. En *Horizonte* (Ed.), Primer Seminario Internacional de Rescate y Sistematización de Tecnologías Campesinas Andinas (p. 600). www.pratec.org

Santoro, C., Castro, V., Capriles, J., Barraza, J., Correa, J., Marquet, P. A., McRostie, V., Gayo, E. M., Latorre, C., Valenzuela, D., Uribe, M., de Porras, M. E., Standen, V. G., Angelo, D., Maldonado, A., Hamamé, E., & Jofré, D. (2018). The tarapacá declaration: “A waterless people is a dead people”. En *Chungara* (Vol. 50, Número 2, pp. 169–174). Universidad de Tarapacá. Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas. Departamento de Antropología. <https://doi.org/10.4067/S0717-73562018000200169>

Sierra, M. (2000). *Aymara: Los hijos del sol*. Sudamericana.

UNESCO ONU-Agua. (2020). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020*. En *Agua y Cambio Climático*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373611/PDF/373611spa.pdf.multi>

Vázquez Hoys, A. M. (2006). La importancia del agua en las civilizaciones antiguas: Grecia. *Tecnología del agua*, 26(276), 92–103.