

Respuestas a la crisis hídrica en zonas agrícolas y urbanas: Caso de estudio “Proyecto de Irrigación Majes Siguas I” Arequipa, Perú

*Responses to the water crisis in agricultural and urban areas:
Case study "Irrigation Project Majes Siguas I" Arequipa, Peru*

Luis Efraín, Zapana Churata
Universidad Autónoma de Barcelona
Barcelona, España
lzapa1c@gmail.com

Resumen — Este trabajo se centra en el análisis de las respuestas a la crisis hídrica en las zonas agrícolas y urbanas del Proyecto de Irrigación Majes, en el sur del Perú. El objetivo ha sido estudiar la gestión del agua que ya no se limita a la gestión del agua de regadío, sino también la gestión del agua urbana. Se adopta un enfoque integrado que combina métodos cualitativos (entrevistas) y cuantitativos (análisis de bases de datos). El aumento de los recursos hídricos se desarrolla mediante la construcción de presas, mientras que para la disminución del consumo, la población y las instituciones gubernamentales no muestran estrategias reales. Los cultivos exigentes en el consumo de agua, sumado a su manejo tradicional crean problemas de déficits hídricos. Estos últimos también se hallan amplificadas por el crecimiento no controlado de la población y del área urbana con grandes desigualdades entre la población urbana asentada en zonas autorizadas y legales, y la población que habita zonas urbanas de manera informal, sin permisos ni licencias.

Abstract — *This paper focuses on the analysis of the responses to the water crisis in the agricultural and urban areas of the Majes Irrigation Project in southern Peru. The objective has been to study not only the management of irrigation water, but also somewhat unexpected urban water management. Methodologically an integrated approach that meets qualitative (interviews) and quantitative (analysis of databases) instruments is adopted. Results indicate that the increasing need for water resources is managed through dams building, while for water demand management, users and government institutions show no real strategies. Water demanding crops, added to traditional management practices create problems of water deficits. The latter are also exacerbated by uncontrolled population and urban growth that results in inequities to access between the formal and the informal built environment.*

Palabras clave: Crisis hídrica, Recurso hídrico, Presas, Gestión de aguas, Irrigación Majes, Perú
Keywords: Water crisis, Water resources, Dams, Water management, Majes Irrigation project, Peru

Información Artículo:

Recibido: 24 julio 2017

Revisado: 16 abril 2018

Aceptado: 21 julio 2018

INTRODUCCIÓN

El agua ha adquirido una gran relevancia en el debate contemporáneo andino acrecentado a raíz de la discusión sobre el cambio climático y la disminución de las precipitaciones en las regiones andinas. A ello se suma la construcción de grandes embalses, con la finalidad de dinamizar la economía, producir energía y el empleo beneficioso de los recursos naturales pero con importantes impactos sociales y ambientales¹. Todos los países andinos presentan zonas en que el riego es necesario para la actividad agropecuaria, sea este como complemento de las lluvias o como condición indispensable en zonas desérticas y semidesérticas. También existen características topográficas favorables para la construcción de represas². En este sentido, en las últimas décadas, en el Perú la mayor parte de la inversión pública realizada en agricultura ha sido absorbida por los grandes proyectos de regadío de la costa en el afán de aumentar la productividad de la agricultura³. Las relaciones entre naturaleza y sociedad vehiculadas por estos grandes proyectos crean un ambiente hidrosocial, en el que se utiliza como intermedio al proceso social de trabajo, es decir una serie de acciones en los que los seres humanos, independientemente de su situación en el espacio (entendido como una formación social) y en el tiempo (procesos sociales), se apropian, producen, transforman, consumen, circulan, exploran, explotan y emiten productos, mercancías, energía y agua, produciendo así una segunda naturaleza⁴. Por consiguiente, como también indica Flores⁵, el territorio es una construcción social, resultado de diversas formas de apropiación del espacio, estas múltiples apropiaciones se nutren de la cultura, la memoria y las experiencias sociales surgidas de los conflictos territoriales, en este caso de matriz agraria. Por ello cabe mencionar que en estos nuevos entornos se crean una serie de problemas generados por la expansión territorial, es decir, los proyectos de irrigación para la agricultura están estrechamente relacionados con la formación de asentamientos humanos, puesto que la agricultura atrae una importante mano de obra. Este escenario muchas veces crea nuevos espacios urbanos que ponen en cuestión la disponibilidad no solo del agua, sino que también de otros recursos. En este sentido citamos el caso del Proyecto de Irrigación CHINECAS, situado en el centro del Perú, donde un grupo de campesinos denominados “agricultores sin tierra” ocuparon tierras no solo para urbanizar sino que también para crear nuevas áreas agrícolas, cuyo riego se hacía posible gracias a la sustracción de agua de los canales de regadío. Ello es causado por la deficiencia en la gobernanza del agua que se traduce como crisis hídrica. No obstante, la crisis hídrica, ello no significa, necesariamente, una escasez natural del agua o la falta de recursos, si no que puede deberse a una desigual y radica en la desigualdad y en la pobre gestión del recurso hídrico.

¹ ANA, 2015.

² Baigún et al., 2011.

³ Guerra et al., 1990.

⁴ Rodríguez, 2012.

⁵ Flores, 2016.

Los megaproyectos han jugado un rol clave en el conflicto socio-ambiental que ha surgido como resultado del proceso de transformación económica – ecológica de los países andinos⁶. En este sentido, las preocupaciones sobre los futuros suministros de agua son particularmente pronunciadas en las vertientes áridas pacíficas del Perú, donde la recesión de los glaciares situados aguas arriba ha estado acompañada de un rápido desarrollo económico muy intensivo en términos de uso del agua en las zonas bajas⁷.

A raíz de todo lo comentado, el presente artículo pretende analizar las respuestas de los agricultores y habitantes urbanos frente a la crisis hídrica en el Proyecto de Irrigación Majes Siguan I. Este proyecto iniciado en 1983, se basa en las transferencias de agua por canales y túneles desde las zonas altas de los andes (4.100 m.s.n.m.) hasta las Pampas áridas (Ilanuras)⁸. Se ha constituido en la única alternativa viable para reducir los niveles de pobreza, incrementar sustancialmente la producción de alimentos, generar divisas y lograr un desarrollo agroindustrial sostenido en el sur del Perú (AUTODEMA)⁹. Desde su creación hasta la fecha, el Proyecto de Irrigación ha sufrido cambios derivados tanto de las dinámicas de la actividad agrícola como del crecimiento urbano: por ejemplo en la actividad agrícola la introducción del cultivo de alfalfa ha tenido efectos positivos en el desarrollo de la ganadería, pero también ha creado efectos negativos en el uso del agua por sus elevadas exigencias hídricas. Esta situación pone en cuestión los objetivos del Proyecto Majes I, cuya orientación desde el punto de vista económico y seguridad alimentaria, es la agricultura de exportación para cultivos con menor consumo de agua y mayor preferencia en los mercados internacionales.

A raíz de los crecientes problemas en términos de disponibilidad y distribución del recurso, en el presente trabajo nos planteamos analizar las respuestas de agricultores y habitantes urbanos frente a la crisis hídrica con el objetivo general de estudiar el proceso por el cual un área agrícola de regadío con sus infraestructuras preparadas afronta una vertiente no esperada en la planificación, como es el crecimiento urbano y el aumento de la población derivado de las actividades económicas. Más concretamente, intentamos desarrollar los siguientes objetivos:

1. Analizar los cambios en la orientación de la producción agrícola que generan impactos en la gestión de agua.
2. Analizar las respuestas de agricultores y habitantes urbanos a la crisis hídrica.
3. Analizar las estrategias de adaptación de agricultores y habitantes urbanos a las disponibilidades del agua.

El trabajo se ha estructurado en los apartados siguientes. En primer lugar, ofrecemos una breve

⁶ Latta & Sasso, 2014.

⁷ Bury et al., 2013.

⁸ Vera & Vincent, 2013.

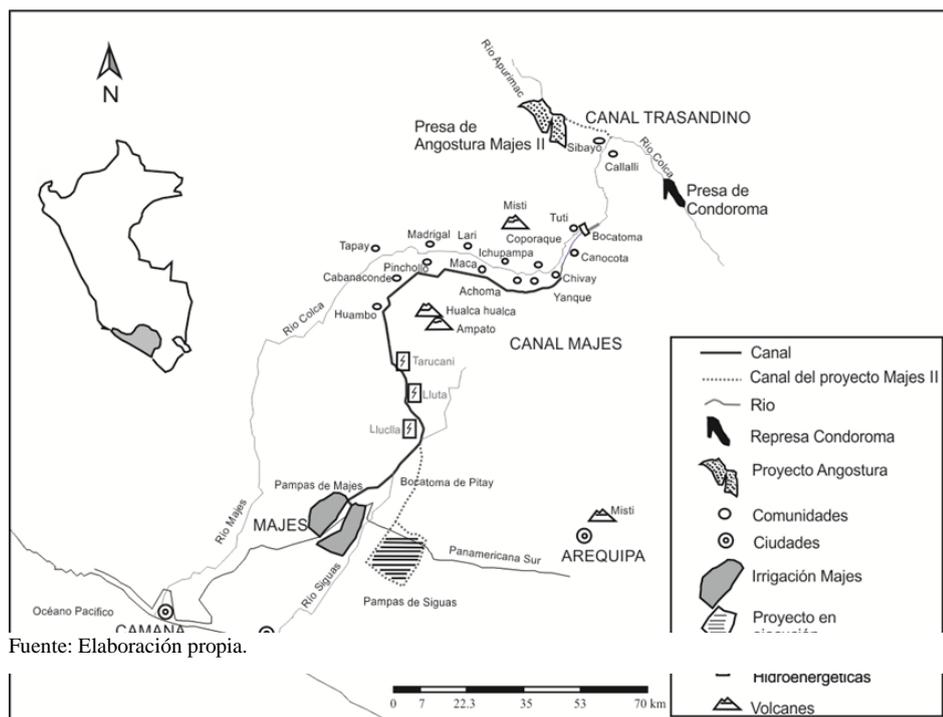
⁹ AUTODEMA: Autoridad Autónoma de Majes, es una institución gubernamental administrada por el gobierno regional de Arequipa, cuyo objetivo es velar por la disponibilidad del agua para el proyecto Majes.

introducción al área de estudio. A continuación presentamos la metodología seguida que, en buena parte, se basa en entrevistas con algunos de los actores más relevantes del área de estudio. En tercer lugar, se procede a análisis de la información recopilada y la discusión de los resultados obtenidos. Este análisis finaliza con una sección específica sobre las respuestas de los usuarios a la crisis hídrica. En el último apartado se ofrecen algunas conclusiones generales sobre el trabajo.

AREA DE ESTUDIO

Geográficamente el proyecto especial Majes Siguan I, se ubica a una altitud promedio de 1.440 m.s.n.m. en la región Arequipa, Provincia Caylloma, Distrito Majes en Perú. (Ver Figura 1). Según la escala de regiones y zonas ecológicas en el Perú propuesta por Holdridge (1967) y la ONG *Perú Ecológico*; el proyecto se encuentra dentro de la formación ecológica denominada “Desierto Sub tropical” cuya altura va desde los 0 a 1.800 m.s.n.m. y que básicamente comprende las pampas de Majes y parte de Siguan. La zona donde se localiza el Proyecto de Irrigación Majes – Siguan I, posee como característica ambiental, un clima seco y semiárido de características desérticas, con precipitaciones muy escasas, relieve plano y suelos ondulados aluviocolumbiales.

Figura 1. Localización del Proyecto de Irrigación Majes Siguan I



la ley 18.979 artículo 1 del año 1970 y se concibe como un proyecto de desarrollo regional de propósitos múltiples, cuya construcción se inició en el año 1971 siendo sus principales objetivos incorporar a la agricultura 57.000 has. y generar 656 MW en las centrales hidroeléctricas de Lluclla y Lluclla. Ello permitiría satisfacer las crecientes demandas energéticas de la región y propiciar el desarrollo de la base productiva regional con énfasis en el área de influencia directa del Proyecto Majes. Esta primera ejecución se orientó a poner bajo riego 23.000 has. de tierras en las pampas de Majes. Una vez concluidas las obras de

trasvase del río Colca al río Siguan a fines de 1981, el desarrollo integral del Proyecto Majes pudo empezar bajo la nominación de “proyecto regional integral de desarrollo agrícola y energético”. El fin último del proyecto sería por tanto dinamizar la economía en la región sur del país mediante el aprovechamiento de los recursos hídricos de las cuencas del Colca y Siguan¹¹.

METODOLOGIA

La base informativa de este trabajo se ha obtenido mediante la realización de entrevistas en profundidad¹². Teniendo en cuenta los objetivos de la investigación, se han elaborado las preguntas relacionadas a cada parámetro de interés. También se analizaron datos cuantitativos y cualitativos de fuentes primarias y secundarias, relacionados con el área de estudio, tales como las bases de datos de diferentes instituciones gubernamentales: AUTODEMA, ANA, MINAG, MDM, GRA¹³.

Para el proyecto original (área agrícola): se ha realizado un análisis del plan de creación, con un enfoque en los objetivos primarios del proyecto y sus primeros resultados. Ello se ha relacionado con el proceso de colonización, llegándose así a disponer de una interpretación de las actividades que han realizado los primeros colonizadores en sus labores agrícolas. Todo ello con la finalidad de contrastar el plan de creación del proyecto, el inicio de la colonización y la situación actual.

En relación al proyecto actual (área agrícola): se ha analizado primero; la distribución porcentual de los principales sistemas de riego: “riego por goteo, riego por aspersión y otros”, estos datos se han obtenido de fuentes de la Agencia Agraria de Majes y la AUTODEMA. Segundo, se ha realizado un cuadro comparativo de los principales cultivos que se siembran en la actualidad en función a su periodo vegetativo, consumo de agua, tipo de riego y el área sembrada. El mismo cuadro

se ha elaborado a partir de datos emitidos por las principales instituciones gubernamentales ya citadas líneas arriba. Posteriormente se ha realizado un balance hídrico entre la oferta de agua para una parcela de 5 has. y los cuatro primeros cultivos que muestran un alto uso consuntivo de agua.

¹¹ Gobierno regional de Arequipa, 1981.

¹² Izcara y Andrade, 2003.

¹³ AUTODEMA: Autoridad Autónoma de Majes, ANA: Autoridad Nacional del Agua, MINAG: Ministerio de Agricultura, MDM: Municipalidad Distrital de Majes, GRA: Gerencia Regional de Agricultura.

En el proceso de cambio, se ha desarrollado un argumento comparativo de las principales fuerzas motrices entre el inicio del regadío y la actualidad; adicionalmente ello se ha complementado con las entrevistas realizadas a algunos de los principales actores en la actividad agrícola. Posteriormente se ha realizado una propuesta o alternativa en el uso consuntivo eficiente para la agricultura en Majes, plasmada en una gráfica con un balance hídrico alternativo para una parcela de 5 has.

Para la dinámica poblacional, se han realizado consultas y análisis de las bases de datos de la INEI. Con esta información se ha construido un gráfico que representa al crecimiento poblacional desde el año 2000 hasta el 2016, lo cual se ha comparado con el número de población esperado. Adicionalmente, este dato se ha relacionado con la disponibilidad de agua de la represa de Condoroma. Posteriormente, con el programa AUTOCAD, se ha realizado el análisis demográfico, que abarca del primer establecimiento y el crecimiento de las áreas urbanas, a partir de las bases establecidas por AUTODEMA y la Municipalidad de Majes. Por otra parte, también se ha realizado una comparación diacrónica de los usos de suelo entre los años 2002 y 2016 a partir del programa Google Earth.

Por lo que se refiere a las respuestas de los agricultores y habitantes urbanos a la crisis hídrica, éstas se han obtenido a base de entrevistas en profundidad. Se han evaluado las respuestas de una selección de los principales actores o dirigentes de las asociaciones de áreas agrícolas y zonas urbanas en base a dos grandes estrategias: El aumento del recurso hídrico y la disminución del consumo. En esta etapa se han evaluado y determinado las respuestas técnicas que emplean los agricultores en el sentido de la eficiencia en el consumo de agua. Finalmente se ha analizado las estrategias de adaptación por parte de agricultores y habitantes urbanos cuando sufren estrés hídrico en sus actividades.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Cambios en la orientación de la producción agrícola con impactos en la gestión del agua

Proyecto original

El Proyecto Majes, en sus orígenes, tuvo un tratamiento tradicional similar al de otros proyectos de regadío, en los que mayormente interesaban las obras de infraestructura, para posteriormente tratar la adjudicación, el desarrollo de las superficies de cultivo y la producción de alimentos para el mercado local e internacional. De acuerdo con el proyecto de irrigación, el plan de desarrollo consistía en la incorporación a la agricultura de 23.000 has. en su primera etapa. Para el proceso de establecimiento de la agricultura, se había considerado la siembra de los siguientes cultivos: trigo, frutas, soya, algodón, hortalizas, papa y maíz¹⁴. En una segunda fase y bajo el escenario de un incremento potencial para mercados locales y mercados internacionales se desarrollarían los siguientes cultivos; tomate, papa, ajo, kiwicha, vid, cítrico y manzano. Todo ello con la finalidad de disponer una agricultura empresarial y eficiente en el consumo de agua. Se adjudicaron

3.000 has. agrícolas para 750 familias, con la finalidad de proporcionar 1.800 empleos y al mismo tiempo capacitar a los beneficiarios de las primeras 3.000 has.

Proyecto actual

Actualmente el Proyecto Majes Siguan I, está conformado por las secciones A, B, C, D y E, con un total de 15.950 has. habilitadas para la agricultura y adjudicadas a 2.693 agricultores que disponen un riego presurizado para la práctica total de la superficie anterior (15.019 has.)¹⁵. Un 49% del total dispone de riego por goteo (riego localizado 7.798 has.), 45% se maneja por aspersión (7.221 has.) y un 6% no dispone ninguna instalación del sistema de riego (931 has.). En el cuadro 1, se detalla los principales cultivos que se siembran actualmente, ordenados de acuerdo al consumo de agua por campaña. En primer lugar se aprecia al cultivo de alfalfa con un consumo de 28.583 m³/ha./campaña, con el sistema de riego por aspersión y sembrado en un 48,2 % de área agrícola. El cultivo con mayor área de siembras después del cultivo de alfalfa es maíz forrajero. La suma de estos dos cultivos ocupa un total de 63,9 % de área cultivada que se destina, así a la obtención de forrajes para ganado. Ello, por tanto, significa que más del 50 % de la superficie cultivable se encuentra vinculada a la actividad pecuaria con un uso ineficiente del agua.

Cuadro 1: cultivos que se siembran en el proyecto de irrigación Majes Siguan I en 2016

Cultivos	Periodo (días)	Volumen m ³ /ha/campaña	Tipo de riego	Área sembrada (%)
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	365	28.583	Aspersión	48,2
Alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>)	210	12.200	Goteo	3,17
Ajo (<i>Allium sativum</i>)	175	9.217	Goteo/Aspersión	0,07
Vid (<i>Vitis sp.</i>)	365	9.043	Goteo	2,8
Paprika (<i>Capiscum annum</i>)	210	8544	Goteo	8,57
Kiwicha (<i>Amarantus caudatus</i>)	135	7361	Goteo	0,48
Maíz Morado (<i>Zea mays L.</i>)	154	7313	Goteo	0,3
Maíz Forrajero (<i>Zea mays</i>)	135	7115	Goteo	15,71
Cebolla amarilla (<i>Allium cepa</i>)	105	5609	Goteo/Aspersión	4,3
Patata (<i>Solanum Tuberosum</i>)	105	--	Aspersión/Goteo	2,91
Otros	--	--	Aspersión/goteo	13,49

Fuente: Elaboración propia a partir de Autodema, Municipalidad de Majes, Agencia agraria Majes.

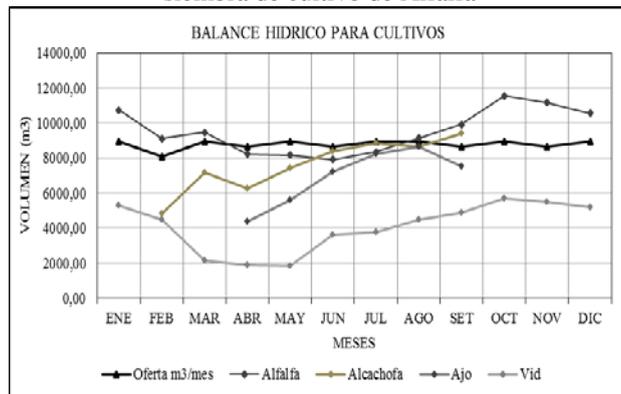
En el gráfico 1 se muestra el balance hídrico para los cuatro primeros cultivos que aparecen en el cuadro 1 en función a la oferta de agua para una parcela de 5 has. durante un año. En el mismo gráfico se puede observar la oferta de agua para todo el año en m³/mes, mientras que las otras líneas representan la demanda de agua por parte de los cultivos. Se puede apreciar un déficit hídrico para

¹⁴ Gobierno Regional de Arequipa, 1981.

¹⁵ AUTODEMA, 2013.

el cultivo alfalfa durante seis meses al año, de enero a febrero y de septiembre a diciembre.

Gráfico 1. balance hídrico en un polígono de 5 ha con la siembra de cultivo de Alfalfa



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de AUTODEMA y tesis de investigación.

Frente a estos déficits hídricos de agua, actualmente los agricultores no realizan sus siembras en 5 has., solo un máximo de 3 has. Para corroborar estos datos hemos recurrido también a las entrevistas a representantes de las instituciones gubernamentales y los dirigentes de las asociaciones con la pregunta ¿Cómo manejan sus cultivos cuando tienen escasez de agua?, Los resultados que hemos obtenido fueron respuestas con cierta similitud:

- *Generalmente dejan de sembrar uno a dos hectáreas.* Agricultor de la sección "D"
- *No sembrar toda la parcela, normalmente se hace siembras a dos escalas en función a la edad fisiológica del cultivo.* Representante de un centro poblado.
- *Se deja de sembrar el 50% de la parcela.* Agricultor de la sección "E".
- *Se deja de sembrar dos hectáreas.* Agricultor de la sección "C"

Puede observarse por tanto como la respuesta estriba fundamentalmente en dejar de cultivar antes que en aumentar la eficiencia del riego por hectárea cultivada. Ello estaría relacionado a la falta de recursos económicos, las escasas cadenas productivas de cultivos de exportación y la poca capacitación en temas tecnológicos de riego.

PROCESOS DE CAMBIO Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

Como hemos comentado anteriormente los cultivos previstos en el proyecto original, los cultivos que se esperaba tener a lo largo del tiempo y los cultivos que se tienen actualmente difieren mucho entre sí. Resulta evidente que las previsiones no se han cumplido y que los cambios en la orientación de la producción agrícola a lo largo del tiempo repercutieron favorablemente para el desarrollo ganadero. Por consiguiente la irrigación se ha convertido en una de las principales cuencas lecheras del Perú, en la que se evidencian dos actividades muy marcadas, agrícolas y pecuarias. Actualmente ambas actividades han creado una interdependencia, generando impactos negativos en la disponibilidad de agua en las diferentes secciones de la irrigación.

La presencia de un mayor porcentaje de cultivos forrajeros nos ha permitido formular más preguntas tales

como: ¿por qué se originaron los cambios en la orientación de la producción agrícola? y ¿Cuáles son las fuerzas motrices que influenciaron en los cambios de actividad? En el análisis de las respuestas emitidas por los agricultores nos encontramos primero con el peso de la tradición agropecuaria en la actividad agrícola de Arequipa y la falta de conocimientos sobre los mercados de exportación por parte de los agricultores. Segundo, el establecimiento de las empresas lácteas Gloria S.A. y Laive en el año 1999, implicó una fuerte promoción de la siembra del cultivo de alfalfa, con la finalidad de la compra segura de la leche por parte de las empresas lácteas, ofreciendo los retornos económicos en menor tiempo para el agricultor (15 días) lo que no sucede con la agricultura de exportación de mayores beneficios potenciales pero también de mayores riesgos.

En la entrevista realizada a uno de los dirigentes de agricultores mencionó lo siguiente:

- *La crianza de ganado lechero nos ha permitido tener ingresos casi fijos, incluso en la actualidad, realizamos esta actividad porque para nosotros los cultivos es un riesgo.* Agricultor de la sección "E".

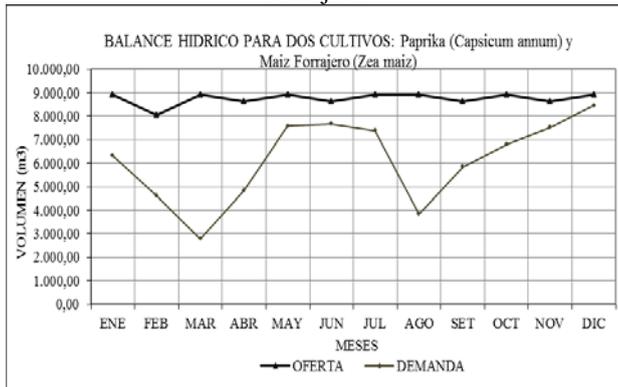
Se trata, sin duda, de una estrategia bien conocida del pequeño campesino, que prefiere la seguridad de unos ingresos estables a la incertidumbre de unos ingresos que pueden ser más elevados pero también más bajos en función de la coyuntura.

Tercero, cabe sumar también los menores costos de instalación de los sistemas de riego por aspersión para el cultivo de alfalfa en comparación con los sistemas de riego localizado para los cultivos de exportación. Por último, la otra fuerza motriz es el fácil manejo agronómico del cultivo en el control de plagas y enfermedades con un bajo costo de inversión por hectárea en comparación con los cultivos de exportación.

En relación a los impactos negativos como la pérdida de agua por fugas, evaporación en los campos y el agua no es utilizado por el cultivo de alfalfa. Por ello la propuesta de solución para la Irrigación sería dejar de sembrar los cultivos tradicionales o cambiar el sistema de riego. Ello demostramos en el gráfico 2, un balance hídrico alternativo sin la siembra del cultivo de alfalfa. Para este ejemplo se ha considerado al cultivo ají paprika, un cultivo rentable con bajo consumo de agua y también se ha considerado al cultivo de maíz un cultivo forrajero con menor consumo de agua que la alfalfa.

Es relevante indicar también que los cultivos con menor consumo de agua, podrían permitir realizar siembras de 5 ha durante un año, puesto que la demanda hídrica no supera la oferta. Ello demuestra que una mayor tecnificación en los cultivos nos conlleva a ser más eficientes y sostenibles en la utilización de los recursos naturales.

Gráfico 2. Balance hídrico alternativo para un polígono de 5 has. con la siembra de cultivo de exportación y forrajero

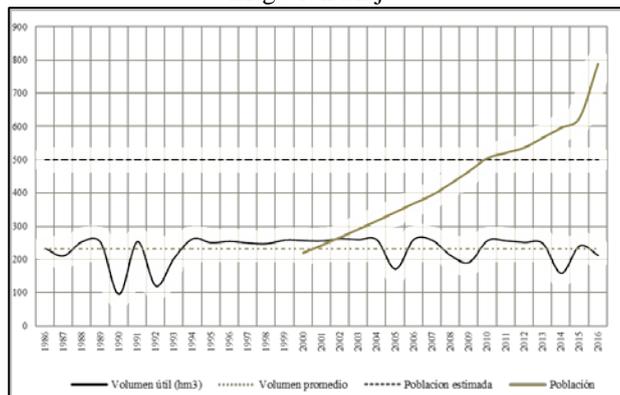


Fuente: elaboración propia a partir de datos de AUTODEMA y tesis de investigación.

CRECIMIENTO POBLACIONAL NO ESPERADO EN ZONAS URBANAS

En un inicio el proyecto incluía 100 has de zona urbana con una proyección futura de 1.360 has. En la entrevista con el Alcalde de la Municipalidad de Majes, se nos indicó que la población esperada era aproximadamente de unos 50.000 habitantes. Según los datos estadísticos de INEI, la población actual es de 62.661 habitantes, es decir alrededor de un 20% superior a la esperada. En el gráfico 3 se evidencia este crecimiento poblacional, que contrastamos con el volumen útil de agua en la Presa de Condoroma. Es evidente, que a partir del año 2010 la población supera la proyección con pronósticos ascendentes del crecimiento poblacional.

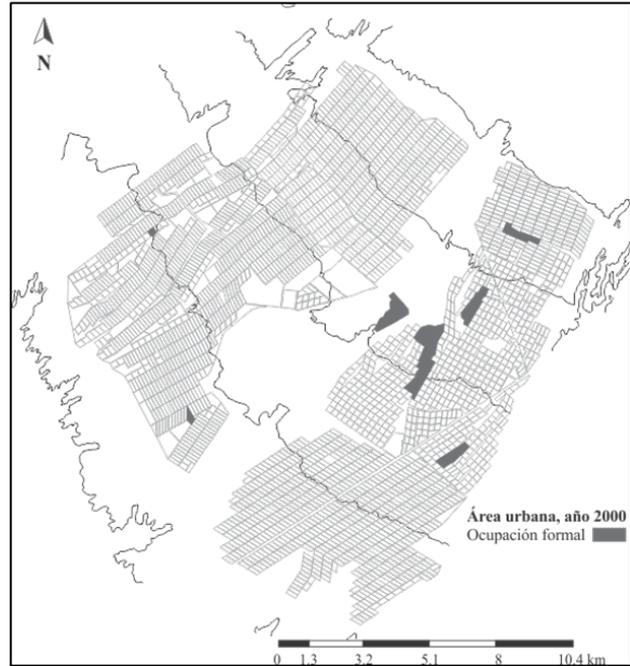
Gráfico 3. Crecimiento poblacional en el Proyecto de Irrigación Majes



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la INEI y AUTODEMA.

En la figura 2, demostramos el establecimiento urbano formal iniciado en el año 2000, seguidamente la figura 3 representa el año 2005, donde se muestran las primeras ocupaciones de carácter informal, que con el paso del tiempo han tenido un comportamiento ascendente. La figura 4 nos muestra la situación actual, 2016, en el que 1.360 has pertenecen al área urbana de ocupación normal, mientras que 1.360 has. también pertenecen al área con ocupaciones informales, es decir, de todo el área considerada "urbano", el 50% de las viviendas carecen de licencia, cuentan con un difícil acceso al agua, y también al sistema de alcantarillado

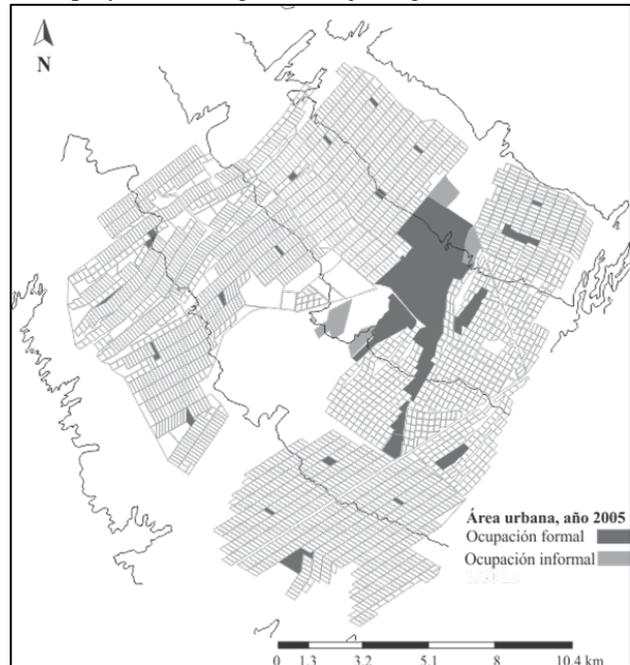
Figura 2. Crecimiento demográfico del área urbano en el proyecto de irrigación Majes Siguas I en 2000



Fuente: elaboración propia a partir de datos del municipio de Majes, AUTODEMA.

debido a las pendientes y el tipo de suelo (Municipalidad de Majes, 2012). El crecimiento demográfico en el ámbito urbano ha superado a la ocupación formal en un 200%.

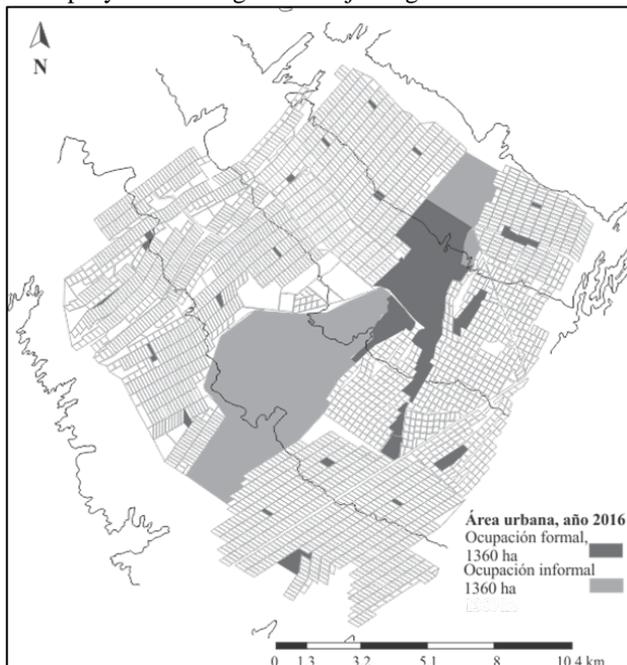
Figura 3. Crecimiento demográfico del área urbano en el proyecto de irrigación Majes Siguas I en 2005



Fuente: elaboración propia a partir de datos del municipio de Majes, AUTODEMA.

A medida que el desarrollo agrícola avanzaba, las zonas urbanas también mostraron un crecimiento demográfico acelerado. Las ocupaciones en las áreas informales se llevaron a cabo sin control por parte de las autoridades locales. Este crecimiento del área urbana se puede apreciar asimismo mediante una evaluación

Figura 4. Crecimiento demográfico del área urbano en el proyecto de irrigación Majes Siguas I en 2005



Fuente: elaboración propia a partir de datos del municipio de Majes, AUTODEMA.

diacrónica realizado a través de la aplicación Google Earth entre el año 2004 y 2016 representada en las figuras 5 y 6 respectivamente. En el año 2004 se puede apreciar áreas sin ninguna ocupación, mientras que en 2016 la ocupación se extiende por toda la superficie libre antes mencionada. Toda esta expansión corresponde a ocupaciones informales, originadas por la necesidad de vivienda, la disponibilidad de suelo a bajo costo, la inmigración y la escasa planificación urbanística.

Figura 5: Superficie sin habitantes correspondiente al año 2004



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth.

Actualmente, los habitantes en estas áreas de urbanización espontánea, no cuentan con el acceso a agua potable, tampoco disponen de saneamiento conectado a alcantarillado. Estas dos necesidades básicas se suplen con la compra del agua, la extracción ilegal de agua de los canales de riego y la venta del agua por parte de aquellos pobladores que disponen de camiones pipa, puesto que esa herramienta les permite extraer agua de los canales, transportarla y posteriormente realizar la venta sin ningún tipo de garantía sanitaria. En las entrevistas realizadas a los dirigentes de esta zona, se

Figura 6. Superficie habitada correspondiente al año 2016



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth.

indicó que esta escasez les obliga comprar agua, que les genera un fuerte dispendio económico. Afirman por otra parte que el agua comprada les resulta más cara en comparación al agua potable que disponen los habitantes (área urbana formal).

Este es también un tema recurrente en muchas grandes urbes del sur global en las cuales los pobres de las zonas marginales son los que pagan más por el agua.

RESPUESTAS DE LOS AGRICULTORES Y HABITANTES URBANOS A LA CRISIS HÍDRICA

En este apartado se han analizado las entrevistas realizadas a agricultores, habitantes urbanos y las diferentes instituciones responsables de la gestión del agua para la irrigación. Las preguntas sobre la crisis hídrica se han planteado en base a dos grandes estrategias: el aumento del recurso hídrico y la disminución del consumo.

Aumento del recurso

En 2013 AUTODEMA finalizó la construcción de dos Micropresas: Ajoyani y Hawaii con capacidades de almacenamiento de 1,50 y 0,60 millones de metros cúbicos (M.M.C.) respectivamente. En la actualidad la misma institución tiene planeado construir una Presa en la cuenca intermedia con la finalidad de asegurar agua para la población y la actividad agrícola, esta misma como una alternativa a una posible ruptura del canal situado aguas arriba. Si ocurriera lo antes comentado, la recuperación tardaría unos 20 días y en este periodo tanto la irrigación como las zonas urbanas podrían verse gravemente afectadas.

Por otra parte, la misma institución desarrolla actividades de mantenimiento y conservación de recursos naturales, tales como la producción de plantones forestales para rehabilitar las praderas degradadas y la construcción de zanjas de infiltración para captar el agua proveniente de lluvias.

Ante la posibilidad de aumentar los recursos existentes, los usuarios (agricultores y habitantes urbanos) coinciden en la respuesta a la espera de la construcción de las micropresas y de la Presa de Angostura, la que irrigará la segunda etapa del proyecto Majes Siguas. Ello viene corroborado por la siguiente afirmación por parte de un funcionario de AUTODEMA, que mencionó lo siguiente:

- *Para aumentar el recurso, la población prácticamente no hace nada, pero si el gobierno regional a través de AUTODEMA.*

Evidentemente hay muchas maneras para aumentar el recurso hídrico que se ajustan a Majes, como por ejemplo la reutilización de aguas grises, el uso de equipos economizadores de agua, un plan de disminución de las pérdidas, el aumento de la concienciación y el precio del agua. Frente a todas estas posibilidades para aumentar el recurso hídrico, las respuestas son negativas (carecen de planes y proyectos). Es decir, la población espera y las instituciones gubernamentales escogen construir represas como respuesta al aumento del recurso hídrico.

Disminución del consumo

En la actualidad la ANA en coordinación con AUTODEMA y según la resolución N° 310-2016-ANA/TNRCH¹⁶, dispone reducir el módulo de riego de 0,75 l/seg/has. a 0,577 l/seg/has. Es decir la reducción de agua por parcela fluctuaría de 23.652 a 17.975 m³/has/año, lo que significa que muchos agricultores no podrían sembrar alfalfa. Para entender mejor la disminución del consumo de agua en el área agrícola, en el Cuadro 2 se presenta la aducción del agua al canal de irrigación Majes en la Bocatoma de Tuti y se resume la descarga de agua regulada para el proyecto de Irrigación Majes, desde el año 1990 hasta 2016 de forma ascendente, de 9.500 l/seg. a 11.389 l/seg. respectivamente. Seguidamente en la siguiente columna se detalla el crecimiento del área de riego agrícola, desde el año 1983 hasta el año 2016, indicando un crecimiento de 3.000 has. a 15.950 has. Por último, también se muestra el suministro del módulo de riego, en ello se compara el módulo de riego original de la creación de la irrigación Majes (0,54 l/seg/has.) con el módulo de riego común a lo largo de los años hasta la actualidad (2016).

Cuadro 2. Aducción del agua al canal de la Irrigación Majes en la Bocatoma de Tuti

	Descarga de agua regulada al Proyecto de Irrigación Majes (l/seg.)	Área de riego en el Proyecto de Irrigación (has.)	Suministro del Módulo de riego (l/seg/has.)
Módulo de riego en el Diseño del Proyecto	—	—	0,54
1983		3.000	1,00
1990	9.500	7.500	0,78
1994	9.771	10.604	0,92
1996	9.587	11.971	0,80
1998	9.770	12.450	0,78
2000	11.477	15.012	0,82
2010	13.734	14.741	0,80
2015	12.726	15.950	0,75
2016	11.389	15.950	0,75 => 0,57
Área total	---	23.000	---

Elaboración Propia, a partir de datos de AUTODEMA.

¹⁶ Resolución N° 310-2016-ANA/TNRCH: Esta resolución declara infundida los recursos de apelación interpuesta por los agricultores a la no minimización en la dotación del recurso hídrico a través de la Junta de usuarios de la Pampa de Majes contra la resolución directoral N° 324-XJI-ANA/AAA I C-O, emitida anteriormente.

En el sector agrícola: las preguntas que se realizaron a los dirigentes fueron lo siguiente: ¿En la actualidad es suficiente la dotación de agua? y ¿qué planes tienen para minimizar el consumo de agua?

En las respuestas se menciona que la dotación actual no es suficiente y mucho menos para el cultivo de alfalfa. No existen planes para seguir minimizando el consumo, pero si tienen conocimiento de modernizar el sistema de riego por goteo y la aplicación de materia orgánica para mejorar los suelos con mayor retención de humedad. La respuesta de un dirigente fue:

- *Sería dejar de sembrar el cultivo de alfalfa, pero es difícil, la empresa Gloria nos compra la leche, con esto al menos tenemos un pequeño ingreso seguro. Agricultor de la sección "D".*

Por consiguiente un funcionario a cargo del área de reconversión agrícola de AUTODEMA nos aseguró que los agricultores en la actualidad no quieren minimizar el consumo de agua.

Según AUTODEMA, actualmente se está apostando por dos estrategias para la disminución del consumo. Primero cambios en la organización del agua e infraestructura de riego, como la implementación del riego localizado por exudación. Sin embargo, esta estrategia aún se está experimentando en campo. Segundo, la apuesta por la introducción de nuevos cultivos de poca demanda de agua y que obligarían al agricultor a minimizar los tiempos de riegos.

La siguiente pregunta relacionada a la disminución del consumo fue:

¿Tienen algún proyecto de riego que no sea aspersión para el cultivo de alfalfa? La respuesta por parte de AUTODEMA es que si hay un proyecto:

- *Básicamente está referida al empleo de riego por exudación, esta permite utilizar una tecnología muy alta, hemos hecho pruebas y tenemos muy buenos resultados, es decir hemos reducido el consumo de agua por hectárea de 25.000 a 16.000 m³ en el cultivo de Alfalfa.*

Seguidamente, la respuesta del representante de agricultores de la Junta de Usuarios, mencionaron lo siguiente:

- *Si hay un proyecto que realiza AUTODEMA, creo que aún se están experimentando", seguidamente la respuesta por otro dirigente fue: "se han estado haciendo pruebas, pero parece que no hay resultado, porque nadie está usando esa tecnología.*

En el ámbito urbano, para la disminución del consumo solo se ha incrementado el precio del agua de 0,09 a 0,15 dólares por m³. Para la pregunta ¿Qué respuestas están dando los habitantes para disminuir el consumo? Las respuestas fueron:

- *Para la población no es una preocupación la disminución del consumo ya que la disponibilidad del agua en los domicilios es de 24 horas, la preocupación sería para las personas que tienen ingresos económicos muy bajos. Representante del centro poblado.*

Por otra parte, los habitantes urbanos en zonas informales manifiestan respuestas relacionadas a una disminución en el consumo de agua por día:

- *Tenemos poco agua potable. Esta nos provee el Municipio de Majes, hacemos uso solo para preparar nuestros alimentos, pero para nuestros aseos tenemos que comprar a otras personas o algunas veces sacamos agua del canal.* Dirigente de la zona informal.

La población de Majes prácticamente no está preparada para hacer frente a una continua escasez de agua ya que las personas que tienen acceso a los servicios básicos son las que menos interés muestran en la disminución del consumo.

DISCUSIONES

Para entender la colonización de los primeros cultivos, nos basamos en las entrevistas en las que hemos obtenido respuestas diferentes, tanto de dirigentes como de representantes de las instituciones gubernamentales (ATODEMA, Municipalidad del Centro poblado la Colina). Según el representante de agricultores:

- *Iniciamos con la siembra del cultivo de alfalfa, porque no teníamos capacitaciones, apoyo del gobierno, hicimos lo que más sabíamos y esto era la siembra del cultivo de la alfalfa para nuestros ganados, de esta manera generar ingresos con la venta de la leche.*

Otros agricultores también mencionaron que la siembra del cultivo de alfalfa era para mejorar los suelos. Sin embargo, los representantes de las instituciones gubernamentales indicaron que el proyecto no se inicia con la siembra de los cultivos de exportación, porque en ese tiempo la exportación no estaba muy asentada, se tenía poco conocimiento de los mercados. Adicionalmente podríamos indicar que en ese tiempo no había mucha investigación en cultivos con demanda en los mercados internacionales. El establecimiento tanto de cultivos, la crianza de ganado vacuno y su posterior incremento tendría una correlación con la tradición en las actividades agropecuarias que poseían los agricultores, puesto que los primeros agricultores con tradición ganadera provenían de los diferentes valles cercanos a la irrigación (Valle de Majes, siguas, Lluta, la Joya y agricultores de la provincia de Arequipa).

El proyecto actual, evidentemente se basa en una actividad agropecuaria. Con siembras en su mayor proporción de alfalfa y sistema de riego por aspersión. El regadío es insostenible en la zona de estudio ya que este sistema de riego tiene una eficiencia de 75% en comparación con el sistema de riego localizado que tiene un 90% de eficiencia¹⁷. Todo ello significa que el incremento de las áreas de siembra de este cultivo provoca una escasez hídrica de acuerdo a la relación extracción-consumo ineficiente. Por ejemplo, si comparamos el uso consuntivo de alfalfa con el cultivo económicamente más rentable la vid, el consumo de agua es tres veces mayor. Ello se correlaciona con lo que menciona la European Environment Agency en 2010: El cambio de los tipos de cultivo puede disminuir la demanda de agua o desplazar los picos de demanda, en este caso es evidente que ha desplazado los picos de la demanda.

¹⁷ Dworak et al., 2007.

En el balance hídrico del gráfico 2, el déficit hídrico para el cultivo de alfalfa también estaría influenciado por las estaciones de primavera y verano, puesto que en esta temporada hay una mayor evapotranspiración. A ello, también se estaría sumando el tipo de suelo Franco-Arenoso que se caracteriza por una baja capacidad de retención de humedad. Estos dos factores podrían estar generando una mayor demanda de agua y al mismo tiempo la poca disponibilidad de agua en el suelo.

En el proceso de cambio, es evidente que la oferta de las semillas de alfalfa a precios muy bajos ha traído consigo un aumento de las siembras a raíz del interés por parte de las empresas lácteas en la expansión de la siembra, para posteriormente comprar la leche, ya que este recurso es su materia prima para su posterior proceso.

En el ámbito del consumo doméstico, la situación más preocupante es el crecimiento poblacional en relación a la expansión urbana, puesto que ejerce la presión sobre los recursos naturales especialmente el hídrico y la necesidad del mismo para consumo humano¹⁸. De acuerdo al proceso de establecimiento, la demanda del recurso hídrico ha crecido de forma paralela al crecimiento poblacional, ello ha dado lugar a un reconocimiento de la vulnerabilidad y finitud del recurso y de la magnitud de los efectos de la escasez¹⁹. El crecimiento demográfico empezó primero con el modelo “Habilitación del Centro de Servicios” cuya finalidad era evitar la formación de centros urbanos separados. Como ello no resultó, se cambió al modelo de “Plan parcela y Lote Habitacional Independiente”. Según fuentes del Municipio de Majes, en 2012, y de acuerdo a la ocurrencia de estos cambios, se aprobó una nueva propuesta de desarrollo integral agrícola y urbano, consistente en delimitar áreas específicas para la urbanización con el objetivo de intensificar y mejorar la calidad de vida tanto de los primeros agricultores como de los trabajadores del campo. Hasta la actualidad el crecimiento se ha expandido al doble de lo proyectado con una baja densidad poblacional y poca disponibilidad de agua. En la pregunta que nos realizamos en los resultados ¿Cómo explicar esta paradoja de que cuanto más pobre se es, más se paga por el agua?, podemos mencionar que hay por supuesto varias razones. Una de las más importantes es la distancia del habitante al centro de abastecimiento del recurso, en la que hay una serie de intermediarios en muchos casos “informales”. En términos ambientales, este crecimiento demográfico disperso con baja densidad poblacional, no es eficiente en la gestión y el consumo de los recursos hídricos²⁰ pero, de acuerdo con nuestro análisis tampoco lo es en términos sociales. Entonces ¿Por qué sucede esta situación? Esto parece obedecer a varios factores, primero: en una respuesta por parte de un representante de AUTODEMA nos indica lo siguiente:

- *Se estima que estos problemas habían iniciado en el año 2002, por la necesidad de vivienda pero en la actualidad ya lo hacen por especulación con fines de vender estos lotes urbanos una vez formalizados.*

¹⁸ Sabas & Paredes, 2009.

¹⁹ Fernandez y Mancisidor, 2013.

²⁰ Domene & Saurí, 2003.

Otras razones serían la falta de información y comunicación entre los que deciden a nivel gubernamental y los usuarios del recurso y la baja gobernabilidad en la gestión del agua y territorio por parte de la Municipalidad, lo que conlleva a una interpretación: la crisis del acceso al agua en estos sectores refleja directamente la crisis de la gobernabilidad de las instituciones públicas.

En el aumento del recurso, los gobiernos locales apuestan por los sistemas tradicionales orientados hacia la oferta, tratando de garantizar un suministro de agua suficiente para la agricultura mediante la construcción de obras hidráulicas de regadío. Sin embargo, estas prácticas no resultan sostenibles a largo plazo, ya que agravan el impacto desfavorable del uso del agua en la agricultura. Por el contrario, algunas medidas orientadas hacia la demanda, junto con los sistemas de oferta pueden conseguir que el uso del agua en la agricultura resulte más sostenible, las que se podría fundamentar en cuatro principios: sostenibilidad, subsidiariedad, eficiencia, participación activa y cinco criterios: capacidad, garantía, calidad, costo e impacto ambiental²¹. Por otra parte las medidas como la modificación de las prácticas agrarias, juntamente con el asesoramiento a los agricultores ayudarían en el uso sostenible del recurso hídrico.

Los proyectos como la creación de presas han generado conflictos sociales ligados a la gestión de aguas. Actualmente los pobladores de Pusa Pusa están en desacuerdo con la construcción de un embalse sobre sus campos en la línea de los movimientos en defensa del territorio y de los ecosistemas acuáticos frente a la construcción de grandes obras hidráulicas, la deforestación y la contaminación de ríos, lagos y acuíferos²². Ello implica que se requiere una consolidación de discursos hegemónicos para realizar grandes transformaciones ambientales y sociales con respaldo ciudadano²³. Los planes de las instituciones gubernamentales y los usuarios presentes en el proyecto de irrigación, son es que la transferencia del agua de las zonas altas al proyecto de irrigación solucionaría todos los problemas de déficit hídrico, pero paradójicamente muchos pobladores en las zonas altas tienen limitaciones en el acceso al agua²⁴. Ahora nos surge una nueva cuestión y esta es ¿la construcción de embalses, supone la única alternativa en el aumento del recurso hídrico?, la respuesta sería negativa, porque en la Irrigación Majes no están implementando alternativas a este manejo convencional como por ejemplo la mejora de regadíos, la aplicación de las políticas de precios del agua, la reutilización de aguas residuales, el control y la persecución de las ocupaciones ilegales, o incluso la planificación espacial sostenible²⁵. Estas son alternativas cada vez es más común por ejemplo la reutilización de las aguas residuales en distintos sectores, tales como: agrícola, industrial, ambiental, municipal y recreativo²⁶.

²¹ Prat, 2004.

²² Arrojo, 2011.

²³ Romero, 2014

²⁴ Vera & Vincent, 2013.

²⁵ Morales et al., 2005.

²⁶ Bravo Guajardo, 2013.

Desde el inicio de la actividad agrícola hasta la actualidad, los agricultores y los habitantes urbanos no apostaron por la disminución del consumo de agua. Ello se evidencia con la práctica del cultivo de alfalfa y su proceso continuo de expansión con un manejo agronómico tradicional e ineficiente en la utilización del agua. Podemos mencionar que indirectamente este cultivo no ha contribuido al desarrollo de la tecnología del riego localizado. Esto se muestra en el cuadro 3, puede notarse que en el año 1983 la dotación era de 1 l/seg/ha, esta alta disponibilidad habría conllevado la expansión de su siembra y la nueva costumbre al fácil acceso del agua.

En la actualidad los agricultores tienen un módulo de riego de 0,5 l/seg/ha, el cual teóricamente es suficiente en comparación al volumen original del proyecto. Sin embargo, las desviaciones puede asistir a un aumento continuo de la demanda de agua que puede tener consecuencias catastróficas²⁷.

Es cierto que los agricultores no quieren minimizar el consumo, especialmente los que tienen sembríos de alfalfa. Esta actitud ha sido apoyado por el congresista de la República del Perú Justiniano Apaza con la siguiente declaración de prensa:

“Respaldo plenamente el pedido de la Junta de Usuarios de Majes, de no permitir se reduzca la dotación de agua que tienen asignada los agricultores, porque ello implica reducción de su área de cultivo en cerca del 20%, es decir reducir sus ingresos, en una situación de grave crisis, por bajos precios, la falta de crédito, ausencia de planificación de cultivos por parte del Ministerio de Agricultura”.

Lo anterior indica un manejo del agua más político que técnico social, porque una reingeniería en las instalaciones de riego cambiaría la distribución territorial de las aguas, los turnos y la organización social del riego²⁸. Recordemos que en el Perú el consumo de agua en las zonas agrícolas constituye alrededor de 80 % de la demanda total. La eficiencia deberá ser mayor en zonas áridas, donde rediseñar sistemas de riego las que son vulnerables a las pérdidas de agua y apostar por cultivos de bajo consumo resulta una necesidad apremiante.

Actualmente en muchos lugares del mundo se está intentando incrementar la eficiencia del agua mediante sistemas modernos de riego presurizado²⁹ que muestran resultados muy favorables en la gestión de agua para la agricultura. Sin embargo en Majes las limitaciones de esta tecnificación se deben a factores como la falta de capacitación de los usuarios, la escasez de infraestructura y la falta de recursos financieros en el sector agrícola³⁰.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo, se aborda las respuestas de los agricultores, habitantes urbanos e instituciones gubernamentales a situaciones de precariedad en el acceso al agua. Estos análisis se inician a partir del “déficit hídrico” que padece la zona de estudio. Esta expresión se utiliza con frecuencia en las noticias emitidas por los principales medios de comunicación y

²⁷ Pulido y Vallejos 2003.

²⁸ Sepúlveda et al., 2015.

²⁹ Chávez et al., 2010.

³⁰ Zebadua et al., 2014.

las constantes quejas y denuncias que realizan los pobladores afectados. Resumiendo lo comentado en otros apartados del trabajo podemos destacar los siguientes puntos:

- El proyecto de irrigación preparado inicialmente para realizar actividades agrícolas con una elevada eficiencia técnica en el consumo de agua, no dió resultado, puesto que el plan de capacitaciones a los primeros agricultores estipulados en el proyecto original, no se ha cumplido. Por ello muchos agricultores volvieron a los cultivos de regadío tradicional.
- Los cambios en la orientación de la producción agrícola con respecto al proyecto inicial están estrechamente relacionados con la tradición, el desconocimiento del manejo de nuevos cultivos y los bajos costos de instalación de los cultivos. La incorporación de cultivos tradicionales de alta demanda de agua en una zona árida con suelos de poca capacidad retentiva de humedad, crean déficits hídricos, reducción de áreas de siembra y son ineficientes en la utilización del recurso hídrico.
- Los déficits hídricos en las áreas urbanas están relacionados con la baja capacidad de gobierno local, el crecimiento demográfico-urbanístico desorganizado, que se origina a base a la especulación del suelo y a los, intereses económicos de grupos de personas que ocupan y posteriormente venden parcelas para la edificación de viviendas.
- El crecimiento poblacional está relacionado a la alta demanda de mano de obra en la actividad agrícola, pecuaria y en la agroindustria.
- Los cultivos exigentes en el consumo de agua crean problemas de déficit hídrico en zonas áridas, mientras que además, su manejo tradicional frena la adopción de tecnologías eficientes en la utilización del agua. Para el proyecto Majes, la práctica de cultivos que superan el consumo de 17.975 m³/año/has. supone efectos negativos en la gestión de aguas. Actualmente para aumentar los recursos disponibles, generalmente se apuesta por las alternativas tradicionales especialmente la construcción de presas. Las instituciones encargadas han desarrollado escasas estrategias orientadas a la demanda. Ello se ve reflejado en las respuestas de los agricultores que mostraron su insuficiente capacitación en la mejora de sus regadíos o la reutilización de aguas residuales. Los agricultores también tienen una alta dependencia respecto a las decisiones políticas de sus dirigentes. Por su parte, los habitantes urbanos que disponen agua las 24 horas del día, no siguen estrategias para disminuir el consumo, mientras la población asentada en áreas informales se hace más dependientes de la compra del agua a costes muy elevados. Todo ello acaba conformando un círculo vicioso que únicamente podría con un debate con participación de todos los actores interesados y, muy especialmente con un compromiso por parte de las autoridades de

emprender acciones decididas para mejorar la eficiencia económica, social y ambiental del agua en Majes.

BIBLIOGRAFÍA

- Arrojo, P. 2011: “Tiempos de cambio en materia de gestión de aguas”. *Quaderns de la Mediterrània*, 16, 219-228.
- Autoridad Autónoma de Majes 2013: *El proyecto especial Majes siguan y sus logros*. Arequipa. Boletín informativo de la Autoridad Autónoma de Majes.
- Autoridad Autónoma de Majes 1985: *Las primeras 3.000 has. Estudio definitivo*. Arequipa. Autoridad Autónoma de Majes.
- Autoridad Nacional del Agua 2009: *Política y estrategia nacional de recursos hídricos del Perú*. Lima. Autoridad Nacional del Agua.
- Bravo, L. M.; Alfranca, O. y Seguí, L. 2013: *Viabilidad Económica del uso de agua del Sistema de Regeneración y Reutilización Agua para el riego agrícola en el Parc Agrari del Baix Llobregat*. Trabajo Fin de Master. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
- Bury, J.; Mark, B. G.; Carey, M.; Young, K. R.; McKenzie, J. M.; Baraer, M.; French, A. & Polk M. H. 2013: “New Geographies of Water and Climate Change in Peru: Coupled Natural and Social Transformations in the Santa River Watershed”, *Annals of the Association of American Geographers*, 103(2), 363-374, <https://doi.org/10.1080/00045608.2013.754665>
- Chávez, C.; Fuentes, C. y Ventura, E. 2010: “Uso eficiente del agua de riego por gravedad utilizando yeso y poliacrilamida”, *Terra Latinoamericana*, 28(3), 231-238.
- Dworak, T. et al. 2007: *European water saving potential*. Berlin. Ecologic editorial.
- European Environment Agency 2009: *Water resources across Europe — confronting water scarcity and drought*. Luxembourg. Environment European Commission.
- FAO, 2003: *World agriculture: Towards 2015/2030 an FAO perspective*. London. Earthscan.
- Fernández, C. y Mancisidor, M. 2013: *El derecho humano al agua: Situación y retos de futuro*. Barcelona, Icaria.
- Gobierno Regional de Arequipa (1981). *Plan general de desarrollo del proyecto Majes*. Arequipa (Perú), GRA.
- Gómez, D.; Saurí, D. 2003: “Modelos urbanos y consume de agua. El riego de jardines privados en la región metropolitana de Barcelona”. *Investigaciones geográficas*, 32, 5-17, <https://doi.org/10.14198/INGEO2003.32.02>.
- Guerra, J.; Apacla, R.; Figueroa, A. y Hatta, M. 2008: “Grandes y pequeñas irrigaciones: una evaluación”, en VV. AA.: *Cepes*, s. d., 79-80. Disponible en: http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/gestion_agua_crisis_institucional/gestion_agua_crisis_institucional_cap3.pdf.
- Guevara, A. 2008: *Derechos y conflictos de agua en el Perú*. Lima, Departamento académico de derecho de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Izcara, S.; Andrade K. (Eds.) 2003: *La entrevista en profundidad teoría y práctica*. Ciudad Victoria Tamaulipas, México: Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Langford, M. 2007: “Los derechos humanos y las crisis mundiales del agua: de la ley a la práctica” *Melbourne, Centro Castan de Derechos Humanos, University of Monash*, Melbourne, 57-58.
- Morales, A.; Rico, M. A. y Hernández, M. 2005: “El trasvase Tajo-Segura”, *Observatorio medioambiental*, 8, 73-110.
- Municipalidad Distrital de Majes 2012: *Plan de desarrollo urbano de la ciudad Majes-Villa el Pedregal 2012-2021*. Majes. Municipalidad Distrital de Majes.
- Prat, N. 2004: *La nova cultura de l'agua: Gènesi i conceptes*. Barcelona, Departament d'Ecologia. Universitat de Barcelona.
- Pulido, A. y Vallejos, Á. (Eds.) 2003: *Gestión y contaminación de recursos hídricos*. Almería, Universidad de Almería.

- Romero, H. 2014: "Ecología política y represas: elementos para el análisis del Proyecto HidroAysen en la Patagonia Chilena". *Revista de geografía*, 57, 161-175.
- Sabas, C. A. y Paredes, D. 2009: "Impacto del crecimiento de Pereira sobre el recurso hídrico en la cuenca del río Cestilla", *Peer Reviewed*. 15, 399-404.
- Santacruz, G. 2007: *Hacia una gestión Integral de los recursos hídricos en la cuenca del río Valles, Huasteca, México*. Tesis Doctoral. San Luis Potosí (México), Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Sepúlveda, I. et al. 2015: "Aguas, riego y cultivos: Cambios y permanencias en los Ayllus de San Pedro de Atacama", *Estudios Atacamenos*, 1(51), 185-206, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-10432015000200012>.
- Vera, J. y Vincent, L. 2013: "Community supplies and regional water transfers in the Colca Valley, Peru". *BioOne*. 33, 195-206.
- Zebadua, E. (Dir.); Calleja, E. (edit.) 2014: *Agua cultura y ciudadano*. México, Zenago editores.