

# Distritos de riego y territorios socioecológicos

Irrigation districts and socio-ecological territories

Distritos de irrigação e territórios socioecológicos

Districts irrigués et territoires socio-écologiques

Fuente: Autoría propia

## Autores

Karen Victoria Suárez Parra

Pontificia Universidad Javeriana.  
Universidad de La Salle  
ksuarez98@unisalle.edu.co  
<https://orcid.org/0000-0003-2736-9070>

Nelson Obregón Neira

Pontificia Universidad Javeriana  
nobregon@javeriana.edu.co  
<https://orcid.org/0000-0002-0881-9833>

Recibido: 22/10/2023  
Aprobado: 02/01/2024

## Cómo citar este artículo:

Suárez Parra, K. V. y Obregón Neira, N. (2024).  
Distritos de riego y territorios socioecológicos.  
Bitácora Urbano Territorial, 34(1): 129-139.  
<https://doi.org/10.15446/bitacora.v34n1.111748>

- [1] El contenido del artículo corresponde al resultado de la tesis doctoral del autor: Distritos de riego como sistema socioecológico. Metamodelo integrado desde el riesgo para la adaptación al cambio climático. Doctorado en Agrociencias de la Universidad de La Salle.  
En memoria del profesor Ángel Rafael López Corredor (Q.E.P.D), socio fundador, directivo, consultor y asesor del Distrito de Riego y Drenaje del Alto Chicamocha y Firavitoba – USOCHICAMOGCHA, Boyacá Colombia.

## Resumen

Los sistemas socioecológicos (SSE) son una forma de análisis territorial para identificar necesidades, causas, flujos e interacciones para establecer puntos focales de sostenibilidad ambiental y social. Los Distritos de riego (DR), son un recurso del capital físico creado por el capital social para el desarrollo y aumento de la producción regional; se trata de instituciones que permiten el uso del agua para impulsar la economía. Son resultado directo de la acción antrópica, mediados por el capital humano para el uso continuo de recursos hídricos. Ordenar el territorio alrededor del agua en DR tiene como objetivos el fortalecimiento de instrumentos de monitoreo, el conocimiento de riego y el fomento de acuerdos institucionales enfocados en el desarrollo sostenible en los que se concentren los aportes y propiedades de los capitales natural, humano, social y físico, para salvaguardar la identidad productiva del territorio. Analizar los DR en territorios vistos como sistemas socioecológicos sirve como herramienta efectiva para los tomadores de decisiones, con el propósito de analizar y enfrentar los retos que se presenten en diversos escenarios productivos y ambientales. En este artículo se describe porqué los DR no son sistemas socioecológicos, también se explican sus capitales y su articulación con la política de ordenamiento territorial alrededor del agua.

Palabras clave: capital, desarrollo sostenible, institución, irrigación, gobernanza

## Autores

### Karen Victoria Suárez Parra

Ingeniero Agrónomo y MSc. En Ciencias Agrarias Suelos y Aguas (Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia), Zootecnista de la Universidad Santo Tomás de la ciudad de Tunja, estudiante doctorado Agrociencias de la Universidad de La Salle, en la línea de estudios agrarios y ambientales. Investigador principal y directora de varios proyectos de investigación para Minciencias en temas agrícolas en diversos cultivos de interés económico y ambiental. Ha sido Docente catedrática en el área de suelos para medicina veterinaria y zootecnia. Autora del libro Aplicación de metodologías de levantamiento de suelos y coberturas con fines de ordenamiento territorial, en donde recopila las principales metodologías de levantamiento de suelos para diversos ámbitos de tipo agrícola y ambiental. Integrante del grupo de investigación "Riesgo en Sistemas Naturales y Antrópicos" de la Pontificia Universidad Javeriana;

### Nelson Obregón Neira

Ingeniero Civil de la Universidad Francisco de Paula Santander (Cúcuta, Colombia). Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Ingeniería de Recursos Hídricos y Ambiental de la Universidad de Los Andes (Bogotá, Colombia). PhD en Ciencias Hidrológicas de la University of California (Davis, USA). Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Javeriana, ha sido director del Instituto Geofísico, del Doctorado en Ingeniería, de la Maestría en Hidrosistemas y del Instituto Javeriano del Agua. Investigador y Director de varios proyectos de investigación y de consultoría en materia de modelamiento matemático y computacional en hidroingeniería, geociencias y riesgo por peligros de naturaleza hidroclimatológica. Miembro del grupo de investigación "Riesgo en Sistemas Naturales y Antrópicos". También ha sido asesor para el Fondo Adaptación, Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo, entre otros.

## Abstract

Socioecological systems (SES) are a form of territorial analysis to identify needs, causes, flows and interactions to establish focal points of environmental and social sustainability. Irrigation Districts (RD) are a resource of physical capital created by social capital for the development and increase of regional production; These are institutions that allow the use of water to boost the economy. They are a direct result of anthropic action, mediated by human capital for the continuous use of water resources. Organizing the territory around water in the DR has the objectives of strengthening monitoring instruments, knowledge of irrigation and promoting institutional agreements focused on sustainable development in which the contributions and properties of natural, human, and social capital are concentrated. and physical, to save the productive identity of the territory. Analyzing DR in territories seen as socio-ecological systems provides an effective tool for decision makers, with the purpose of analyzing and facing the challenges that arise in various productive and environmental scenarios. This article describes why DRs are not socio-ecological systems and investigates their capitals and their articulation with the territorial planning policy around water.

**Keywords:** capital, sustainable development, institution, irrigation, governance

## Résumé

Les systèmes socioécologiques (SSE) sont une forme d'analyse territoriale permettant d'identifier les besoins, les causes, les flux et les interactions afin d'établir des points focaux de durabilité environnementale et sociale. Les Districts d'Irrigation (DR) sont une ressource de capital physique créé par le capital social pour le développement et l'augmentation de la production régionale ; Ce sont des institutions qui permettent d'utiliser l'eau pour stimuler l'économie. Ils sont le résultat direct de l'action anthropique, médiée par le capital humain pour l'utilisation continue des ressources en eau. L'organisation du territoire autour de l'eau en RD a pour objectifs de renforcer les instruments de suivi, la connaissance de l'irrigation et de promouvoir des accords institutionnels axés sur le développement durable dans lesquels se concentrent les apports et les propriétés du capital naturel, humain et social et physique, pour sauver l'identité productive du territoire. L'analyse de la RD dans les territoires considérés comme des systèmes socio-écologiques constitue un outil efficace pour les décideurs, dans le but d'analyser et de faire face aux défis qui se présentent dans divers scénarios productifs et environnementaux. Cet article décrit pourquoi les RD ne sont pas des systèmes socio-écologiques, et interroge leurs capitaux et leur articulation avec la politique d'aménagement du territoire autour de l'eau.

## Resumo

Os sistemas socioecológicos (SSE) são uma forma de análise territorial para identificar necessidades, causas, fluxos e interações para estabelecer pontos focais de sustentabilidade ambiental e social. Os Distritos de Irrigação (DR) são um recurso de capital físico criado pelo capital social para o desenvolvimento e aumento da produção regional; São instituições que permitem o uso da água para impulsionar a economia. São resultado direto da ação antrópica, mediada pelo capital humano para o uso contínuo dos recursos hídricos. A organização do território em torno da água na RD tem como objetivos fortalecer os instrumentos de monitorização, conhecimento da irrigação e promover acordos institucionais centrados no desenvolvimento sustentável nos quais se concentrem as contribuições e propriedades do capital natural, humano e social. e físico, para salvar a identidade produtiva do território. Analisar a RD em territórios vistos como sistemas socioecológicos fornece uma ferramenta eficaz para os tomadores de decisão, com o objetivo de analisar e enfrentar os desafios que surgem nos diversos cenários produtivos e ambientais. Este artigo descreve por que as RDs não são sistemas socioecológicos e investiga suas capitais e sua articulação com a política de planejamento territorial em torno da água.

**Palavras-chave:** capital, desenvolvimento sustentável, instituição, irrigação, governança

**Distritos de riego y territorios socioecológicos**

**Mots-clés :** capital, développement durable, institution, irrigation, gouvernance

## Introducción

Los sistemas socioecológicos (SSE) son una estructura de pensamiento que contempla el estudio de dos grandes sistemas: social y natural (de Los Ríos-Cardona et al., 2015; Peña Puch et al., 2021; Salas-Zapata et al., 2011). Son sistemas altamente complejos con capitales interdependientes, de los cuales se derivan las relaciones y flujos para la identificación de patrones y cambios para facilitar el análisis de los servicios y recursos que contribuyen al bienestar humano en diferentes escalas, con fines de adaptación, resiliencia y protección de recursos naturales (Brondizio et al., 2009; Callo-Concha & Ewert, 2014; Castillo-Villanueva & Velázquez-Torres, 2015b; Palomo et al., 2014; Parra et al., 2019; Suárez Parra & Obregón Neira, 2022).

Los distritos de riego (DR) son estructuras hidráulicas, diseñadas para el transporte, uso y aprovechamiento de agua para el desarrollo productivo agropecuario y económico de una región. Muchas veces, los DR se convierten en una estructura de adaptación y mitigación de diversos fenómenos adversos (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2010; INCODER, 2013; Mejía et al., 2002). En muchas ocasiones, los DR han sido conceptualizados como SSE (Lam, 2006; Z. fei Liu et al., 2013; Lobanova et al., 2021); sin embargo, Ostrom (1992) habla de por qué los DR son instituciones de gobernanza de agua de riego, del manejo de capitales<sup>[2]</sup> y de las reglas de uso para mantener su objetivo.

En escenarios de cambio climático, los SSE son una alternativa de análisis para el planteamiento de políticas de organización en torno a la protección de servicios ecosistémicos. El ordenamiento territorial actual implica el análisis de subsistemas para establecer el uso adecuado del suelo (Suárez-Parra et al., 2018); además, permite reconocer los principales flujos e interconexiones para usar adecuadamente el agua, el suelo y el soporte de la estructura social que lo habita. En este artículo se revisan los argumentos que prueban por qué los distritos de riego no son un sistema socioecológico, y cómo éstos pueden integrarse a la estructuración de una política de ordenamiento territorial alrededor del agua.

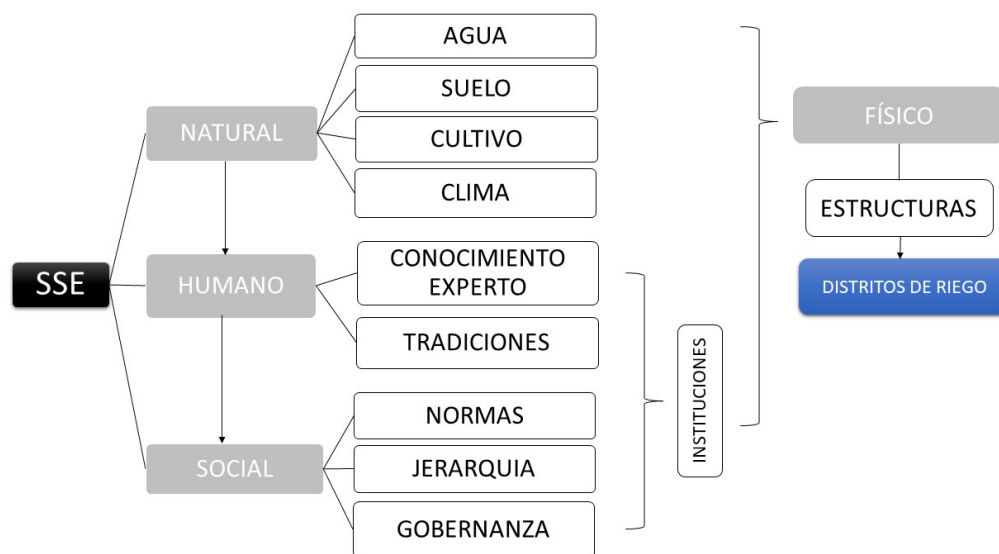
## ¿Son los Distritos de Riego un Sistema Socioecológico?

Los DR son una unidad geográfica que abarca un(os) ecosistema(s) que poseen características geofísicas suficientemente claras para ser descritas y cartografiadas, lo cual le permite disponer de un inventario de recursos que (transformados o no) pueden alcanzar una máxima eficiencia productiva o el deterioro parcial o total de los mismos (Ostrom, 1992). Estos sistemas son diseñados, dominados, contruidos y modificados por el capital social (alcaldías, gobernaciones, nación) para potenciar el desarrollo local y regional (CAR, 2020). Estas estructuras se acoplan a diversas necesidades productivas, ambientales, políticas y económicas, diseñadas mediante

*Los distritos de riego (DR) son estructuras hidráulicas, diseñadas para el transporte, uso y aprovechamiento de agua para el desarrollo productivo agropecuario y económico de una región. Muchas veces, los DR se convierten en una estructura de adaptación y mitigación de diversos fenómenos adversos (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2010; INCODER, 2013; Mejía et al., 2002).*

[2] El capital se entiende como un conjunto de recursos y servicios naturales o artificiales con los que cuenta un sistema socioecológico. Pueden entenderse como personas, animales, leyes, normas, estructuras físicas, organizaciones sociales, económicas, culturales y demás, que enriquecen y dan forma y características al sistema.





**Figura 1.** Marco conceptual de ubicación de distritos de riego en los sistemas socioecológicos

**Nota:** En gris los capitales, en blanco los recursos

**Fuente:** Elaboración propia.

decisiones técnicas (ingeniería del riego y drenaje derivado del capital humano) y estrategias de desarrollo para asegurar un uso y manejo eficiente de recursos hídricos, disminuir los daños frente a riesgos y desastres naturales, promover la competitividad agropecuaria, fomentar la asociatividad y construir tejido social en el mundo rural (Akinagbe y Irohíbe, 2015; Cox, 2014; Plan Nacional de Riego 2020-2039, 2020; Palerm-Viqueira, 2001).

Los DR son una construcción física con carácter administrativo resultado del capital social que habita y disfruta de los bienes y servicios que provee el capital natural. Los límites físico/administrativos del DR pueden considerarse no estáticos, o umbrales, y son modificados según las valoraciones e interacciones de las relaciones entre los usuarios y la junta directiva (formada por los mismos usuarios), que adoptan y construyen políticas públicas (municipio, departamento, corporaciones autónomas regionales, nación) para la disponibilidad de recursos (naturales y humanos). Los DR pueden ser considerados, entonces, como una estructura institucional encargada de la gestión de recursos ecosistémicos, enfocada a la captación y distribución de agua de riego para el mejoramiento de la calidad productiva agropecuaria en su región de influencia.

Los SSE son una interacción de dos capitales (social-natural) que encuentran, a través de los flujos de materia y energía y de la transformación de los recursos, posibilidades, oportunidades y habilidades. El capital natural se transforma, entonces, gracias a la aplicación de conocimientos propios y externos, que mejoran las condiciones de vida. De ahí el surgimiento del capital humano (en el desarrollo de habilidades en la ciencia, ingeniería...) y del capital físico, que es la construcción, diseño y uso de todas las herramientas, infraestructuras, equipos que fortalecen y dan lugar a la provisión de nuevas formas de subsisten-

cia, trabajo, proyección económica y generación de otro conjunto de normas para lograr organizar adecuadamente los recursos y lograr la meta del desarrollo regional y territorial. En ese sentido, nacen diversas estructuras que permiten la implementación de nuevas tecnologías de producción para hacer más eficiente el sistema en el que se desarrolla el capital social en sus diversas formas de organización.

La organización social, que se transforma y evoluciona con el desarrollo local, genera estructuras de gobernanza que le permiten construir acciones colectivas para lograr metas más robustas, que lleven al uso eficiente de recursos y a la construcción de infraestructuras de alto potencial transformador para el SSE. Es claro que el capital físico es el resultado de las actividades, acciones y transformaciones del sistema social y natural, y de su deseo de desarrollo mediante la gobernanza del patrimonio (ejercido por el capital humano). Así es como estructuras como acueductos, redes de alumbrado, vías, DR, entre otros, se convierten en parte del capital físico del SSE y estos, a su vez, en atributos propios de un SSE específico, es decir, en estructuras públicas o privadas que benefician el capital social y hacen uso de los recursos y servicios del capital natural (ver Figura 1) (Janssen et al., 2007).

Desde 1992, Elinor Ostrom ha puesto sobre la mesa las características especiales que tienen los DR, en especial frente al desarrollo regional, el uso de recursos y la gobernanza de los mismos, sobre todo frente al fortalecimiento de una institución que permita la protección del recurso hídrico. Muchos de los análisis bajo el enfoque de SSE en Distritos de Riego se han desarrollado con el fin de obtener respuestas a las dinámicas que se producen entre el capital social y natural, para entender y dar solución a problemas como el uso ineficiente del agua, particular-

mente en escenarios de cambio climático. Bajo la perspectiva aquí expuesta, al afirmar que los DR no son SSE no se pretende deslegitimar las investigaciones realizadas con anterioridad; al contrario de lo que se podría pensar, dichos resultados son una herramienta robusta y de alto valor para el mejoramiento de la capacidad de gobernanza y de desarrollo territorial.

Los DR son un recurso del capital físico del SSE, poseen legalmente atributos de institucionalidad y gobernanza para el manejo del recurso agua de riego. Esta característica, otorgada por la legislación nacional, le confiere una serie de poderes, derechos y obligaciones frente al territorio en el cual se construye la infraestructura, permitiéndole entonces la creación de un conjunto de normas o reglas que abarcan, entre otras, las decisiones de trabajo, las acciones permitidas y restringidas, procedimientos a seguir, información, costos y pagos, operaciones particulares y colectivas. La estructura administrativa de los DR incorpora la toma de decisiones por la generación espontánea de valores culturales que se derivan de la actividad agrícola de riego, consolidando así, un set de reglas independientes a las ya establecidas por organismos de gobernanza superiores (Alcaldía, gobernación, nación, internacional) (Ostrom, 1992).

El acuerdo ente los usuarios y las agencias de gobernanza superior puede dar lugar a tres tipos de reglas: de gobernanza o administrativas, de operación y de suposición. Las reglas de gobernanza o administrativas son todas aquellas que se refieren a la forma de administración del sistema en términos de manejo de capital financiero, pagos, facturación, organización institucional o jerarquía de manejo (gerente, secretario etc), imposición de multas, coordinación y puente con otras instituciones.

Las reglas de operación tienen que ver con el manejo de la infraestructura física y distribución del recurso (agua de riego). Pueden incluir diseño y construcción de puntos de irrigación y/o drenaje, manipulación de equipos, tiempos de riego y suministro, equipamiento y demás, asociados específicamente al componente de manejo, operación, adecuación y reparación del sistema.

Las reglas de suposición son generadas por parte de los individuos, es decir, son todas aquellas que se generan dentro de las discusiones particulares entre los usuarios, asociadas a su forma de pensamiento, tradición e interés de participación para la construcción de un mejor sistema. Estas reglas, generalmente, se derivan de la filiación regional o sentido de pertenencia, sentimientos y emociones particulares, posiblemente transitorias y producto del debate entre las partes.

Esas reglas hacen que, dentro de los territorios o SSE en donde se establecen los DR, los habitantes adopten un nuevo sentimiento de territorialidad. Si bien los DR no son unidades de ordenamiento territorial, sí poseen dominio de recursos y trabajan en pro del manejo del sistema y del mejoramiento de la calidad operativa del mismo. Esto produce sentimientos de organización democrática y de control de regulación administrativa y fiscal. Ese conjunto de reglas permite la interacción de conocimiento interno y externo, que procura el desarrollo regional a través del aumento del área irrigada y la actividad agrícola en función de la diversidad económica y la sostenibilidad ambiental (Ostrom, 1992).

En ese sentido, los estudios realizados en DR con enfoque de SSE aportan de manera eficiente a la toma de decisiones, para mejorar las relaciones, flujos e interacciones, y al conocimiento profundo y detallado de los puntos específicos, para mejorar no solo la calidad del servicio, sino también el nivel organizacional y administrativo del mismo. Esto explica que los análisis actuales y pasados se hayan desarrollado con el fin de conocer el comportamiento del sistema en su escala más amplia, basada en la modelación de dichas condiciones de uso o de comportamiento. Estos componentes requieren de comprobación científica, por lo que en algunos casos se pretende la realización de pruebas matemáticas para determinar características propias de no linealidad, adaptabilidad, autoorganización, caos y análisis de incertidumbre, con el fin de demostrar su cercanía con el concepto básico de SSE.

Para el caso de DR, las pruebas aplicadas a los SSE podrían no ser suficientes para determinar sus particularidades. Dentro de la caracterización de ese sistema complejo, se debe partir de la idea de que estas estructuras están delimitadas por un proceso de gobernanza con carácter institucional. En ese sentido, la configuración de herramientas para analizar la complejidad del sistema deberá enfocarse en entender las relaciones entre usuarios y administración. Estos actores interactúan en pro del cumplimiento del objetivo para el cual fueron creadas dichas estructuras que, más allá de captar y transportar agua de riego desde el yacimiento natural hasta los predios irrigados, es, como ya se mencionó, mejorar la capacidad productiva de ese territorio, la calidad de vida de sus habitantes o beneficiarios, la diversificación y potencialización económica, y el uso racional de los recursos y servicios ecosistémicos que se encuentran a disposición.

En ese sentido, para poder determinar el cumplimiento de los DR del objetivo para el cual fueron diseñados y construidos, pueden no ser suficientes los análisis robustos que se aplican para la determinación de propiedades de los SSE. Es por eso por lo que el análisis de instituciones, como los DR, acueductos, hidroeléctricas y demás

estructuras físicas con organización de usuarios, debe contar con instrumentos que permitan identificar, caracterizar y monitorear el cumplimiento de los objetivos para los cuales fueron creadas, y prestar atención al estudio de los capitales humano, social, natural y físico del SSE en el cual se desarrollan. Esas herramientas deben fomentar la retroalimentación del sistema para el mejoramiento continuo; por esta razón, el enfoque de análisis de los mismos puede establecerse uniendo el principio rector de los SSE: “interacción entre el capital natural y social” con fines de mejoramiento de la gestión adaptativa, la protección de los recursos naturales y la protección de las inversiones (intelectuales, monetarias y de gestión) que dieron origen a la institución, para lograr alcanzar la sostenibilidad y la sustentabilidad en tiempo y en espacio.

## Sistemas Socioecológicos en Distritos de Riego con fines de Gobernanza y Ordenamiento Territorial alrededor del Agua

Los sistemas socioecológicos son una forma de análisis integral del territorio, sus flujos y sus interacciones y dinámicas naturales y antropogénicas que se desarrollan en un mismo tiempo y espacio. La organización de las actividades sociales en función de la naturaleza ha demostrado la existencia de tradiciones productivas, culturales y sociales frente a los diversos procesos de manejo, uso y conservación de los recursos asociados. La necesidad de orden, modernización y sostenibilidad ha generado nuevas estructuras mentales para el desarrollo de prácticas, estrategias y métodos de ordenamiento en pro de la conservación de los medios de vida, las organizaciones biológicas y el desarrollo social, la adaptación y resiliencia. La organización territorial actual, comprende múltiples etapas, instrumentos, herramientas y lineamientos, contruidos para otorgar el suficiente conocimiento en la toma de decisiones, estructuración de políticas, diseño de herramientas administrativas, delimitación de fronteras y conservación de tradiciones culturales.

Desde que surgió la necesidad del ordenamiento territorial, los enfoques han sido diversos, así como lo han sido los lineamientos para poder encadenar los criterios que hacen posible la definición del territorio y sus implicaciones biológicas y sociales. Los SSE no han estado alejados de los procesos de ordenamiento territorial, debido a la puesta visible de todos los tipos de interacción presentes entre sus capitales, que dan como resultado la integración de escenarios, prácticas, visiones, retos y necesidades para la conducción a la sostenibilidad territorial. Todo esto tiene en cuenta la aplicación a su pasado y presente, con el propósito de plantear estrategias de adaptación y mitigación frente a escenarios tan complejos

como el cambio climático, el conflicto armado o el aumento desmedido de las fronteras agrícolas.

En la actualidad, se conocen múltiples iniciativas para ordenar el territorio basadas en el concepto de SSE que buscan, más que diagnosticar, conocer, interpretar, desarrollar, construir y aplicar estrategias de gestión de la resiliencia e impulso de la gobernanza adaptativa y colaborativa para la protección de recursos tan importantes como el agua y el suelo. De ahí que Colombia, en su nuevo Plan Nacional de Desarrollo, ponga en marcha las estrategias, lineamientos, prioridades y catalizadores para la generación de planes de ordenamiento territorial alrededor del agua. Entender el pilar fundamental de la iniciativa dispara diversos cuestionamientos que dirigen la mirada a escenarios importantes, como los DR, y a la manera en que estos pueden convertirse en elementos clave para asegurar la protección del recurso, mantener la producción agropecuaria regional y aportar a la sustentabilidad en términos de gobernanza y apoyo institucional local y nacional.

La intención de ordenar el territorio alrededor del agua es una estrategia para “evitar la expansión indiscriminada de la frontera agrícola, proteger y conservar los ecosistemas estratégicos, el patrimonio cultural y arqueológico y tener en cuenta los planes de zonificación ambiental con el acceso a la tierra de la población rural” (Departamento Nacional de Planeación, 2022). El principio regente de ordenamiento territorial en función del agua se relaciona íntimamente con lo mencionado por Suárez-Parra (2018), quien menciona que uno de los determinantes ambientales para el ordenamiento territorial es la conservación del medio ambiente y los recursos naturales, las áreas expuestas a amenazas y riesgos naturales no mitigables y el señalamiento y localización de estructuras de aprovisionamiento de servicios públicos. De esta manera, la ordenación del territorio, especialmente de los distritos de riego en torno al agua con pensamiento de SSE, se puede describir y analizar a partir de los capitales que intervienen en el sistema socioecológico, como se muestra a continuación.

Para el capital natural, la intencionalidad de la nueva estructura de ordenamiento territorial parte del conocimiento de las características hidrológicas del territorio en pro de la conservación del capital natural anexo. La construcción de los instrumentos de análisis y ordenamiento girará entonces en función de la naturaleza propia de los ecosistemas hídricos, que proveen el recurso para el riego. Entre estos sistemas encontramos ríos, quebradas y reservorios, que derivan o no de ecosistemas de alto interés ambiental, como los páramos; por eso la construcción del mapeo de interrelaciones y flujos ambientales, hidrológicos, climáticos, y las modificaciones generadas por el



desarrollo de las actividades del capital social, deben ser el punto de partida para identificar los puntos clave para el manejo, protección y uso del recurso.

Analizar el agua sin tener en cuenta su íntima relación con la sociedad que la utiliza es el error más común en la búsqueda de soluciones para su protección en escenarios de cambio climático. Desde este punto de vista, la incorporación de las unidades de riego o DR a los análisis de ordenamiento territorial debe ser una de las prioridades en el análisis del capital natural, para la protección, conservación y uso eficiente del recurso. Así, se puede incorporar un eslabón más a la cadena de manejo de cuencas hidrográficas, de tal manera que estas se conviertan en zonas de manejo especial, por el alto impacto que genera el uso de agua de riego y sus consecuencias en otros recursos, como el suelo o el aire, por la actividad antrópica relacionada en agricultura y ganadería.

El ordenamiento territorial en DR en función del agua implica la articulación de procesos de gestión del recurso hídrico, así como la disminución de los riesgos por contaminación, pérdida del recurso por uso ineficiente y daños estructurales en redes de riego y drenaje por causas naturales o antrópicas. Esto conlleva el reconocimiento oportuno de amenazas, vulnerabilidad y elementos expuestos, y permite enfrentarse a fenómenos que deterioran tanto la inversión estructural y social, como los aportes de los servicios ecosistémicos a la productividad regional y bienestar de los habitantes. Es decir, la integración de los componentes de riesgo en el ordenamiento territorial en localidades con DR es una herramienta para afrontar procesos de adaptación, mitigación y prevención de desastres naturales y antrópicos que deterioren en mayor proporción los recursos de agua y suelo dentro del sistema. La identificación de las amenazas, vulnerabilidad y elementos expuestos del capital natural del DR, y del territorio donde este presta servicio, se realiza a partir de la identificación, interpretación, análisis, conocimiento, control y monitoreo de las reglas de comportamiento de los capitales intervinientes de manera interdependiente y funcional.

En este sentido, la forma más adecuada y de interés nacional para lograr establecer los puntos prioritarios para la obtención de información para la construcción de los planes de ordenamiento y manejo es el fortalecimiento de los instrumentos y herramientas de monitoreo (capital físico). Esos instrumentos, que deben ser determinados mediante lineamientos específicos, unificados, armonizados y de fácil aplicación, que estén a libre disposición de investigadores, tanto nacionales como internacionales, permitirá el mejoramiento de las relaciones científicas y el establecimiento de puntos críticos en los ecosistemas, tales como pérdida de cobertura vegetal natural, aumento de frontera agrícola en áreas de protección, aumento de

salinidad en suelos bajo riego, desabastecimiento, desbordamiento e inundaciones, cambios considerables en la dinámica climática, entre otros. Esto permitirá a instituciones como los DR el mejoramiento de los planes integrales de conservación y de los planes de riego a implementar por parte de los usuarios de manera mensual y semestral, de acuerdo con la planeación que por ley deben realizar para la conservación de los recursos naturales.

La política de ordenamiento del territorio en función del agua permitirá, entonces, otorgarle a la escala jerárquica institucional de gobernanza de recursos y social, la base científica para la construcción de planes de gestión de recursos y control de uso y manejo de estos. Esto requiere un afianzamiento de los conocimientos del capital natural entre los usuarios, así como su entrenamiento en la utilización de herramientas y datos generados por el fortalecimiento de los sistemas de información que monitorean el capital natural en donde se encuentra su medio de vida y desarrollo productivo.

El capital físico es toda aquella estructura que permite el sostenimiento, uso, manejo y adecuación para el uso del capital natural de los SSE (Janssen et al., 2007). Dentro de los DR, la red de riego y drenaje, las casetas y las estaciones de bombeo, junto con toda la infraestructura hidráulica anexa para la distribución del agua de riego, son consideradas como el capital físico de este. De ahí que, tal como se mencionó en el apartado anterior, los DR sean una herramienta física para mejorar la calidad productiva del territorio (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020). El ordenamiento alrededor del agua implica la implementación y mejoramiento de las capacidades de riego y drenaje de las estructuras ya existentes y la preservación de las inversiones previamente establecidas. Se logra, así, una mayor capacidad de mitigación de fenómenos como el desabastecimiento y el deterioro ambiental derivados de las actividades propias del riego y la acumulación de sedimentos en los canales de drenaje; con esto se busca mejorar la eficiencia de la infraestructura (Departamento Nacional de Planeación, 2022).

Asimismo, el capital físico de los DR debe proteger el patrimonio cultural, productivo, natural y social que apoya, para lograr el desarrollo sostenible, la gestión de la resiliencia adaptativa y la mitigación de fenómenos derivados del cambio climático. De ahí deben surgir los elementos propicios para el fomento de acuerdos entre instituciones, usuarios y actores de diverso nivel jerárquico. El objetivo de esto es consolidar el compromiso de uso eficiente del recurso, la educación y apropiación de los planes de riego y la producción agropecuaria para el desarrollo regional, económico, político y social, mediante la construcción de recursos físicos y la potencialización del capital humano interviniente. Dicho enlace debe procurar el conocimiento



del riego a partir del reconocimiento de la infraestructura y de su apropiación como parte del patrimonio material de las unidades productivas beneficiadas. Así, se podrán construir sentimientos de apropiación, arraigo y pertenencia, que concluirán en el uso eficiente del recurso y frenarán efectos adversos, como la aplicación desmedida de fertilizantes nitrogenados, las altas láminas de riego aplicados y la salinización de suelos.

Consecuentemente, la capacidad física de los DR no puede estar aislada de los análisis del capital natural, humano y social, debido a que la estructura de riego y drenaje son resultado de su interacción. La planeación del riego resulta, entonces, en la construcción de capitales físicos internos (unidades familiares productivas) de estructuras de irrigación acordes a las necesidades particulares de cada uno de los cultivos irrigados. De esta manera, el ordenamiento del territorio en función de estas condiciones, establecerá necesidades propias para cada una de las coberturas vegetales cultivadas y permitirá la planeación correcta estacionaria para consolidar los planes de manejo y prevención de pérdidas de recurso, programación de cosechas, dinámicas económicas y procesos de comercialización. Esto tendrá en cuenta, además, el cálculo de las necesidades hídricas por unidades de riego, las pérdidas por evapotranspiración, los daños hidráulicos y el uso ineficiente. De ahí se sacará la cuantificación de pérdidas económicas por procesos de reparación, en la cual las valoraciones económicas del recurso jugarán un papel imprescindible en la concientización del uso del recurso dentro de los costos de producción agropecuaria.

Los problemas de operación de los distritos de riego, comúnmente se asocian al uso irracional del agua de riego, la ineficiencia de estructuras en el proceso de conducción, el manejo de embalses, recursos de abastecimiento y uso de agua en parcelas (Mejía et al., 2002). Estos escenarios influyen drásticamente en la percepción que poseen los usuarios y las instituciones jerárquicas de gobernanza en la evaluación de la eficiencia de los DR, por lo que muchos de los que hoy se encuentran en el mundo pueden ser catalogados como poco eficientes y como causantes de los procesos de degradación de recursos naturales. Así lo argumenta Ostrom, en 1992, al mencionar que la manera más eficiente de deterioro de recursos hídricos y de suelos es la construcción y el no entrenamiento de usuarios en DR.

Por otra parte, el monitoreo de recursos asociados a las condiciones hidrológicas de los DR, a partir de la formalización y aprobación del Plan Nacional de Desarrollo en Colombia, debe convertirse en el eje central de la planeación territorial. Esto implica el fortalecimiento y la articulación entre las instituciones encargadas de obtención de datos, que aporten desde la confiabilidad y la precisión, disminuyendo la incertidumbre epistémica para lograr

desarrollos precisos y configurar las decisiones ajustadas a la realidad. Con esto se espera conseguir soluciones basadas en la naturaleza que sean completamente eficientes para contribuir a la sostenibilidad y gestión de la resiliencia adaptativa de los sistemas monitoreados. De esta manera, la capacidad física de monitoreo de los sistemas hídricos asociados a los DR procura la gestión integral productiva a partir del clima, el ordenamiento de la producción, los planes de riego y la gestión del riesgo de desastres.

El capital humano, por su parte, corresponde a los conocimientos, capacidades y habilidades adquiridos por los individuos para aportar al desarrollo del SSE (J. Liu et al., 2007). El capital humano es el responsable de la construcción del capital físico para la modificación y aprovechamiento de los recursos y servicios ecosistémicos que provee el capital natural al sistema (Anderies et al., 2013). Por lo tanto, este tipo de capital es el responsable de la optimización de la estructura física del DR para la conservación del capital natural. El aumento en la robustez de las políticas de manejo territorial en lo concerniente al agua implica la articulación tanto de los entornos administrativos y de gobernanza como del aumento del capital humano, desde la formación de los primeros eslabones de la jerarquía de uso, manejo y administración del recurso de agua de riego.

El acople entre el capital humano, institucional y de individuos beneficiarios de los DR debe fortalecerse a partir de la capacidad académica en lo que respecta al uso eficiente del recurso en las unidades productivas. Para esto, las entidades involucradas deberán analizar cada una de las acciones de fortalecimiento institucional para la prevención del deterioro de recursos y la formalización de las capacidades productivas, así como la capacidad económica de los usuarios en los apoyos tecnológicos en asistencia rural, la infraestructura de riego en parcela, la planificación del riego y la producción creadas por la administración del DR para proteger los recursos, monitorear amenazas, disminuir los elementos expuestos, reducir la vulnerabilidad y evitar los riesgos mediante medidas de adaptación y mitigación para mantener en equilibrio el recurso hídrico que tiene a su cargo.

La planeación realizada por el capital humano de los SSE en DR debe apuntar a la identificación de conflictos en el uso de suelos, a la determinación de criterios de coordinación y a la implementación de instrumentos de protección para resolver conflictos ambientales y sociales. La construcción de lineamientos de ordenamiento territorial debe concentrarse en procedimientos lógicos resultado de los análisis de factores de amenaza del recurso hídrico, la conservación de los recursos y la sostenibilidad social, coordinados con la política de ordenamiento terri-

torial para lograr la delimitación de espacios de reserva, uso especial y de manejo prioritario. Especialmente, debe procurarse salvaguardar la soberanía alimentaria, mejorar las características del productor, la dinámica demográfica y los cambios en el comportamiento de la actividad productiva (tipo de cultivos); todo esto para facilitar el conjunto de principios de ordenamiento territorial basados en la estructura dinámica puntual del SSE en donde se establece el DR.

El capital social corresponde a la organización del capital humano y el capital físico con el fin de desarrollar y construir institucionalidad, progreso, recursos culturales y gobernanza. La interacción entre individuos permite la asociatividad, el control organizacional y la jerarquía de gobernanza, de manera que se determinan las reglas de uso y control de los diversos componentes del SSE. Realmente, las reglas de manejo establecidas para cada una de las instituciones son los nodos centrales de corrección en torno a la organización territorial en función del agua. Es por esto por lo que, en DR, el capital social está representado en junta de usuarios, asociaciones productivas, juntas de acción comunal, alcaldías e instituciones de control ambiental, academia, agremiaciones productivas no pertenecientes al DR, industriales, entre otras.

El compromiso del capital social con los SSE se basa en la armonización de técnicas, estrategias, instrumentos y gestión de información para la construcción, rehabilitación y renovación de instituciones intervinientes, entre ellas los DR. Dicha configuración tiene como objetivo una gobernanza que considere la diferencial del derecho a los recursos naturales, especialmente el agua, pues la comunicación entre los niveles jerárquicos institucionales de gobernanza debe ser la estrategia más influyente para el alcance de la promoción de la protección del agua y la formulación de planes en donde se incluyan todos los actores intervinientes en la toma de decisiones, llegando al control efectivo de la gestión pública.

El capital social de los DR, centrado en junta de usuarios y nivel administrativo del mismo, forma un modelo de gobernanza de tipo territorial, y se considera de tipo especial en torno al uso continuo del agua de riego. Por esta razón, el ordenamiento alrededor del agua en estos escenarios recibe una especial atención en lo que tiene que ver con las necesidades, usos y ofertas del recurso para lograr satisfacer las necesidades de producción agrícola, protección de las fuentes hídricas asociadas y conservación de usos y costumbres en las acciones de irrigación, tanto de los usuarios como de la estructura de riego. Adicionalmente, las construcciones del sistema social están enfocadas en las formas de gobernanza en las cuales se desarrolla. Esto indica que el análisis debe estar enfocado en las relaciones políticas, a través de las construcciones legisla-

tivas organizadas alrededor del ordenamiento territorial, el manejo de recursos naturales, la planificación de DR, la actividad agrícola y la protección ambiental frente a escenarios de cambio climático, que amenaza los cuerpos de agua, y de aumento en el uso del recurso hídrico.

La organización territorial es una construcción de los niveles jerárquicos de gobernanza de un SSE. Al tratarse de un constructo social, de leyes, normas y reglas de control, uso y manejo de recursos, resultado de las organizaciones sociales, quienes a su vez construyen instrumentos de manejo y control del territorio, también desarrollan instituciones y estructuras como los DR. Esto con el propósito de mejorar la economía regional, formalizar los recursos económicos y controlar la gestión del riesgo de desastres. Así, la organización territorial se constituye como el eje central de los SSE, y los controla al punto de construir su futuro positivo o de marcar su decadencia.

## Conclusiones

Los distritos de riego, por si solos, no constituyen un sistema socioecológico propiamente dicho, ya que son el resultado del dominio de los recursos naturales por el capital humano, al que convierten en un capital físico para el mejoramiento y desarrollo de las capacidades productivas, económicas y sociales de un territorio llamado sistema socioecológico.

Ordenar el territorio con un enfoque de sistemas socioecológicos, en el que se desarrollen distritos de riego, reafirmará el compromiso de los capitales, especialmente del capital social, en el fortalecimiento entre la armonización de las técnicas de seguimiento, reglas de manejo y control de resultados. Todo esto en función del alcance de la sostenibilidad territorial para la protección de los recursos naturales y el sostenimiento de la calidad del medio de vida.

## Referencias

- ADAMS, S. (2021). The pragmatic holism of social-ecological systems theory: Explaining adaptive capacity in a changing climate. *Progress in Human Geography*, 45(6), 1580–1600. <https://doi.org/10.1177/03091325211016072>
- AKINNAGBE, O., & IROHIBE, I. (2015). Agricultural adaptation strategies to climate change impacts in Africa: a review. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 39(3), 407–418. <https://doi.org/10.3329/bjar.v39i3.21984>
- ANDERIES, J. M., FOLKE, C., WALKER, B., & OSTROM, E. (2013). Aligning key concepts for global change policy: Robustness, resilience, and sustainability. *Ecology and Society*, 18(2), 8. <https://doi.org/10.5751/ES-05178-180208>
- BERKES, F. (2017). Environmental governance for the anthropocene? Social-ecological systems, resilience, and collaborative learning. *Sustainability (Switzerland)*, 9(7), 1232. <https://doi.org/10.3390/su9071232>
- BRONDIZIO, E. S., OSTROM, E., & YOUNG, O. R. (2009). Connectivity and the governance of multilevel social-ecological systems: The role of social capital. *Annual Review of Environment and Resources*, 34, 253–278. <https://doi.org/10.1146/annurev.enviro.020708.100707>
- CALLO-CONCHA, D., & EWERT, F. (2014). Using the Concepts of Resilience, Vulnerability and Adaptability for the Assessment and Analysis of Agricultural Systems. *Change and Adaptation in Socio-Ecological Systems*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.2478/cass-2014-0001>
- CAR. (2020). Carta ambiental DISTRITOS DE RIEGO CAR. Carta Ambiental. [www.car.gov.co](http://www.car.gov.co)
- CASTILLO-VILLANUEVA, L., & VELÁZQUEZ-TORRES, D. (2015A). Sistemas complejos adaptativos, sistemas socio-ecológicos y resiliencia Complex adaptive systems, socio-ecological systems and resilience. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 17(2), 11–32. <https://quivera.uaemex.mx/article/view/9811>
- CASTILLO-VILLANUEVA, L., & VELÁZQUEZ-TORRES, D. (2015B). Sistemas complejos adaptativos, sistemas socioecológicos y resiliencia. *Quivera.Uaemex. Mx*, 17, 11–32. <https://quivera.uaemex.mx/article/view/9811>
- CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA. (2010). *Carta ambiental*. Edición No 25 - ISSN-0213 Diciembre de 2010, 7.
- COX, M. (2014). Applying a Social-Ecological System Framework to the Study of the Taos Valley Irrigation System. *Human Ecology*, 42(2), 311–324. <https://doi.org/10.1007/S10745-014-9651-Y>
- DE LOS RÍOS-CARDONA, J. C., FILIPPI, E. E., & LEÓN VÉLEZ, D. (2015). Desenvolvimento territorial sistemas sócio-ecológicos e vulnerabilidade À s mudanças climáticas: suas interações teóricas, conceituais e metodológicas. *Revista Perspectivas Do Desenvolvimento*, 3(4), 1–22. <https://periodicos.unb.br/index.php/perspectivasdodesenvolvimento/article/view/14326>
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2022). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026*.
- Holling, C. S. (2009). Understanding Complexity of Economic, Ecological, and social systems. *Ecosystems*, 4(5), 390–405. <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0101-5>
- INCODER. (2013). *Distritos De Riego, Principal Factor Del Desarrollo Agrícola En La Provincia De Oriente Del Departamento De Cundinamarca. Boletín de Prensa N° 38*.
- JANSSEN, M. A., ANDERIES, J. M., & OSTROM, E. (2007). Robustness of social-ecological systems to spatial and temporal variability. *Society and Natural Resources*, 20(4), 307–322. <https://doi.org/10.1080/08941920601161320>
- LAM, W. F. (2006). Foundations of a robust social-ecological system: Irrigation institutions in Taiwan. *Journal of Institutional Economics*, 2(2), 203–226. <https://doi.org/10.1017/S1744137406000348>
- LIU, J., DIETZ, T., CARPENTER, S. R., ALBERTI, M., FOLKE, C., MORAN, E., PELL, A. N., DEADMAN, P., KRATZ, T., LUBCHENCO, J., OSTROM, E., OUYANG, Z., PROVENCHER, W., REDMAN, C. L., SCHNEIDER, S. H., & TAYLOR, W. W. (2007). Complexity of coupled human and natural systems. *Science*, 317(5844), 1513–1516. <https://doi.org/10.1126/science.1144004>
- LIU, Z. FEI, YAO, Z. JUN, YU, C. QUN, & ZHONG, Z. MING. (2013). Assessing Crop Water Demand and Deficit for the Growth of Spring Highland Barley in Tibet, China. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(3), 541–551. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60255-5](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60255-5)
- LOBANOVA, A., DIDOVETS, I., MENZ, C., UMIRBEKOV, A., BABAGALIEVA, Z., HATTERMANN, F., & KRYSANOVA, V. (2021). Rapid assessment of climate risks for irrigated agriculture in two river basins in the Aral Sea Basin. *Agricultural Water Management*, 243, 106381. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106381>
- MEJÍA, E., PALACIOS, E., EXEBIO, A., & SANTOS HERNÁNDEZ, A. L. (2002). Operative Problems in Water Management in Irrigation Districts. *Terra Latinoamericana*, 20, 217–225. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57320215.pdf>
- PLAN NACIONAL DE RIEGO 2020-2039, (2020) (testimony of MinAgricultura). <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/RESOLUCIÓN NO. 000311 DE 2020.pdf>
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. (2020). Plan Nacional de Riego y Drenaje para la Economía Campesina, Familiar y Comunitaria. *Plan Nacional para la Reforma Rural Integral*.
- LEY 91 DE 2020. Por la cual se adopta el Plan Nacional de Riego y Drenaje para la Economía Campesina, Familiar y Comunitaria, formulado en cumplimiento de lo establecido en el Punto 1.3.1.2 del Acuerdo Final. En: [https://jurinfo.jep.gov.co/normograma/compilacion/docs/resolucion\\_minagricultura\\_0091\\_2020.htm#:~:text=OBJETIVO-.EI%20Plan%20Nacional%20de%20Riego%20y%20Drenaje%20para%20la%20Econom%C3%ADa,aprovisionamiento%20de%20infraestructura%20de%20riego%20C](https://jurinfo.jep.gov.co/normograma/compilacion/docs/resolucion_minagricultura_0091_2020.htm#:~:text=OBJETIVO-.EI%20Plan%20Nacional%20de%20Riego%20y%20Drenaje%20para%20la%20Econom%C3%ADa,aprovisionamiento%20de%20infraestructura%20de%20riego%20C)
- Ostrom, E. (1992). *Crafting Institutions for Self-Governing Irrigation Systems*. Institute for Contemporary Studies, California.
- OSTROM, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- PALERM-VIQUEIRA, J. (2001). Organizational strategies in situations of water scarcity: self-administered irrigation systems in Mexico. *International Journal of Water*, 1(3–4), 285–306. <https://doi.org/10.1504/ijw.2001.002068>
- PALOMO, I., MONTES, C., MARTÍN-LÓPEZ, B., GONZÁLEZ, J. A., GARCÍA-LLORENTE, M., ALCORLO, P., & MORA, M. R. G. (2014). Incorporating the social-ecological approach in protected areas in the anthropocene. *BioScience*, 64(3), 181–191. <https://doi.org/10.1093/biosci/bit033>
- PARRA, J. G. M., VALDEZ, O. D. M., IBARRA, J. A. M., VERDUZCO, T. E. O., HERNÁNDEZ, A. E. M., & BOTELLO, J. R. J. (2019). Desarrollo de capacidades adaptativas al cambio climático en comunidades urbanas y rurales del sur de Jalisco, México. *Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual (CTV)*, 0(13), 2019–2031. <https://doi.org/10.5821/CTV.8495>
- PEÑA PUCH, A. DEL C., PÉREZ JIMÉNEZ, J. C., MUNGUÍA GIL, A., & ESPINOZA TENORIO, A. (2021). Sistemas socio-ecológicos como unidad de manejo: el caso de las pesquerías de Campeche, México. *Economía Sociedad y Territorio*, 21(65), 113–145. <https://doi.org/10.22136/est20211601>
- SALAS-ZAPATA, Walter Alfredo; Ríos-Orsorio, Leonardo Alberto; Álvarez-Del Castillo, Javier
- BASES CONCEPTUALES PARA UNA CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN EN SOSTENIBILIDAD, REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN, VOL. 8(2) 136-142 Suárez-Parra, K. V., Cely-Reyes, G. E., & Forero-Ulloa, F. E. (2018). Aplicación de metodologías de levantamiento de suelos y coberturas, con fines de ordenamiento territorial. Caso Microcuena Quebrada Mecha. Editorial Upte.
- SUÁREZ PARRA, K. V., & OBREGÓN NEIRA, N. (2022). Sustentabilidad territorial con enfoque de sistema socioecológico. Análisis desde el riesgo. En Liliana Chacón Jaramillo (Ed.), *Las Agroceínas en la dimensión de paisajes sostenibles*, (37-68). Ediciones Unisalle.

### Siglas

SSE: Sistema socioecológico

DR: Distrito de Riego