IDEOs
Centro de Investigación
y Producción Científica



SOSTENIBILIDAD HÍDRICA EN EL VALLE DEL CHIRA

Evaluación Ambiental de la Gestión del Agua de Riego en el Sector Hidráulico Chira – Piura



Eriberto Ruiz Rosales

Sostenibilidad Hídrica en el Valle del Chira

Evaluación Ambiental de la Gestión del Agua de Riego en el Sector Hidráulico Chira – Piura

Editor

IDEOs
Centro de Investigación
y Producción Científica

Sostenibilidad hídrica en el valle del Chira

Evaluación ambiental de la gestión del agua de riego en el sector hidráulico Chira – Piura

Eriberto Ruiz Rosales

Editado por

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN CIENTÍFICA
IDEOS E.I.R.L

Dirección: Calle Teruel N° 292, Urb. Las Américas - Miraflores-Perú

RUC: 20606452153

Primera edición digital, Enero de 2026

Libro electrónico disponible en www.tecnohumanismo.online

ISBN: 978-612-5241-10-8

Depósito Legal N°: 202600931





Eriberto Ruiz Rosales

eruizr1681954@gmail.com

https://orcid.org/0000-0003-1064-2819

Universidad Nacional de Piura, Piura – Perú

RESEÑA

Este libro ofrece un análisis profundo, crítico y propositivo sobre uno de los desafíos más relevantes para el desarrollo agrícola y ambiental del norte del Perú: la gestión del agua de riego en contextos de alta presión productiva y vulnerabilidad ambiental. A partir del estudio del Sector Hidráulico Chira, la obra examina cómo las prácticas históricas de uso del agua, las limitaciones institucionales y los cambios ambientales han configurado un escenario complejo que exige nuevas formas de gestión del recurso hídrico.

Con un enfoque sistémico e integrador, el autor articula los fundamentos teóricos de la gestión ambiental del agua con un sólido trabajo empírico, mostrando cómo interactúan las dimensiones ambientales, sociales, económicas e institucionales en la administración del riego. El texto trasciende la mirada técnica tradicional y plantea la necesidad de comprender el agua como un recurso estratégico, un bien común y un eje central para la sostenibilidad territorial y la seguridad alimentaria.

La obra destaca por su rigurosidad metodológica y por la claridad con la que presenta el diagnóstico del uso y la gestión del agua de riego en el Valle del Chira, incorporando la percepción de los usuarios, el análisis de la calidad del agua, la identificación de fuentes contaminantes y la evaluación de los instrumentos de gestión existentes. Sobre esta base, se proponen estrategias y pautas orientadas a fortalecer la gobernanza del agua, mejorar la planificación estratégica, promover la educación ambiental y consolidar indicadores de sustentabilidad aplicables a la toma de decisiones.

Más allá del caso específico, el libro constituye un valioso aporte académico y práctico para investigadores, gestores públicos, organizaciones de usuarios y profesionales vinculados a la gestión de los recursos hídricos. El estudio del Chira se presenta como una experiencia representativa y transferible, cuyas lecciones pueden ser adaptadas a otros sistemas hidráulicos de América Latina que enfrentan problemas similares de escasez, contaminación y conflictividad por el uso del agua.

En conjunto, *Sostenibilidad Hídrica en el Valle del Chira* se consolida como una obra de referencia que invita a repensar la gestión del agua de riego desde una perspectiva

sustentable, participativa y de largo plazo, contribuyendo al debate contemporáneo sobre el desarrollo agrícola, la protección ambiental y la gobernanza de los recursos hídricos.

ÍNDICE

RESEÑA **3**

INTRODUCCION **8**

CAPÍTULO I **11**

REFERENTES TEÓRICOS SOBRE EL USO Y LA GESTIÓN DEL AGUA DE RIEGO **11**

1.1 Evolución del uso del agua de riego en la agricultura **12**
1.1.1. El agua como recurso estratégico para la seguridad alimentaria 15
1.1.2. Transformaciones del riego en contextos rurales 18
1.1.3. Intensificación agrícola y presión sobre el recurso hídrico 20

1.2 Enfoques contemporáneos de gestión del agua **22**
1.2.1. De la administración sectorial a la gestión integrada 24
1.2.2. Enfoque de cuenca hidrográfica 26
1.2.3. Gobernanza del agua y sostenibilidad 28

1.3 Gestión ambiental del recurso hídrico **30**
1.3.1. Relación entre uso del agua y degradación ambiental 31
1.3.2. Impactos ambientales del riego intensivo 33
1.3.3. Rol de las instituciones en la protección de la calidad del agua 35

1.4 Experiencias y antecedentes nacionales e internacionales **38**
1.4.1. Estudios empíricos sobre gestión del agua de riego 38
1.4.2. Lecciones aprendidas en América Latina 40
1.4.3. Tendencias actuales en políticas hídricas 42

CAPÍTULO II **46**

NOCIONES BÁSICAS Y FUNDAMENTOS CONCEPTUALES DE LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL AGUA **46**

2.1 Conceptualización del uso del agua de riego **47**
2.1.1. Usos consuntivos y no consuntivos 47
2.1.2. Eficiencia y racionalidad en el uso agrícola 49
2.1.3. Huella hídrica y sostenibilidad 51

2.2 Gestión ambiental del agua **53**
2.2.1. Dimensiones ambiental, social, económica e institucional 53
2.2.2. Instrumentos técnicos y administrativos de gestión 55
2.2.3. Indicadores ambientales aplicados al agua de riego 57

2.3 Calidad del agua para riego **59**
2.3.1. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos 60
2.3.2. Riesgos para el suelo, los cultivos y la salud humana 62
2.3.3. Estándares de calidad y su aplicación en contextos rurales 64

2.4 Educación ambiental y gestión del agua 66
2.4.1. Educación ambiental como herramienta de cambio 67
2.4.2. Capacitación de usuarios y fortalecimiento institucional 68
2.4.3. Comunicación, sensibilización y participación 70

CAPÍTULO III 74

CONTEXTO TERRITORIAL E INSTITUCIONAL DEL SISTEMA DE RIEGO 74

3.1 Caracterización del territorio hidráulico 75
3.1.1. Medio físico, clima y disponibilidad hídrica 76
3.1.2. Cuenca del río Chira y su importancia estratégica 78

3.2 Organización institucional del riego 80
3.2.1. Juntas y comisiones de usuarios 81
3.2.2. Rol de los actores públicos y privados 83
3.2.3. Marco normativo e institucional 85

3.3 Dinámicas socioeconómicas del valle 88
3.3.1. Actividad agrícola y estructura productiva 89
3.3.2. Presión económica sobre el recurso hídrico 90
3.3.3. Conflictos y tensiones por el uso del agua 92

CAPÍTULO IV 96

CASO DE ESTUDIO: GESTIÓN AMBIENTAL DEL AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRÁULICO CHIRA 96

4.1 Enfoque metodológico del estudio 97
4.1.1. Tipo y diseño de investigación 98
4.1.2. Técnicas de recolección de información 99
4.1.3. Participación de actores locales 103

4.2 Diagnóstico del uso y gestión del agua de riego 106
4.2.1. Distribución y manejo del agua 107
4.2.2. Uso agrícola y prácticas de riego 109
4.2.3. Manejo de efluentes y contaminación 112

4.3 Análisis sistémico y FODA 115
4.3.1. Fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas 116
4.3.2. Interacciones estratégicas 119
4.3.3. Problemáticas estructurales del sistema 122

CAPÍTULO V 126

PROPUESTAS PARA UNA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA DE RIEGO 126

5.1 Estrategias de gestión sustentable 127

5.1.1. Enfoque sistémico 128
5.1.2. Gobernanza del agua 129
5.1.3. Planificación estratégica 132

5.2 Propuestas estratégicas y operativas 133
5.2.1. Fortalecimiento institucional 134
5.2.2. Educación ambiental 137
5.2.3. Mejora de la gestión técnica del riego 139

REFLEXIONES FINALES 142

BIBLIOGRAFIA 145

INTRODUCCION

El agua de riego constituye uno de los pilares fundamentales para la producción agrícola y la seguridad alimentaria en amplios territorios rurales, especialmente en aquellos contextos caracterizados por condiciones de vulnerabilidad ambiental, climática y socioeconómica. En estos espacios, el uso intensivo del recurso hídrico, sumado a la variabilidad climática, a la expansión de la frontera agrícola y a las limitaciones institucionales, ha generado una creciente presión sobre la disponibilidad, la calidad y la sostenibilidad del agua destinada a la agricultura. Esta situación plantea desafíos complejos que trascienden lo estrictamente técnico y se inscriben en una problemática de carácter ambiental, social e institucional.

En los sistemas de riego organizados, como aquellos gestionados por juntas y comisiones de usuarios, el agua no solo es un insumo productivo, sino también un recurso común cuyo manejo requiere coordinación, normas claras, capacidades de gestión y mecanismos de participación efectivos. Sin embargo, en muchos casos, estos sistemas enfrentan dificultades estructurales asociadas a modelos de gestión tradicionales que priorizan la distribución del agua en términos de cantidad, relegando aspectos clave como la calidad del recurso, la conservación de los ecosistemas asociados, la equidad en el acceso y la sostenibilidad a largo plazo. La consecuencia de ello se manifiesta en conflictos entre usuarios, deterioro progresivo de las fuentes hídricas, contaminación de canales y ríos, y una limitada capacidad de respuesta frente a escenarios de escasez o eventos climáticos extremos.

El deterioro de la calidad del agua de riego se ha convertido en uno de los problemas más críticos en los valles agrícolas, debido a la confluencia de múltiples factores. Entre ellos destacan el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento, el uso excesivo de agroquímicos, la inadecuada disposición de residuos sólidos y la falta de control efectivo sobre las actividades que generan contaminación difusa. Estas prácticas no solo afectan la productividad agrícola y la calidad de los suelos, sino que también representan riesgos para la salud humana y comprometen la viabilidad futura de los sistemas de riego. A ello se suma la presión ejercida por el uso agrario intensivo, que demanda grandes volúmenes de agua en contextos donde la oferta hídrica es cada vez más limitada y variable.

En este escenario, resulta evidente la necesidad de replantear los enfoques de gestión del agua de riego, superando esquemas fragmentados y reactivos, para avanzar hacia modelos de gestión sustentable que integren de manera equilibrada las dimensiones ambiental, social, económica e institucional. Ello implica adoptar una visión sistémica del recurso hídrico, reconocer la interdependencia entre los distintos usos del agua y promover procesos de toma de decisiones participativos que involucren a los diversos actores vinculados a la gestión del riego. Asimismo, supone fortalecer las capacidades institucionales, mejorar los instrumentos técnicos y administrativos de gestión, e incorporar la educación ambiental como un eje transversal que contribuya a la concientización y corresponsabilidad de los usuarios.

El presente libro se inscribe en este contexto y tiene como propósito aportar a la comprensión crítica del uso y la gestión ambiental del agua de riego en sistemas agrícolas organizados, a partir del análisis de un caso de estudio concreto. Su alcance es tanto académico como práctico: por un lado, busca contribuir al debate teórico sobre la gestión sustentable del recurso hídrico, integrando conceptos, enfoques y herramientas analíticas relevantes; por otro, pretende ofrecer elementos útiles para la planificación, la gestión institucional y la toma de decisiones en organizaciones de usuarios de agua y entidades vinculadas al riego.

El caso del Sector Hidráulico Chira se presenta como una experiencia representativa de los desafíos que enfrentan numerosos sistemas de riego en territorios con alta dependencia del uso agrario del agua. Las problemáticas observadas en este ámbito —relacionadas con la calidad del agua, la eficiencia en la distribución, la sostenibilidad económica de la gestión, la participación de los usuarios y la articulación institucional— reflejan dinámicas comunes a otros valles agrícolas del país y de la región. En este sentido, el análisis desarrollado a lo largo del libro no se limita a una realidad local, sino que busca generar reflexiones y aprendizajes extrapolables a contextos similares.

A través de una aproximación integral, este trabajo propone avanzar hacia una comprensión más amplia del agua de riego como un recurso estratégico cuya gestión sustentable es condición indispensable para el desarrollo agrícola, la protección del medio ambiente y el bienestar de las poblaciones rurales. La obra invita, así, a repensar las

prácticas actuales, identificar sus limitaciones y explorar alternativas de gestión que permitan garantizar la calidad, disponibilidad y uso responsable del agua, en armonía con los ecosistemas y las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

CAPÍTULO I

REFERENTES TEÓRICOS SOBRE EL USO Y LA GESTIÓN DEL AGUA DE RIEGO

El uso y la gestión del agua de riego han sido históricamente componentes centrales del desarrollo agrícola y territorial, especialmente en regiones donde la producción depende de sistemas de riego organizados y de una disponibilidad hídrica limitada o variable. La forma en que las sociedades han accedido, distribuido y administrado el agua para fines agrícolas refleja no solo avances técnicos, sino también estructuras sociales, marcos institucionales y concepciones culturales sobre el valor del recurso hídrico. En este sentido, comprender los fundamentos teóricos que sustentan el uso y la gestión del agua de riego resulta indispensable para analizar críticamente las prácticas actuales y los desafíos que enfrentan los sistemas agrícolas contemporáneos.

En las últimas décadas, el debate académico sobre el agua de riego ha evolucionado desde enfoques centrados exclusivamente en la ingeniería hidráulica y la maximización de la oferta, hacia perspectivas más integrales que reconocen la complejidad del recurso hídrico como bien natural, social y económico. Este cambio de enfoque ha puesto en evidencia que los problemas asociados al riego no se explican únicamente por la escasez física del agua, sino también por deficiencias en los modelos de gestión, por desequilibrios en el acceso y uso del recurso, y por la insuficiente consideración de los impactos ambientales derivados de las prácticas agrícolas intensivas.

Los referentes teóricos actuales destacan que el agua de riego debe ser analizada dentro de sistemas interrelacionados, donde confluyen factores naturales, productivos, institucionales y sociales. Desde esta perspectiva, el riego no puede entenderse como un proceso aislado, sino como parte de un entramado más amplio que incluye la gestión de cuencas, la conservación de los ecosistemas, la gobernanza del recurso y la participación de los usuarios. La literatura especializada subraya que la sostenibilidad de los sistemas de riego depende en gran medida de la capacidad de las organizaciones y de los actores involucrados para coordinar acciones, establecer reglas claras y adaptarse a contextos de

cambio climático y presión creciente sobre el agua.

Asimismo, los enfoques teóricos contemporáneos reconocen que el uso del agua de riego genera externalidades ambientales que deben ser consideradas en los procesos de planificación y gestión. La degradación de suelos, la contaminación de fuentes hídricas, la pérdida de biodiversidad y los conflictos sociales asociados al uso del agua son expresiones de una gestión que, en muchos casos, ha priorizado objetivos productivos de corto plazo en detrimento de la sostenibilidad a largo plazo. Frente a ello, la teoría sobre gestión del agua propone la incorporación de criterios ambientales, económicos y sociales que permitan equilibrar la eficiencia productiva con la protección del recurso.

Este capítulo se orienta a presentar y desarrollar los principales referentes teóricos que explican el uso y la gestión del agua de riego, poniendo énfasis en su evolución conceptual y en los enfoques que actualmente orientan el análisis académico y la formulación de políticas públicas. A partir de estos fundamentos, se busca ofrecer un marco interpretativo que permita comprender las dinámicas del riego en contextos agrícolas vulnerables y sentar las bases para el análisis aplicado que se desarrollará en los capítulos posteriores.

De este modo, los referentes teóricos aquí expuestos no solo cumplen una función explicativa, sino que constituyen un soporte conceptual para reflexionar sobre la necesidad de transitar hacia modelos de gestión del agua de riego más sustentables, integrados y participativos, capaces de responder a las demandas productivas sin comprometer la calidad del recurso ni la estabilidad de los sistemas socioambientales en los que se inserta.

1.1 Evolución del uso del agua de riego en la agricultura

El uso del agua de riego ha acompañado el desarrollo de la agricultura desde sus orígenes, constituyéndose en uno de los factores determinantes para la expansión de las sociedades humanas y la consolidación de los asentamientos rurales. En sus primeras etapas, el riego estuvo asociado a prácticas empíricas de captación y conducción del agua superficial, orientadas principalmente a asegurar la producción de alimentos en contextos de variabilidad climática. Con el tiempo, estas prácticas fueron adquiriendo mayor complejidad técnica y organizativa, dando lugar a sistemas hidráulicos que permitieron

ampliar las áreas cultivables y reducir la dependencia directa de las precipitaciones.

En contextos agrícolas tradicionales, el riego se concebía fundamentalmente como un mecanismo para garantizar la disponibilidad de agua en cantidad suficiente para los cultivos, priorizando la expansión productiva y el aumento de rendimientos. Bajo este enfoque, el agua era considerada un recurso abundante, cuyo uso no requería mayores restricciones ni controles ambientales. Esta visión predominó durante décadas, especialmente en países en desarrollo, donde la agricultura de riego se consolidó como motor económico y base de la seguridad alimentaria. En el caso peruano, la agricultura de riego ha sido históricamente responsable de una proporción significativa del valor económico de la producción agrícola y de la ocupación de una gran parte de la población económicamente activa, lo que evidencia la estrecha relación entre riego, desarrollo rural y bienestar social (INEI, 2017).

Sin embargo, el progresivo incremento de la demanda de agua para uso agrario, sumado al crecimiento poblacional y a la diversificación de los usos del recurso hídrico, comenzó a revelar las limitaciones de este modelo centrado exclusivamente en la oferta. La expansión de la frontera agrícola, la intensificación de los cultivos y la incorporación de tecnologías que demandan mayores volúmenes de agua generaron presiones crecientes sobre las fuentes hídricas superficiales y subterráneas. En regiones como la costa norte del Perú, donde la disponibilidad natural del agua es altamente variable y depende de sistemas regulados, el riego pasó de ser una ventaja productiva a convertirse en un factor crítico de gestión.

A partir de estas tensiones, el debate sobre el uso del agua de riego empezó a incorporar nuevas dimensiones analíticas. Se reconoció que la eficiencia en la aplicación del agua, la reducción de pérdidas en conducción y distribución, y la adecuación de los cultivos a la disponibilidad hídrica eran aspectos clave para la sostenibilidad del sistema agrícola. Asimismo, comenzó a evidenciarse que el uso inadecuado del agua de riego podía generar impactos negativos sobre el suelo, como la salinización y degradación de tierras agrícolas, comprometiendo la productividad futura y la estabilidad de los ecosistemas agrarios.

En este proceso de evolución conceptual, surgieron enfoques que vinculan el uso

del agua de riego con la gestión integrada de los recursos hídricos, planteando que los distintos usos del agua son interdependientes y deben ser considerados de manera conjunta. Desde esta perspectiva, el riego dejó de ser analizado como una actividad aislada y pasó a entenderse como parte de un sistema más amplio, donde las decisiones tomadas en el ámbito agrícola influyen directamente en la disponibilidad y calidad del agua para otros usos y para el ambiente (Dourojeanni et al., 2002; Jouravlev, 2003). Este cambio de enfoque permitió visibilizar la necesidad de articular el riego con la planificación a nivel de cuenca y con los objetivos de desarrollo sostenible.

Paralelamente, la evolución del uso del agua de riego incorporó herramientas analíticas orientadas a cuantificar y evaluar el impacto del consumo hídrico en la agricultura. En este contexto, el concepto de huella hídrica cobró relevancia como indicador del volumen total de agua utilizado en la producción de bienes agrícolas, incluyendo tanto el agua directamente aplicada en el riego como aquella incorporada de forma indirecta en los procesos productivos (Chapagain y Hoekstra, 2004). La aplicación de este enfoque permitió evidenciar las diferencias en la intensidad del uso del agua entre cultivos y sistemas productivos, así como los desafíos asociados a la sostenibilidad del riego en contextos de escasez.

Estudios posteriores profundizaron este análisis al desagregar el uso del agua en componentes específicos, distinguiendo entre agua azul, verde y gris, lo que facilitó una comprensión más precisa de los impactos ambientales del riego y de la contaminación asociada a las actividades agrícolas (Rondón, 2015). Estas aproximaciones teóricas y metodológicas contribuyeron a reforzar la idea de que el uso del agua de riego no puede evaluarse únicamente en términos de volumen, sino que debe considerar la calidad del recurso y los efectos acumulativos sobre los sistemas hídricos.

En América Latina, y particularmente en el Perú, la evolución del uso del agua de riego también ha estado marcada por procesos de reforma institucional y normativa. La adopción de marcos legales orientados a regular el uso y la gestión integrada del agua reflejó el reconocimiento del recurso hídrico como un bien estratégico y limitado, cuya administración requiere de reglas claras, participación de los usuarios y mecanismos de control ambiental. En este contexto, las organizaciones de usuarios de agua adquirieron un rol central en la operación y mantenimiento de la infraestructura de riego, así como en

la distribución del recurso, enfrentando el desafío de compatibilizar la demanda agraria con la protección de la calidad del agua y la sostenibilidad del sistema hidráulico.

Más recientemente, el uso del agua de riego se ha visto influenciado por factores globales como el cambio climático, que ha incrementado la frecuencia de eventos extremos, tales como sequías e inundaciones, afectando la regularidad de la oferta hídrica. Estas condiciones han puesto en evidencia la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas dependientes del riego y la necesidad de fortalecer la capacidad de adaptación y resiliencia de las organizaciones encargadas de su gestión. En este escenario, el riego eficiente, la diversificación de fuentes hídricas y la adopción de prácticas agrícolas más sostenibles se consolidan como elementos clave en la evolución contemporánea del uso del agua en la agricultura.

En síntesis, la evolución del uso del agua de riego en la agricultura muestra un tránsito desde enfoques productivistas centrados en la disponibilidad y expansión del riego, hacia perspectivas más integrales que reconocen la complejidad ambiental, social e institucional del recurso hídrico. Este proceso evolutivo constituye la base teórica para comprender los desafíos actuales de la gestión del agua de riego y fundamenta la necesidad de avanzar hacia modelos de uso más racionales y sustentables, capaces de garantizar la productividad agrícola sin comprometer la calidad del agua ni la viabilidad de los sistemas hídricos en el largo plazo.

1.1.1. El agua como recurso estratégico para la seguridad alimentaria

El agua constituye un recurso estratégico para la seguridad alimentaria, en la medida en que es un insumo esencial e irremplazable para la producción de alimentos y para el sostenimiento de los sistemas agrícolas que abastecen a la población. La disponibilidad, calidad y oportunidad del agua determinan, de manera directa, la capacidad productiva de los territorios rurales y la estabilidad de los sistemas alimentarios, especialmente en países donde la agricultura de riego es el principal soporte del abastecimiento interno y del desarrollo económico local.

Históricamente, la seguridad alimentaria ha estado asociada a la capacidad de las sociedades para asegurar el acceso continuo al agua para la producción agrícola. En contextos de climas áridos y semiáridos, como amplias zonas del Perú, el riego no solo

complementa las lluvias, sino que se convierte en el factor decisivo que permite la producción sostenida de alimentos a lo largo del año. En este sentido, el agua de riego no puede ser entendida únicamente como un recurso productivo, sino como un elemento estructural de la seguridad alimentaria y del bienestar social, al garantizar la estabilidad de la oferta agrícola y el sustento de millones de personas vinculadas directa e indirectamente al sector agrario (INEI, 2017).

La creciente demanda de alimentos, impulsada por el aumento poblacional y los cambios en los patrones de consumo, ha incrementado la presión sobre los recursos hídricos destinados al riego. Esta presión se manifiesta tanto en el aumento de los volúmenes requeridos como en la intensificación del uso del agua en determinados cultivos de alta demanda hídrica. En muchos territorios agrícolas, esta situación ha generado una competencia cada vez más marcada entre el uso agrario del agua y otros usos prioritarios, como el poblacional y el ambiental, evidenciando la necesidad de una gestión equilibrada que garantice la seguridad alimentaria sin comprometer la sostenibilidad del recurso.

En este contexto, el carácter estratégico del agua se refuerza al considerar que la producción agrícola no solo depende de la cantidad de agua disponible, sino también de su calidad. El deterioro de la calidad del agua de riego, producto de la contaminación por vertimientos de aguas residuales, residuos sólidos y el uso intensivo de agroquímicos, tiene efectos directos sobre los rendimientos agrícolas, la inocuidad de los alimentos y la salud de la población. La degradación progresiva del recurso hídrico pone en riesgo la continuidad de la producción y, por ende, la seguridad alimentaria, especialmente en sistemas agrícolas vulnerables donde las alternativas de abastecimiento son limitadas.

El reconocimiento del agua como recurso estratégico ha llevado a incorporar nuevas herramientas de análisis que permiten visibilizar la relación entre consumo hídrico y producción de alimentos. El concepto de huella hídrica, por ejemplo, ha evidenciado que la seguridad alimentaria no solo depende de la disponibilidad local de agua, sino también del volumen total de agua utilizado a lo largo de la cadena productiva de los alimentos consumidos por una población (Chapagain y Hoekstra, 2004). Desde esta perspectiva, los sistemas agrícolas que hacen un uso ineficiente del agua o que generan altos niveles de contaminación trasladan costos ambientales y sociales que, a largo plazo,

debilitan la seguridad alimentaria.

Asimismo, la diferenciación entre los componentes azul, verde y gris del agua utilizada en la agricultura ha permitido comprender que no todo el consumo hídrico tiene el mismo impacto. El uso excesivo de agua azul, proveniente de fuentes superficiales y subterráneas, puede generar escasez para otros usos estratégicos, mientras que el aumento del componente gris refleja una mayor carga contaminante que compromete la calidad del agua disponible para riego y consumo humano (Rondón, 2015). Esta visión integral refuerza la idea de que la seguridad alimentaria está estrechamente vinculada a la gestión ambientalmente responsable del recurso hídrico.

En países en desarrollo, la relación entre agua y seguridad alimentaria adquiere una dimensión adicional al considerar el rol social de la agricultura. La actividad agraria no solo provee alimentos, sino que constituye la principal fuente de empleo y de ingresos para amplios sectores de la población rural. En el Perú, una proporción significativa de la población económicamente activa depende de la agricultura, lo que convierte al agua de riego en un factor clave para la estabilidad social y económica del país (INEI, 2017). La pérdida de disponibilidad o calidad del agua puede traducirse en disminución de la producción, incremento de la pobreza rural y mayor vulnerabilidad alimentaria.

Desde una perspectiva de gestión, reconocer el agua como recurso estratégico para la seguridad alimentaria implica adoptar enfoques integrados que articulen la planificación agrícola con la gestión de los recursos hídricos a nivel de cuenca. La gestión integrada de los recursos hídricos plantea que el uso agrario del agua debe ser compatible con los objetivos de conservación ambiental y con las necesidades de otros usuarios, promoviendo mecanismos de coordinación, participación y toma de decisiones informadas (Dourojeanni et al., 2002; Jouravlev, 2003). Este enfoque resulta especialmente relevante en sistemas de riego organizados, donde las decisiones colectivas sobre la distribución y el uso del agua tienen impactos directos sobre la producción de alimentos.

Finalmente, los escenarios de cambio climático refuerzan el carácter estratégico del agua para la seguridad alimentaria. La mayor frecuencia de sequías, inundaciones y variabilidad climática incrementa la incertidumbre en la disponibilidad hídrica, afectando

la planificación agrícola y la estabilidad de los sistemas de riego. Frente a ello, la seguridad alimentaria futura dependerá en gran medida de la capacidad de los sistemas agrícolas para adaptarse a estas condiciones, optimizando el uso del agua, diversificando las fuentes hídricas y fortaleciendo la gestión institucional del riego.

En síntesis, el agua es un recurso estratégico para la seguridad alimentaria porque sustenta la producción agrícola, garantiza el acceso estable a los alimentos y contribuye a la cohesión social y económica de los territorios rurales. Su uso y gestión responsable constituyen un requisito indispensable para asegurar sistemas alimentarios sostenibles, capaces de responder a las demandas presentes sin comprometer la disponibilidad del recurso para las generaciones futuras.

1.1.2. Transformaciones del riego en contextos rurales

Las transformaciones del riego en contextos rurales han sido el resultado de procesos históricos, tecnológicos, institucionales y ambientales que han modificado de manera progresiva la forma en que el agua es captada, distribuida y utilizada para la producción agrícola. Estas transformaciones no han sido lineales ni homogéneas, sino que responden a las particularidades de cada territorio, a la disponibilidad del recurso hídrico y a las capacidades organizativas de los actores involucrados en su gestión.

En una primera etapa, los sistemas de riego en las zonas rurales se caracterizaron por prácticas tradicionales basadas en el conocimiento empírico de los agricultores y en el uso de infraestructuras rudimentarias. El riego por gravedad, la distribución comunitaria del agua y la aplicación del recurso sin medición precisa fueron predominantes durante largos períodos, permitiendo sostener la producción agrícola, pero con bajos niveles de eficiencia y escaso control sobre los impactos ambientales. En estos contextos, el acceso al agua estaba estrechamente ligado a relaciones sociales y acuerdos locales, más que a marcos normativos formales.

Con el avance de la modernización agrícola y la intervención del Estado, los sistemas de riego rural experimentaron cambios significativos. La construcción de grandes obras hidráulicas, como represas, canales principales y sistemas regulados, permitió ampliar la frontera agrícola y asegurar el abastecimiento de agua en épocas de escasez. En el Perú, la implementación de proyectos de irrigación a gran escala

transformó extensas áreas rurales, incrementando la producción agrícola y diversificando los cultivos, pero también generando nuevos desafíos asociados a la operación, el mantenimiento y la sostenibilidad de la infraestructura hidráulica.

Estas transformaciones técnicas fueron acompañadas por cambios institucionales orientados a descentralizar la gestión del riego y transferir responsabilidades a organizaciones de usuarios. La creación y fortalecimiento de Juntas de Usuarios y Comisiones de Usuarios representó un punto de inflexión en la gestión del agua de riego, al promover modelos de administración colectiva basados en la participación de los agricultores. Sin embargo, este proceso también evidenció limitaciones relacionadas con la capacidad de gestión, la disponibilidad de recursos financieros y el cumplimiento de la normativa vigente, aspectos que influyen directamente en la eficiencia y equidad del uso del agua.

En las últimas décadas, las transformaciones del riego en contextos rurales han estado marcadas por la incorporación progresiva de nuevas tecnologías. El uso de sistemas de riego presurizado, como el goteo y la microaspersión, ha permitido mejorar la eficiencia en la aplicación del agua y reducir pérdidas por infiltración y evaporación. No obstante, la adopción de estas tecnologías no ha sido uniforme, ya que su implementación depende de factores económicos, técnicos y organizativos. En muchos territorios rurales, especialmente aquellos dominados por pequeños productores, el riego tradicional continúa siendo predominante, coexistiendo con tecnologías más avanzadas en un mismo sistema hidráulico.

Paralelamente, se ha producido una transformación en la concepción del riego, que ha dejado de ser entendido únicamente como un proceso productivo para ser analizado desde una perspectiva ambiental y social. El uso intensivo del agua, la expansión de cultivos de alta demanda hídrica y la aplicación indiscriminada de agroquímicos han generado impactos negativos sobre la calidad del agua y los suelos, poniendo en evidencia la necesidad de integrar criterios ambientales en la gestión del riego. Esta situación ha impulsado la incorporación de enfoques como la gestión integrada de los recursos hídricos, que promueven una visión de cuenca y la articulación entre los distintos usos del agua (Dourojeanni et al., 2002; Jouravlev, 2003).

Las transformaciones recientes también han estado condicionadas por el cambio climático y la variabilidad hidrológica. Eventos extremos como sequías prolongadas e inundaciones han alterado los patrones tradicionales de disponibilidad del agua, obligando a los sistemas de riego rurales a adaptarse mediante una planificación más flexible y una gestión más rigurosa del recurso. En este contexto, el riego deja de ser un mecanismo de control de la naturaleza para convertirse en un sistema que debe ajustarse a condiciones de mayor incertidumbre, fortaleciendo la capacidad de respuesta institucional y organizativa.

Otro elemento clave en la transformación del riego rural ha sido el reconocimiento de la dimensión multisectorial del agua. El uso agrario compite cada vez más con usos poblacionales, industriales y ambientales, generando conflictos que antes no eran visibles o que se resolvían de manera informal. Esta nueva realidad ha obligado a redefinir las reglas de asignación del agua, a fortalecer los mecanismos de fiscalización y a promover espacios de concertación entre los diferentes actores involucrados en la gestión del recurso.

Finalmente, las transformaciones del riego en contextos rurales evidencian una transición desde modelos centrados en la expansión de la oferta hídrica hacia enfoques que priorizan la eficiencia, la sostenibilidad y la gobernanza del agua. Este proceso implica no solo cambios tecnológicos, sino también transformaciones culturales e institucionales orientadas a valorar el agua como un recurso limitado y estratégico. En consecuencia, el futuro del riego rural dependerá de la capacidad de los sistemas agrícolas para consolidar modelos de gestión participativos, ambientalmente responsables y adaptados a las dinámicas socioeconómicas y climáticas de cada territorio.

1.1.3. Intensificación agrícola y presión sobre el recurso hídrico

La intensificación agrícola ha sido uno de los procesos más determinantes en la transformación de los sistemas productivos rurales durante las últimas décadas. Este fenómeno, orientado a incrementar los niveles de productividad por unidad de superficie, ha estado estrechamente vinculado a un mayor uso de insumos como agua, fertilizantes, pesticidas y tecnologías de riego, generando una presión creciente sobre el recurso hídrico, especialmente en territorios donde la disponibilidad de agua es limitada o altamente variable.

En los sistemas de riego, la intensificación agrícola se manifiesta principalmente a través de la expansión de cultivos de alta demanda hídrica, la reducción de los períodos de descanso del suelo y la realización de más de una campaña agrícola por año. Estas prácticas, si bien permiten aumentar la producción y mejorar los ingresos de los agricultores, incrementan de manera significativa los volúmenes de agua requeridos para el riego, alterando los equilibrios hidrológicos y profundizando la competencia entre los distintos usos del recurso. En contextos como el valle del Chira, el predominio del uso agrario dentro de un esquema multisectorial de aprovechamiento del agua evidencia cómo la intensificación productiva se convierte en el principal factor de presión sobre el sistema hídrico.

La presión ejercida por la intensificación agrícola no se limita únicamente al incremento en la cantidad de agua utilizada, sino que también afecta la calidad del recurso. El uso intensivo de agroquímicos en los cultivos, característico de los modelos productivos intensivos, genera procesos de contaminación difusa que impactan directamente en las aguas superficiales y subterráneas. El arrastre de fertilizantes y plaguicidas a través del riego y la escorrentía contribuye al deterioro de la calidad del agua, afectando tanto a los usuarios aguas abajo como a los ecosistemas asociados al sistema hídrico, situación ampliamente reconocida en los diagnósticos ambientales de los sistemas de riego.

Asimismo, la intensificación agrícola suele estar asociada a prácticas de riego poco eficientes, especialmente en aquellos territorios donde predominan sistemas tradicionales por gravedad y una infraestructura hidráulica con limitado mantenimiento. Las pérdidas de agua por infiltración, evaporación y distribución inadecuada se incrementan cuando el riego se intensifica sin una adecuada planificación, generando un uso irracional del recurso. Esta situación se ve agravada cuando la asignación del agua no considera criterios técnicos vinculados al tipo de cultivo, las características del suelo y las condiciones climáticas, lo que conduce a una sobreexplotación del recurso hídrico.

Desde una perspectiva institucional, la intensificación agrícola introduce nuevos desafíos para la gestión del agua. Las organizaciones de usuarios y los operadores de la infraestructura hidráulica se enfrentan a mayores exigencias en la distribución del recurso, al incremento de conflictos entre usuarios y a la necesidad de fortalecer los mecanismos

de control y monitoreo del uso del agua. En muchos casos, la capacidad de gestión institucional no logra adaptarse al ritmo de intensificación productiva, generándose brechas entre la demanda real de agua y la capacidad del sistema para administrarla de manera eficiente y equitativa.

Otro aspecto relevante es la relación entre intensificación agrícola y sostenibilidad del recurso hídrico en el largo plazo. El uso excesivo del agua de riego puede provocar procesos de degradación ambiental, como la salinización de los suelos, la disminución de los caudales ecológicos y el agotamiento de acuíferos. Estos impactos comprometen no solo la viabilidad futura de la actividad agrícola, sino también la seguridad hídrica de otros sectores y de las generaciones futuras, poniendo en evidencia los límites del modelo de intensificación basado en el aumento continuo del consumo de agua.

En este contexto, diversos enfoques teóricos y normativos han planteado la necesidad de replantear la intensificación agrícola desde una lógica de eficiencia y sostenibilidad. La gestión integrada de los recursos hídricos propone articular la producción agrícola con la conservación del agua, promoviendo prácticas que optimicen el uso del recurso, reduzcan los impactos ambientales y consideren la interdependencia entre los distintos usos del agua. Este enfoque reconoce que la intensificación productiva solo puede sostenerse en el tiempo si se acompaña de modelos de gestión que regulen la presión sobre el recurso hídrico y fortalezcan la gobernanza del agua.

En suma, la intensificación agrícola constituye un factor clave en la creciente presión sobre el recurso hídrico en los sistemas de riego. Si bien ha contribuido al aumento de la producción y a la dinamización de las economías rurales, también ha puesto de manifiesto las limitaciones de los modelos tradicionales de gestión del agua. Frente a este escenario, resulta imprescindible avanzar hacia estrategias que permitan compatibilizar la intensificación productiva con el uso sostenible del agua, integrando criterios técnicos, ambientales e institucionales que garanticen la resiliencia de los sistemas agrícolas y la protección del recurso hídrico.

1.2 Enfoques contemporáneos de gestión del agua

La creciente complejidad de los problemas asociados al uso del agua ha impulsado una profunda transformación en las formas de concebir y gestionar este recurso. Los

enfoques tradicionales, centrados principalmente en la provisión de infraestructura y en la distribución física del agua, han demostrado ser insuficientes para responder a los desafíos actuales, caracterizados por la escasez, la degradación de la calidad del recurso, el aumento de la demanda y la multiplicidad de actores con intereses diversos. En este contexto, la gestión del agua ha dejado de entenderse únicamente como un proceso técnico para convertirse en un campo multidimensional donde convergen aspectos ambientales, sociales, económicos e institucionales.

Los enfoques contemporáneos de gestión del agua surgen como respuesta a la necesidad de integrar estas múltiples dimensiones en un marco coherente de toma de decisiones. Se reconoce que el agua no es solo un insumo productivo, sino un bien estratégico y un elemento esencial para la sostenibilidad de los sistemas naturales y humanos. Esta visión implica superar la fragmentación sectorial en la administración del recurso y promover esquemas de coordinación entre los distintos niveles de gobierno, las organizaciones de usuarios y la sociedad civil, especialmente en territorios donde el uso agrario constituye la principal presión sobre el sistema hídrico.

Asimismo, los nuevos enfoques enfatizan la importancia de la participación de los usuarios en la planificación y gestión del agua, reconociendo el conocimiento local y la corresponsabilidad en el uso del recurso. La gestión ya no se concibe como una tarea exclusiva del Estado o de los operadores de infraestructura, sino como un proceso colectivo que requiere mecanismos de gobernanza capaces de articular intereses, prevenir conflictos y promover acuerdos orientados al uso sostenible del agua. Este cambio de paradigma resulta particularmente relevante en los sistemas de riego organizados, donde la interacción entre usuarios, instituciones y entorno natural define el desempeño del sistema en su conjunto.

En este marco, los enfoques contemporáneos de gestión del agua plantean la necesidad de incorporar criterios de sostenibilidad, eficiencia y equidad en la toma de decisiones, así como de fortalecer los instrumentos de planificación, monitoreo y evaluación. Estas perspectivas constituyen la base conceptual para comprender las transformaciones actuales en la gestión del agua de riego y permiten analizar, desde una mirada integral, los retos y oportunidades que enfrentan los sistemas hidráulicos en contextos agrícolas vulnerables.

1.2.1. De la administración sectorial a la gestión integrada

Durante gran parte del siglo XX, la gestión del agua se estructuró bajo un enfoque de administración sectorial, caracterizado por la asignación del recurso en función de usos específicos y por la intervención fragmentada de distintas entidades públicas. En este modelo, cada sector —agrícola, poblacional, energético o industrial— gestionaba el agua de manera relativamente autónoma, priorizando sus propios objetivos y necesidades, con escasa coordinación interinstitucional. Si bien este enfoque permitió expandir la infraestructura hidráulica y atender demandas crecientes en determinados contextos, también generó importantes limitaciones en términos de eficiencia, equidad y sostenibilidad del recurso hídrico.

La administración sectorial del agua tendió a concentrarse en aspectos operativos y normativos vinculados a la distribución del recurso, relegando la consideración integral de los impactos ambientales y sociales derivados de su uso. En los sistemas de riego, esta lógica se tradujo en una gestión centrada en la entrega de volúmenes de agua para la producción agrícola, sin una evaluación sistemática de los efectos sobre la calidad del agua, los ecosistemas asociados o la disponibilidad futura del recurso. Como consecuencia, se consolidaron prácticas de uso intensivo del agua, acompañadas de procesos de degradación ambiental y de conflictos entre usuarios, especialmente en cuencas con alta presión sobre el recurso.

Frente a estas limitaciones, emerge progresivamente el enfoque de gestión integrada de los recursos hídricos como una alternativa conceptual y operativa al modelo sectorial. Este enfoque parte del reconocimiento de que los distintos usos del agua están interrelacionados y que las decisiones adoptadas en un sector influyen inevitablemente en los demás. La gestión integrada propone, por tanto, considerar el agua como un sistema único, en el que confluyen dimensiones hidrológicas, ambientales, sociales, económicas e institucionales, y cuya administración debe realizarse de manera coordinada y coherente.

La transición hacia la gestión integrada implica un cambio sustantivo en la forma de entender la gobernanza del agua. En lugar de decisiones unilaterales, se promueve la

articulación entre los distintos actores involucrados en el uso y la gestión del recurso, incluyendo entidades del Estado, organizaciones de usuarios, operadores de infraestructura y otros actores sociales y productivos. Este enfoque reconoce la cuenca hidrográfica como la unidad territorial más adecuada para la planificación y gestión del agua, ya que permite visualizar las interacciones entre las fuentes de agua, los usos aguas arriba y aguas abajo, y los impactos acumulativos sobre el sistema hídrico.

En el ámbito del riego, la gestión integrada representa un avance significativo respecto al modelo sectorial tradicional. La planificación del uso del agua deja de basarse exclusivamente en criterios de oferta y demanda agrícola, incorporando consideraciones sobre la conservación de la calidad del agua, el mantenimiento de caudales ecológicos y la sostenibilidad de los suelos. Asimismo, se fortalecen los instrumentos de planificación y monitoreo, como los planes de aprovechamiento hídrico y los sistemas de indicadores ambientales, que permiten evaluar el desempeño del sistema y apoyar la toma de decisiones informadas.

Otro elemento central de la gestión integrada es la incorporación de la participación social como componente esencial del proceso de gestión. La experiencia demuestra que los sistemas de riego gestionados con la participación activa de los usuarios presentan mayores niveles de cumplimiento de las normas, mejor resolución de conflictos y una mayor apropiación de las medidas orientadas a la conservación del recurso. En este sentido, la gestión integrada no solo busca optimizar el uso del agua, sino también fortalecer las capacidades institucionales y organizativas de los actores involucrados.

No obstante, la transición de la administración sectorial a la gestión integrada enfrenta diversos desafíos. Entre ellos se encuentran la resistencia al cambio institucional, la superposición de competencias, las limitaciones técnicas y financieras, y la necesidad de desarrollar capacidades para la planificación y gestión participativa. A pesar de estas dificultades, la gestión integrada se consolida como un enfoque fundamental para responder a la creciente presión sobre los recursos hídricos y para garantizar un uso sostenible del agua en el largo plazo.

En síntesis, el paso de la administración sectorial a la gestión integrada del agua

representa una evolución necesaria frente a los complejos desafíos que enfrentan los sistemas de riego contemporáneos. Este enfoque permite superar la fragmentación institucional, promover la coordinación entre actores y articular el uso productivo del agua con la protección ambiental, constituyéndose en un marco conceptual clave para la gestión sustentable del recurso hídrico en contextos agrícolas.

1.2.2. Enfoque de cuenca hidrográfica

El enfoque de cuenca hidrográfica surge como una respuesta conceptual y operativa a las limitaciones de los modelos tradicionales de gestión del agua basados en divisiones administrativas o sectoriales. Este enfoque parte del reconocimiento de que el agua circula y se transforma dentro de un sistema natural definido por límites físicos, en el que interactúan componentes ambientales, sociales y productivos. La cuenca hidrográfica se configura así como la unidad territorial más adecuada para comprender y gestionar de manera integral los procesos asociados al recurso hídrico, desde su origen hasta su uso final.

Desde esta perspectiva, la cuenca no es únicamente un espacio físico donde se produce el escurrimiento superficial y subterráneo, sino un sistema complejo en el que confluyen actividades humanas, ecosistemas y dinámicas socioeconómicas. El uso del agua en un punto determinado de la cuenca genera efectos aguas abajo y, en muchos casos, aguas arriba, lo que evidencia la interdependencia entre los distintos usuarios y territorios. En este sentido, el enfoque de cuenca permite visualizar las relaciones de causalidad entre las actividades productivas, la calidad y cantidad del agua, y los impactos ambientales acumulativos que se producen en el tiempo.

En el ámbito del riego agrícola, el enfoque de cuenca adquiere especial relevancia debido a que este uso representa, en la mayoría de contextos rurales, la principal demanda del recurso hídrico. La planificación del riego bajo un enfoque de cuenca implica considerar no solo las necesidades hídricas de los cultivos, sino también la disponibilidad real del recurso, la variabilidad climática, la conservación de los ecosistemas acuáticos y terrestres, y los requerimientos de otros usos como el poblacional o el ambiental. De este modo, se supera la visión fragmentada del riego como una actividad aislada y se lo integra dentro de un sistema territorial más amplio.

Uno de los aportes fundamentales del enfoque de cuenca es la posibilidad de articular la gestión del agua con la gestión del territorio. Las prácticas agrícolas, el manejo de suelos, la deforestación, la expansión urbana y la disposición de residuos influyen directamente en el comportamiento hidrológico de la cuenca y en la calidad del agua disponible. Bajo este enfoque, la protección de las cabeceras de cuenca, la regulación de los usos del suelo y la conservación de la cobertura vegetal se convierten en acciones estratégicas para asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico a largo plazo, especialmente en sistemas de riego dependientes de fuentes superficiales reguladas.

El enfoque de cuenca también introduce una dimensión institucional y de gobernanza que resulta clave para la gestión integrada del agua. La coexistencia de múltiples actores con intereses diversos —organizaciones de usuarios, entidades estatales, gobiernos regionales y locales, sector privado y sociedad civil— hace necesario establecer espacios de coordinación, concertación y toma de decisiones compartidas. En este marco, los consejos de recursos hídricos de cuenca se constituyen como instancias fundamentales para la planificación, el seguimiento y la evaluación de las políticas y acciones vinculadas al uso y gestión del agua, promoviendo una visión común del territorio y del recurso.

Asimismo, la gestión por cuenca facilita la incorporación de instrumentos de planificación y monitoreo que permiten anticipar escenarios de escasez, conflictos o deterioro ambiental. Los planes de gestión de recursos hídricos, los balances hídricos y los sistemas de monitoreo de la calidad del agua se diseñan con una lógica territorial integrada, lo que contribuye a una asignación más equitativa y eficiente del recurso. En los sistemas de riego, estos instrumentos resultan esenciales para adecuar la distribución del agua a la disponibilidad real y para reducir los riesgos asociados a sequías, inundaciones o contaminación.

No obstante, la implementación efectiva del enfoque de cuenca enfrenta desafíos significativos. Entre ellos destacan la debilidad institucional, la superposición de competencias, la limitada participación de los usuarios en algunos contextos y las restricciones presupuestales para la ejecución de acciones de conservación y monitoreo. A ello se suma la necesidad de fortalecer las capacidades técnicas y organizativas de los actores locales para comprender y aplicar este enfoque de manera sostenida.

En conjunto, el enfoque de cuenca hidrográfica representa un pilar fundamental de los enfoques contemporáneos de gestión del agua. Su adopción permite integrar el uso agrícola del agua con la protección ambiental, la planificación territorial y la participación social, constituyéndose en una herramienta clave para avanzar hacia una gestión sustentable del agua de riego en contextos rurales caracterizados por alta presión sobre el recurso y crecientes desafíos ambientales.

1.2.3. Gobernanza del agua y sostenibilidad

La gobernanza del agua se ha consolidado como un concepto central en los enfoques contemporáneos de gestión del recurso hídrico, al poner énfasis no solo en los aspectos técnicos de su administración, sino también en los procesos sociales, políticos e institucionales que determinan cómo se toman las decisiones y cómo se distribuyen los beneficios y responsabilidades asociados al agua. A diferencia de los modelos tradicionales centrados exclusivamente en la autoridad del Estado o en criterios sectoriales, la gobernanza introduce una mirada más amplia que reconoce la multiplicidad de actores, intereses y escalas que intervienen en el uso y gestión del recurso.

Desde una perspectiva de sostenibilidad, la gobernanza del agua se vincula estrechamente con la capacidad de las sociedades para organizarse y responder de manera coherente a los desafíos que plantea la escasez, la contaminación y la variabilidad climática. En este sentido, no se trata únicamente de contar con normas o instituciones formales, sino de asegurar que existan mecanismos efectivos de coordinación, participación y rendición de cuentas que permitan orientar el uso del agua hacia objetivos de largo plazo. La sostenibilidad hídrica depende, en gran medida, de la calidad de estos arreglos institucionales y de la legitimidad de las decisiones adoptadas.

En el ámbito del riego agrícola, la gobernanza del agua adquiere una relevancia particular, ya que este uso concentra una elevada demanda del recurso y suele involucrar a un gran número de usuarios con diferentes niveles de poder y capacidad organizativa. Las juntas, comisiones u organizaciones de usuarios de agua cumplen un rol clave en este contexto, al actuar como intermediarias entre el Estado y los agricultores, y al asumir funciones vinculadas a la operación de la infraestructura hidráulica, la distribución del agua y la administración de las tarifas. Sin embargo, cuando estas organizaciones carecen de capacidades técnicas, financieras o de legitimidad social, la gobernanza se debilita y

se generan prácticas poco sostenibles, como el uso ineficiente del agua, la falta de control sobre la contaminación o el aumento de los conflictos entre usuarios.

La gobernanza del agua orientada a la sostenibilidad implica, por tanto, fortalecer las capacidades institucionales a distintos niveles. A nivel local, requiere promover la participación informada de los usuarios en la planificación y toma de decisiones, fomentando una corresponsabilidad en el cuidado del recurso y de la infraestructura de riego. A nivel territorial, demanda articular a las organizaciones de usuarios con los gobiernos locales y regionales, así como con las entidades rectoras del agua, de modo que las decisiones sobre el uso del recurso se adopten de manera coordinada y coherente con las características de la cuenca. A nivel nacional, supone contar con un marco normativo claro y estable que incentive prácticas sostenibles y garantice la equidad en el acceso al agua.

Un elemento central de la gobernanza del agua es la transparencia en la gestión. La disponibilidad de información confiable sobre la cantidad y calidad del agua, los volúmenes distribuidos, los costos de operación y el destino de los recursos económicos resulta fundamental para generar confianza entre los usuarios y reducir los conflictos. En sistemas de riego organizados, la falta de información o su manejo discrecional suele traducirse en desconfianza hacia las autoridades de la organización y en una baja disposición al cumplimiento de las normas y al pago de las tarifas, afectando directamente la sostenibilidad económica e institucional del sistema.

Asimismo, la gobernanza del agua incorpora una dimensión ética y social vinculada a la equidad intergeneracional e intrageneracional. La sostenibilidad no solo se refiere a preservar el recurso para el futuro, sino también a garantizar que su uso actual no profundice desigualdades entre los distintos grupos de usuarios. En contextos rurales, esto implica atender las asimetrías existentes entre pequeños productores y grandes usuarios, entre zonas de cabecera y zonas de cola de los sistemas de riego, y entre usos productivos y necesidades ambientales. Una gobernanza sólida busca equilibrar estos intereses, evitando que la presión de determinados actores comprometa la disponibilidad y calidad del agua para otros.

Finalmente, la gobernanza del agua orientada a la sostenibilidad requiere

incorporar el aprendizaje y la adaptación como principios fundamentales. Los sistemas hídricos están sujetos a cambios constantes derivados del clima, de las transformaciones productivas y de las dinámicas sociales. En este contexto, las instituciones y organizaciones deben ser capaces de revisar sus prácticas, ajustar sus normas y adoptar innovaciones técnicas y organizativas que permitan responder a nuevos escenarios. La gobernanza deja de ser así un esquema rígido y se convierte en un proceso dinámico, en permanente construcción.

En síntesis, la gobernanza del agua constituye un eje articulador entre la gestión integrada del recurso hídrico y la sostenibilidad. Su fortalecimiento permite avanzar hacia modelos de uso del agua de riego que no solo sean eficientes desde el punto de vista productivo, sino también socialmente justos, ambientalmente responsables e institucionalmente viables, sentando las bases para una gestión sustentable del agua en territorios agrícolas vulnerables.

1.3 Gestión ambiental del recurso hídrico

La gestión ambiental del recurso hídrico surge como una respuesta a la creciente evidencia de que el uso del agua, especialmente en actividades productivas intensivas como la agricultura de riego, genera impactos significativos sobre los ecosistemas y sobre la propia disponibilidad del recurso. Durante décadas, el agua fue considerada principalmente como un insumo para el desarrollo económico, priorizándose su aprovechamiento sin una evaluación integral de los efectos ambientales asociados. Este enfoque ha contribuido al deterioro progresivo de la calidad del agua, a la degradación de los suelos y a la pérdida de funcionalidad de los sistemas hídricos en numerosos territorios rurales.

En este contexto, la gestión ambiental del recurso hídrico plantea la necesidad de incorporar de manera explícita la dimensión ambiental en las decisiones relacionadas con el uso, la distribución y el manejo del agua. No se trata únicamente de regular volúmenes o asignaciones, sino de comprender el agua como parte de un sistema ambiental complejo, estrechamente vinculado a los ciclos naturales, a la biodiversidad y a la salud de los ecosistemas acuáticos y terrestres. Esta visión reconoce que la sostenibilidad del riego agrícola depende, en gran medida, de la capacidad para proteger la calidad del agua y

conservar las condiciones ecológicas que permiten su renovación.

La introducción de criterios ambientales en la gestión del agua implica también un cambio en los modelos institucionales y organizativos. Las organizaciones de usuarios, las entidades estatales y los gobiernos locales enfrentan el desafío de integrar instrumentos técnicos, normativos y educativos que orienten el uso del recurso hacia prácticas más responsables. La gestión ambiental del agua demanda, por tanto, procesos de planificación, monitoreo y evaluación que permitan identificar fuentes de contaminación, prevenir impactos negativos y promover acciones de conservación en los distintos niveles del sistema hídrico.

Asimismo, la gestión ambiental del recurso hídrico se vincula estrechamente con la participación social y la educación ambiental. En sistemas de riego organizados, la adopción de prácticas sostenibles requiere que los usuarios comprendan las consecuencias de sus decisiones sobre el agua y el ambiente, y que se involucren activamente en la protección del recurso. De esta manera, la gestión ambiental deja de ser una responsabilidad exclusiva del Estado y se convierte en un esfuerzo compartido entre los distintos actores que intervienen en el territorio.

En suma, este apartado introduce la gestión ambiental del recurso hídrico como un componente esencial para avanzar hacia modelos de uso del agua de riego que sean compatibles con la conservación del medio ambiente y con el bienestar de las generaciones presentes y futuras. Desde esta perspectiva, la gestión ambiental se presenta no solo como un conjunto de normas o procedimientos, sino como un enfoque integral que articula aspectos técnicos, institucionales y sociales en la búsqueda de la sostenibilidad del agua.

1.3.1. Relación entre uso del agua y degradación ambiental

La relación entre el uso del agua y la degradación ambiental constituye uno de los ejes centrales para comprender la problemática actual de los recursos hídricos en contextos agrícolas. El agua, al ser un componente esencial de los ecosistemas, cumple funciones ecológicas que van más allá de su aprovechamiento productivo. Sin embargo, cuando su uso se intensifica sin criterios ambientales claros, se generan procesos de deterioro que afectan tanto a la calidad del recurso como al equilibrio de los sistemas

naturales que lo sostienen.

En los sistemas de riego agrícola, la degradación ambiental asociada al uso del agua suele manifestarse de manera progresiva y acumulativa. La aplicación excesiva de volúmenes de riego, combinada con prácticas inadecuadas de manejo de suelos, favorece procesos de salinización, compactación y pérdida de fertilidad, reduciendo la capacidad productiva de las tierras agrícolas. Estos impactos no solo comprometen la sostenibilidad de los cultivos, sino que también alteran el funcionamiento hidrológico de las cuencas, incrementando la escorrentía superficial y disminuyendo la infiltración y recarga de acuíferos (Dourojeanni, 2002; Dourojeanni, 2011).

A ello se suma la contaminación del agua como una de las formas más visibles de degradación ambiental vinculada al uso agrícola. El empleo intensivo de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos genera cargas contaminantes que, a través del escurrimiento y la percolación, alcanzan los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Este proceso deteriora la calidad del agua destinada al riego, al consumo humano y a otros usos, afectando la salud de los ecosistemas acuáticos y representando un riesgo para la salud pública. La presencia de contaminantes orgánicos, nutrientes y microorganismos patógenos es una consecuencia recurrente de modelos productivos que priorizan el rendimiento inmediato sobre la protección del recurso hídrico (Chapagain y Hoekstra, 2004; Rondón, 2015).

La degradación ambiental asociada al uso del agua no se limita al ámbito agrícola, sino que se ve agravada por la interacción con otros factores antrópicos. Los vertimientos de aguas residuales sin tratamiento, la disposición inadecuada de residuos sólidos y la expansión urbana desordenada incrementan la presión sobre los ríos, canales y acuíferos, especialmente en las zonas bajas de las cuencas. En estos contextos, el agua utilizada para riego incorpora contaminantes provenientes de actividades externas al sector agrario, intensificando los impactos negativos sobre los cultivos, los suelos y los ecosistemas (Centro Bartolomé de las Casas, 2012).

Desde una perspectiva ambiental, la degradación del recurso hídrico también implica la alteración de los caudales ecológicos necesarios para mantener la funcionalidad de los ecosistemas acuáticos. La captación excesiva de agua para riego, sin considerar las

necesidades ambientales de los ríos y humedales, reduce la disponibilidad de hábitats para la fauna y flora acuática, afecta los procesos de autodepuración natural y disminuye la resiliencia de los sistemas hídricos frente a eventos extremos como sequías o inundaciones. Esta situación evidencia la estrecha relación entre el uso consuntivo del agua y la pérdida de servicios ecosistémicos fundamentales (Solanes y Peña, 2003).

La gestión ambiental del recurso hídrico plantea, frente a este escenario, la necesidad de reconocer y abordar de manera integral los vínculos entre uso del agua y degradación ambiental. Ello implica pasar de una lógica de aprovechamiento aislado a un enfoque que considere los impactos acumulativos y las interdependencias entre los distintos componentes del sistema ambiental. La incorporación de instrumentos de monitoreo de la calidad del agua, la evaluación de impactos ambientales y el uso de indicadores agroambientales se convierten en herramientas clave para identificar tendencias de deterioro y orientar decisiones de gestión más responsables (FAO, 2015; Manteiga, 2000).

En síntesis, la relación entre uso del agua y degradación ambiental pone de manifiesto que la sostenibilidad del riego agrícola no depende únicamente de la disponibilidad del recurso, sino de la forma en que este es utilizado y gestionado. La persistencia de prácticas inadecuadas conduce a un círculo vicioso de deterioro ambiental y disminución de la productividad, mientras que la adopción de enfoques de gestión ambiental integrada abre la posibilidad de compatibilizar el uso agrícola del agua con la conservación de los ecosistemas y la protección de la calidad del recurso hídrico a largo plazo.

1.3.2. Impactos ambientales del riego intensivo

El riego intensivo ha sido uno de los principales motores del aumento de la productividad agrícola y de la expansión de las áreas cultivadas en diversas regiones del mundo. No obstante, cuando esta práctica se desarrolla sin una planificación adecuada y sin criterios ambientales integrados, genera una serie de impactos que comprometen la sostenibilidad de los sistemas productivos y del propio recurso hídrico. Estos impactos no suelen manifestarse de manera inmediata, sino que se acumulan progresivamente, afectando el suelo, el agua y los ecosistemas asociados.

Uno de los impactos ambientales más relevantes del riego intensivo es la degradación de los suelos agrícolas. La aplicación continua de grandes volúmenes de agua, especialmente en sistemas de riego por gravedad con baja eficiencia, favorece la salinización y sodificación de los suelos, particularmente en zonas áridas y semiáridas. Este proceso ocurre cuando las sales disueltas en el agua de riego se concentran en el perfil del suelo debido a una inadecuada evacuación del agua y a deficientes sistemas de drenaje. Como consecuencia, se reduce la fertilidad del suelo, se altera su estructura física y disminuye la capacidad de las plantas para absorber agua y nutrientes, afectando la productividad agrícola a mediano y largo plazo (MINAGRI-PSI, 2003; FAO, 2015).

El riego intensivo también ejerce una fuerte presión sobre los recursos hídricos superficiales y subterráneos. La captación excesiva de agua para satisfacer las demandas agrícolas puede superar la capacidad natural de renovación de ríos, embalses y acuíferos, generando situaciones de escasez hídrica estacional o permanente. En sistemas regulados, esta presión se traduce en conflictos entre usuarios y en dificultades para garantizar otros usos del agua, como el poblacional o el ambiental. En el caso de las aguas subterráneas, la sobreexplotación provoca el descenso de los niveles freáticos, el aumento de los costos de extracción y, en zonas costeras, la intrusión salina, lo que deteriora irreversiblemente la calidad del recurso (Dourojeanni, 2009; Solanes y Peña, 2003).

Otro impacto ambiental significativo del riego intensivo está asociado a la contaminación del agua. El modelo agrícola intensivo suele ir acompañado del uso masivo de fertilizantes, plaguicidas y otros insumos químicos que, al ser arrastrados por el agua de riego, alcanzan los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Este fenómeno incrementa la carga de nutrientes, especialmente nitratos y fosfatos, favoreciendo procesos de eutrofización que alteran la calidad del agua y afectan a los ecosistemas acuáticos. Asimismo, la presencia de residuos químicos y microbiológicos en el agua de riego representa un riesgo para la salud humana y para la inocuidad de los productos agrícolas (Chapagain y Hoekstra, 2004; Rondón, 2015).

El riego intensivo incide también en la alteración de los regímenes hidrológicos naturales. La regulación de caudales mediante embalses y la derivación permanente de agua para riego modifican los patrones de flujo de los ríos, reduciendo los caudales ecológicos necesarios para mantener la funcionalidad de los ecosistemas acuáticos. Estas

alteraciones afectan la biodiversidad, interrumpen los ciclos reproductivos de especies acuáticas y disminuyen la capacidad de los ríos para autodepurarse. En contextos de variabilidad climática, la pérdida de esta capacidad de regulación natural incrementa la vulnerabilidad frente a sequías e inundaciones (Red Internacional para el Desarrollo de Capacidades en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, 2005).

Desde una perspectiva territorial, el riego intensivo puede contribuir a la expansión desordenada de la frontera agrícola, presionando áreas ambientalmente frágiles como bosques, humedales y zonas de recarga hídrica. La transformación de estos ecosistemas reduce la cobertura vegetal, incrementa la erosión del suelo y afecta la infiltración del agua, generando un círculo de degradación ambiental que repercute directamente en la disponibilidad y calidad del recurso hídrico a escala de cuenca (Centro Bartolomé de las Casas, 2012).

En conjunto, los impactos ambientales del riego intensivo evidencian que el aumento de la productividad agrícola no puede sostenerse indefinidamente sin considerar los límites ecológicos del sistema hídrico. La persistencia de prácticas intensivas basadas en el uso ineficiente del agua y en la ausencia de criterios ambientales conduce a la degradación progresiva del recurso y del territorio. Frente a ello, se hace imprescindible transitar hacia modelos de riego más eficientes y sostenibles, que integren la gestión ambiental del agua, promuevan tecnologías adecuadas y fortalezcan las capacidades institucionales y sociales para proteger el recurso hídrico como base de la producción agrícola y del desarrollo rural.

1.3.3. Rol de las instituciones en la protección de la calidad del agua

La protección de la calidad del agua constituye una responsabilidad colectiva en la que las instituciones públicas, las organizaciones de usuarios y otros actores sociales desempeñan un papel determinante. En contextos agrícolas donde el riego representa el principal uso del recurso hídrico, la actuación institucional resulta clave para prevenir la degradación ambiental, regular las prácticas productivas y garantizar que el agua mantenga condiciones adecuadas para los distintos usos presentes y futuros. Sin un marco institucional sólido y articulado, los esfuerzos individuales de conservación suelen ser insuficientes frente a las presiones crecientes sobre el recurso.

Las instituciones del Estado cumplen un rol rector en la formulación de políticas, normas y estrategias orientadas a la gestión ambiental del agua. A través de marcos legales y regulatorios, establecen principios, estándares de calidad y mecanismos de control que buscan asegurar un uso responsable del recurso hídrico. Estas normas no solo definen límites permisibles de contaminación, sino que también orientan la planificación del uso del agua, la protección de las fuentes hídricas y la conservación de los ecosistemas asociados. La gestión ambiental del agua, entendida como un proceso permanente y continuo, se sustenta precisamente en este conjunto estructurado de principios y normas que guían la acción institucional (Ley General del Ambiente N° 28611).

En el ámbito específico de los recursos hídricos, las entidades rectoras del agua tienen la función de supervisar, fiscalizar y monitorear la calidad del recurso en ríos, canales, acuíferos y embalses. Estas acciones permiten identificar fuentes y cargas contaminantes, evaluar tendencias de deterioro y adoptar medidas correctivas oportunas. El monitoreo sistemático de parámetros físicos, químicos y microbiológicos se convierte así en una herramienta fundamental para la toma de decisiones y para la protección de la salud humana y ambiental. Sin embargo, la efectividad de estas funciones depende en gran medida de la capacidad técnica, financiera y operativa de las instituciones responsables (Aguirre Royuela, 2002; Manteiga, 2000).

Las organizaciones de usuarios de agua, como las juntas y comisiones de riego, desempeñan un rol complementario pero igualmente estratégico en la protección de la calidad del agua. Al operar directamente la infraestructura hidráulica y distribuir el recurso entre los usuarios, estas organizaciones se encuentran en una posición privilegiada para promover buenas prácticas de uso del agua y prevenir acciones que deterioren su calidad. La incorporación de criterios ambientales en sus planes de operación, mantenimiento y desarrollo permite orientar recursos hacia actividades de conservación, limpieza de canales, control de vertimientos y sensibilización de los usuarios sobre el impacto de sus prácticas productivas.

No obstante, cuando las organizaciones de usuarios carecen de capacidades institucionales o de una visión ambiental integrada, su rol en la protección de la calidad del agua se ve limitado. La priorización exclusiva de la distribución del recurso y de la sostenibilidad financiera del sistema puede relegar las acciones ambientales a un segundo

plano, generando una brecha entre la normativa existente y su aplicación efectiva en el territorio. En este sentido, el fortalecimiento institucional y la capacitación de directivos, personal técnico y usuarios resultan fundamentales para consolidar una gestión del agua que incorpore de manera transversal la protección de la calidad del recurso (Dourojeanni, 2011).

Las instituciones educativas, los centros de investigación y las organizaciones de la sociedad civil también cumplen un papel relevante en la protección de la calidad del agua, al contribuir con la generación de conocimiento, la formación de capacidades y la sensibilización ambiental. A través de programas de educación ambiental, investigaciones aplicadas y espacios de diálogo, estos actores apoyan la comprensión de los vínculos entre las prácticas agrícolas, la contaminación del agua y la degradación de los ecosistemas. La educación ambiental, concebida como un proceso integral orientado a la construcción de valores y actitudes sostenibles, se convierte así en un instrumento clave para modificar comportamientos y promover una cultura de cuidado del recurso hídrico (Márquez Fernández, 2003; Política Nacional de Educación Ambiental, 2012).

Desde una perspectiva de gobernanza, la protección de la calidad del agua requiere una acción coordinada entre las distintas instituciones que intervienen en la gestión del recurso. La fragmentación institucional, la superposición de competencias y la falta de articulación entre niveles de gobierno debilitan los esfuerzos de conservación y favorecen la persistencia de prácticas contaminantes. En contraste, los enfoques integrados y participativos, basados en la coordinación interinstitucional y en la participación de los usuarios, permiten abordar de manera más efectiva los problemas de calidad del agua a escala de cuenca (Red Internacional para el Desarrollo de Capacidades en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, 2005).

En síntesis, el rol de las instituciones en la protección de la calidad del agua es central para garantizar la sostenibilidad del riego agrícola y de los sistemas hídricos en su conjunto. La combinación de marcos normativos claros, capacidades técnicas adecuadas, participación de los usuarios y procesos continuos de educación y monitoreo constituye la base para una gestión ambiental del recurso hídrico que no solo responda a las demandas productivas, sino que también preserve la calidad del agua como patrimonio ambiental y social.

1.4 Experiencias y antecedentes nacionales e internacionales

El análisis de las experiencias y antecedentes en torno al uso y la gestión del agua de riego constituye un componente fundamental para comprender la evolución de los enfoques aplicados en distintos contextos territoriales y extraer aprendizajes relevantes para la gestión actual del recurso hídrico. A nivel nacional e internacional, los sistemas de riego han transitado por diversos modelos institucionales, técnicos y organizacionales, influenciados por factores históricos, económicos, ambientales y sociales, que han determinado diferentes resultados en términos de eficiencia, equidad y sostenibilidad.

El estudio de estas experiencias permite identificar patrones comunes en los procesos de gestión del agua, así como los principales obstáculos que enfrentan los sistemas de riego, tales como la sobreexplotación del recurso, el deterioro de su calidad, la fragmentación institucional y la limitada participación de los usuarios en la toma de decisiones. Al mismo tiempo, los antecedentes documentan iniciativas exitosas orientadas a la gestión integrada, la gobernanza participativa y la incorporación de criterios ambientales, que han contribuido a mejorar el desempeño de los sistemas de riego y a reducir los conflictos asociados al uso del agua.

En este marco, la revisión de experiencias nacionales e internacionales no se limita a una descripción comparativa, sino que constituye una base analítica para contextualizar el caso de estudio del Sector Hidráulico Chira dentro de una problemática más amplia. De este modo, se busca establecer un diálogo entre la teoría y la práctica, reconociendo que las soluciones a los desafíos de la gestión del agua de riego deben construirse a partir del aprendizaje acumulado, adaptado a las particularidades ambientales, institucionales y socioculturales de cada territorio.

1.4.1. Estudios empíricos sobre gestión del agua de riego

Los estudios empíricos sobre la gestión del agua de riego han permitido evidenciar, a partir de datos concretos y experiencias de campo, la complejidad que caracteriza el manejo del recurso hídrico en contextos agrícolas. Estas investigaciones muestran que la gestión del agua no puede entenderse únicamente desde una perspectiva técnica, centrada en la infraestructura y la distribución de caudales, sino que debe abordarse como un proceso social, institucional y ambientalmente interdependiente. A

través del análisis de casos reales, se ha demostrado que las decisiones sobre el uso del agua están profundamente influenciadas por la organización de los usuarios, los marcos normativos vigentes y las condiciones ambientales locales.

En distintos territorios, los estudios empíricos revelan que la intensificación agrícola y la expansión de las áreas bajo riego han incrementado de manera significativa la presión sobre las fuentes hídricas, generando desequilibrios entre la oferta y la demanda de agua. Estos desequilibrios suelen manifestarse en períodos de escasez, conflictos entre usuarios y deterioro progresivo de la calidad del agua, especialmente en sistemas donde predominan prácticas de riego poco eficientes y un uso intensivo de agroquímicos. Las investigaciones de campo muestran que, en ausencia de mecanismos efectivos de control y monitoreo, estas prácticas tienden a consolidarse y a reproducirse en el tiempo, agravando los impactos ambientales (Dourojeanni, 2011).

Asimismo, los estudios empíricos destacan la importancia de las organizaciones de usuarios de agua como actores clave en la gestión del riego. Las experiencias analizadas indican que aquellas organizaciones que cuentan con estructuras institucionales claras, capacidad de gestión y mecanismos de participación interna logran mejores resultados en la distribución del agua y en la reducción de conflictos. Por el contrario, cuando las organizaciones presentan debilidades en la planificación, en la transparencia de la gestión o en la aplicación de la normativa, se evidencian problemas recurrentes de inequidad en el acceso al agua, morosidad en el pago de tarifas y deterioro de la infraestructura hidráulica (Autoridad Nacional del Agua, 2018).

En el ámbito de la calidad del agua, los estudios empíricos muestran que los sistemas de riego suelen recibir cargas contaminantes provenientes tanto de fuentes puntuales como difusas. Las descargas de aguas residuales sin tratamiento, la escorrentía agrícola cargada de fertilizantes y pesticidas, y la acumulación de sedimentos en canales y reservorios son factores comúnmente identificados en las investigaciones. Estos estudios ponen en evidencia la necesidad de incorporar indicadores ambientales y sistemas de monitoreo permanentes que permitan evaluar el estado del recurso hídrico y orientar la toma de decisiones en la gestión del riego (Red Internacional para el Desarrollo de Capacidades en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico, 2005).

A nivel comparativo, los antecedentes empíricos internacionales muestran que los enfoques de gestión integrada y de cuenca han contribuido a mejorar la sostenibilidad de los sistemas de riego cuando se articulan con procesos participativos y con políticas públicas coherentes. Experiencias documentadas en diversas regiones señalan que la coordinación interinstitucional, la descentralización de la gestión y la educación ambiental de los usuarios son factores determinantes para lograr un uso más eficiente y equitativo del agua de riego. Estas evidencias refuerzan la idea de que la gestión del agua debe concebirse como un proceso adaptativo, basado en el aprendizaje continuo y en la retroalimentación entre la práctica y la política pública.

En síntesis, los estudios empíricos sobre la gestión del agua de riego aportan un sustento fundamental para comprender los desafíos y oportunidades que enfrentan los sistemas de riego en contextos agrícolas. Al revelar las dinámicas reales de uso del agua, los conflictos existentes y los impactos ambientales asociados, estos estudios constituyen una base sólida para el diseño de estrategias de gestión más sostenibles, integradas y acordes con las realidades locales.

1.4.2. Lecciones aprendidas en América Latina

Las experiencias acumuladas en América Latina en materia de gestión del agua de riego ofrecen un conjunto de lecciones relevantes para comprender los desafíos estructurales y las oportunidades de transformación en los sistemas agrícolas de la región. Los estudios y prácticas desarrolladas en distintos países evidencian que la problemática del agua no responde únicamente a limitaciones físicas o climáticas, sino que está profundamente vinculada a factores institucionales, sociales y culturales que condicionan la forma en que el recurso es utilizado y gestionado.

Una primera lección clave es que los modelos tradicionales de administración del riego, centrados exclusivamente en la provisión de infraestructura y en la asignación sectorial del recurso, han mostrado ser insuficientes frente a contextos de creciente escasez y competencia por el agua. En numerosos casos latinoamericanos, la falta de coordinación entre sectores, la superposición de competencias institucionales y la débil participación de los usuarios han derivado en ineficiencias, conflictos y deterioro ambiental. Estas experiencias han puesto en evidencia la necesidad de transitar hacia enfoques más integrales y articulados de gestión del agua (Dourojeanni, 2009).

Una segunda lección se relaciona con la importancia del enfoque de cuenca como unidad básica de planificación y gestión. En América Latina, diversas iniciativas han demostrado que la gestión del agua resulta más eficaz cuando se considera el conjunto de interacciones entre los ecosistemas, las actividades productivas y los asentamientos humanos dentro de un territorio hidrográfico común. Este enfoque permite reconocer las interdependencias aguas arriba y aguas abajo, así como anticipar los impactos acumulativos del uso agrícola sobre la disponibilidad y calidad del agua. En este sentido, los aportes conceptuales y técnicos promovidos por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe han sido fundamentales para posicionar la gestión integrada de los recursos hídricos como una estrategia prioritaria en la región.

Otra lección relevante es el rol central de las organizaciones de usuarios de agua en la sostenibilidad de los sistemas de riego. Las experiencias latinoamericanas muestran que cuando estas organizaciones cuentan con reconocimiento legal, capacidades técnicas y mecanismos de participación efectiva, se fortalecen los procesos de distribución equitativa del agua, mantenimiento de la infraestructura y resolución de conflictos. Por el contrario, allí donde las organizaciones son débiles o carecen de apoyo institucional, se incrementan los problemas de uso ineficiente del recurso y de incumplimiento de las normas establecidas, afectando la sostenibilidad del sistema en su conjunto (Jouravlev, 2003).

Asimismo, los casos analizados en la región destacan la necesidad de incorporar la dimensión ambiental en la gestión del riego. La intensificación agrícola sin criterios de sostenibilidad ha generado, en muchos territorios, procesos de contaminación de aguas superficiales y subterráneas, salinización de suelos y pérdida de productividad a largo plazo. Las lecciones aprendidas indican que la gestión del agua de riego debe integrar instrumentos de monitoreo de la calidad del agua, indicadores ambientales y programas de educación ambiental dirigidos a los usuarios, con el fin de modificar prácticas productivas que resultan ambientalmente insostenibles (Rondón, 2015).

Finalmente, una enseñanza transversal en América Latina es que las políticas y estrategias de gestión del agua deben ser flexibles y adaptativas, capaces de responder a la variabilidad climática y a los efectos del cambio climático. Las sequías recurrentes y los eventos extremos han evidenciado la vulnerabilidad de los sistemas de riego y la

necesidad de fortalecer la planificación a mediano y largo plazo, así como la participación social en la toma de decisiones. En conjunto, estas lecciones refuerzan la idea de que la gestión del agua de riego en la región requiere enfoques integrados, participativos y ambientalmente responsables, alineados con las realidades locales y los desafíos globales contemporáneos.

1.4.3. Tendencias actuales en políticas hídricas

Las políticas hídricas contemporáneas reflejan un cambio sustantivo en la manera en que los Estados y las organizaciones internacionales conciben el agua, pasando de enfoques centrados en la oferta y la infraestructura hacia marcos integrales orientados a la sostenibilidad, la resiliencia y la gobernanza participativa. Este viraje responde a la creciente presión sobre los recursos hídricos derivada de la intensificación agrícola, el crecimiento poblacional, la urbanización acelerada y los efectos del cambio climático, factores que han evidenciado las limitaciones de los modelos tradicionales de gestión.

Una de las tendencias más relevantes es la consolidación de la **gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH)** como eje de las políticas públicas. Este enfoque promueve la coordinación entre sectores usuarios del agua, la integración de dimensiones sociales, económicas y ambientales, y la planificación a escala de cuenca. En la práctica, las políticas hídricas actuales buscan articular instrumentos normativos, técnicos y económicos que permitan equilibrar la demanda con la disponibilidad real del recurso, reduciendo conflictos y evitando la degradación de los ecosistemas acuáticos. Organismos como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura han impulsado este enfoque, destacando su importancia para asegurar la sostenibilidad de los sistemas de riego y la seguridad alimentaria.

Otra tendencia clave es el fortalecimiento de la **gobernanza del agua**, entendida como el conjunto de reglas, instituciones y procesos mediante los cuales se toman decisiones sobre el uso y la gestión del recurso. Las políticas hídricas actuales enfatizan la descentralización de funciones, el reconocimiento de las organizaciones de usuarios y la participación activa de la sociedad civil en la planificación y el control de la gestión del agua. Esta orientación responde a la evidencia de que los sistemas centralizados y altamente burocratizados tienden a ser menos eficaces para atender las dinámicas locales y resolver conflictos asociados al uso del agua, especialmente en contextos rurales y

agrícolas.

En el ámbito de la **agricultura de riego**, las políticas recientes incorporan con mayor énfasis criterios de eficiencia y uso racional del agua. Se promueve la modernización de los sistemas de riego mediante tecnologías presurizadas, la mejora de la infraestructura de conducción y distribución, y la adopción de prácticas agrícolas menos demandantes de agua. Estas medidas suelen estar acompañadas de instrumentos económicos, como esquemas tarifarios diferenciados, incentivos para el ahorro del recurso y mecanismos de financiamiento para la innovación tecnológica. El Banco Mundial ha señalado que la combinación de regulación, incentivos económicos y fortalecimiento institucional resulta fundamental para lograr mejoras sostenidas en la eficiencia del riego.

Asimismo, las políticas hídricas actuales muestran una creciente preocupación por la **calidad del agua** y la protección de las fuentes de abastecimiento. Ya no se limita la acción pública a garantizar volúmenes suficientes para el riego, sino que se incorporan estándares ambientales, sistemas de monitoreo y medidas de control de la contaminación difusa proveniente de la agricultura. En este contexto, se reconoce que el uso intensivo de agroquímicos y el manejo inadecuado del riego pueden comprometer la calidad del agua superficial y subterránea, afectando tanto la producción agrícola como la salud de las poblaciones.

Otra tendencia emergente es la incorporación del **enfoque de adaptación al cambio climático** en las políticas hídricas. Los escenarios de mayor variabilidad hidrológica han llevado a los Estados a priorizar la planificación de largo plazo, la gestión del riesgo y el fortalecimiento de la resiliencia de los sistemas de riego. Esto incluye la diversificación de fuentes de agua, la protección de ecosistemas reguladores como humedales y cabeceras de cuenca, y la promoción de prácticas agrícolas adaptadas a condiciones de mayor incertidumbre climática.

Finalmente, se observa una orientación creciente hacia la **articulación entre políticas hídricas y políticas de desarrollo sostenible**. El agua es reconocida como un recurso estratégico transversal, vinculado no solo a la producción agrícola, sino también a la reducción de la pobreza, la seguridad alimentaria y la conservación ambiental. En

este marco, las políticas hídricas contemporáneas tienden a alinearse con agendas más amplias de desarrollo, buscando equilibrar el crecimiento económico con la equidad social y la protección de los recursos naturales. Esta visión integral constituye uno de los principales desafíos y, a la vez, una de las mayores oportunidades para avanzar hacia una gestión del agua de riego verdaderamente sustentable.

El desarrollo de este capítulo ha permitido construir un marco teórico sólido para comprender la complejidad del uso y la gestión del agua de riego en los sistemas agrícolas contemporáneos. A lo largo de sus apartados, se ha evidenciado que el agua no constituye únicamente un insumo productivo, sino un recurso estratégico cuya gestión condiciona la seguridad alimentaria, la estabilidad socioeconómica de los territorios rurales y la sostenibilidad de los ecosistemas.

La revisión de la evolución histórica del riego, las transformaciones ocurridas en los contextos rurales y la intensificación agrícola ha puesto de manifiesto cómo los modelos productivos tradicionales, basados en el aumento de la oferta y el uso extensivo del recurso hídrico, han generado crecientes presiones sobre la disponibilidad y la calidad del agua. Estos procesos han revelado la necesidad de replantear los enfoques de gestión, superando visiones sectoriales y fragmentadas que han demostrado ser insuficientes frente a los desafíos ambientales y sociales actuales.

Asimismo, el análisis de los enfoques contemporáneos de gestión del agua ha permitido identificar un tránsito progresivo hacia modelos integrados, sustentados en la planificación a escala de cuenca, la gobernanza participativa y la articulación entre instituciones, usuarios y políticas públicas. La gestión ambiental del recurso hídrico emerge, en este contexto, como un componente indispensable para prevenir la degradación ambiental, mitigar los impactos del riego intensivo y proteger la calidad del agua frente a múltiples fuentes de contaminación.

Finalmente, la revisión de experiencias y antecedentes nacionales e internacionales ha aportado una perspectiva comparada que evidencia tanto los errores recurrentes como las buenas prácticas en la gestión del agua de riego. Las lecciones aprendidas en distintos territorios, especialmente en América Latina, y las tendencias actuales en políticas hídricas, confirman que la sostenibilidad del riego depende de la

capacidad institucional, la participación activa de los usuarios y la incorporación de criterios ambientales en la toma de decisiones.

En conjunto, este capítulo establece los fundamentos conceptuales y analíticos que orientan el desarrollo del resto del libro. Sobre esta base teórica, se avanza hacia el estudio específico del caso del Sector Hidráulico Chira, donde estos enfoques serán contrastados con la realidad empírica, permitiendo analizar de manera crítica la gestión del agua de riego y proponer alternativas orientadas a su uso sustentable en contextos agrícolas vulnerables.

CAPÍTULO II

NOCIONES BÁSICAS Y FUNDAMENTOS CONCEPTUALES DE LA GESTIÓN AMBIENTAL DEL AGUA

El presente capítulo se orienta a establecer las nociones básicas y los fundamentos conceptuales que sustentan la gestión ambiental del agua, entendida como un enfoque integral que articula el uso productivo del recurso hídrico con la preservación de su calidad, disponibilidad y funcionalidad ecológica. En un contexto marcado por la creciente presión sobre el agua, especialmente en los sistemas de riego agrícola, resulta imprescindible clarificar los conceptos, principios y categorías analíticas que permiten comprender la relación entre el uso del agua y los procesos ambientales asociados.

A lo largo de este capítulo se abordan los elementos conceptuales que explican cómo las actividades humanas, en particular las agrícolas, inciden sobre los sistemas hídricos y generan impactos que trascienden el ámbito productivo, afectando suelos, ecosistemas, salud humana y sostenibilidad territorial. Se parte de la idea de que la gestión ambiental del agua no se limita al control técnico del recurso, sino que implica la incorporación de criterios ecológicos, sociales, económicos e institucionales en la toma de decisiones, reconociendo al agua como un bien común y estratégico.

Asimismo, este capítulo busca ofrecer un marco conceptual que permita interpretar la gestión del agua desde una perspectiva sistémica, considerando las interacciones entre los componentes naturales y sociales, así como el rol de las instituciones, las normas y los actores involucrados. Estas nociones constituyen la base teórica necesaria para analizar, en los capítulos posteriores, la experiencia concreta del uso y la gestión del agua de riego, así como para evaluar críticamente las prácticas actuales y las propuestas orientadas a una gestión ambientalmente sustentable del recurso hídrico.

2.1 Conceptualización del uso del agua de riego

El uso del agua de riego constituye uno de los pilares fundamentales de la producción agrícola y, al mismo tiempo, uno de los principales factores de presión sobre los recursos hídricos a nivel mundial. Comprender su conceptualización implica analizar no solo el volumen de agua aplicado a los cultivos, sino también las formas en que este recurso es captado, distribuido, utilizado y devuelto al ambiente, así como los criterios técnicos, sociales e institucionales que orientan dichas prácticas.

En este sentido, el uso del agua de riego debe ser entendido como un proceso complejo que integra decisiones productivas, tecnologías de riego, condiciones climáticas y edáficas, y normas de gestión establecidas por las organizaciones y autoridades competentes. Lejos de tratarse de una actividad meramente técnica, el riego refleja relaciones de poder, modelos de desarrollo agrícola y niveles diferenciados de acceso al recurso, lo que incide directamente en la eficiencia del uso del agua y en sus impactos ambientales.

Esta sección introduce los conceptos clave necesarios para analizar el uso del agua de riego desde una perspectiva amplia, incorporando dimensiones como la eficiencia, la equidad, la sostenibilidad y la calidad del recurso. Estas nociones permiten sentar las bases teóricas para evaluar críticamente las prácticas de riego, identificar sus efectos sobre los sistemas naturales y productivos, y comprender su papel dentro de los enfoques contemporáneos de gestión ambiental del agua.

2.1.1. Usos consuntivos y no consuntivos

La distinción entre usos consuntivos y no consuntivos del agua constituye un elemento central para comprender la dinámica del recurso hídrico en los sistemas de riego y su relación con la sostenibilidad ambiental. Esta clasificación permite analizar no solo cuánto agua se utiliza, sino también qué ocurre con el recurso después de su aprovechamiento, aspecto clave para la planificación, la asignación de volúmenes y la gestión integral del agua en territorios agrícolas.

El **uso consuntivo del agua** se refiere a aquel en el que una parte significativa del volumen captado no retorna de manera inmediata al sistema hídrico original, debido principalmente a procesos de evapotranspiración, infiltración profunda o incorporación

al producto agrícola. En la agricultura de riego, este tipo de uso es predominante, ya que el agua aplicada a los cultivos es absorbida por las plantas y el suelo, transformándose en biomasa vegetal o perdiéndose por evaporación. En contextos de agricultura intensiva, los usos consuntivos tienden a incrementarse, especialmente en cultivos de alta demanda hídrica y en sistemas de riego con baja eficiencia de aplicación.

El carácter consuntivo del riego adquiere mayor relevancia cuando se analiza en zonas con limitada disponibilidad de agua o con marcada variabilidad climática. En estos escenarios, el aumento del consumo hídrico agrícola puede generar competencia con otros usos del agua, tales como el consumo poblacional o la conservación de caudales ecológicos, intensificando los conflictos sociales y ambientales. Asimismo, una gestión inadecuada del uso consuntivo puede derivar en problemas de sobreexplotación de fuentes superficiales y subterráneas, reducción de la disponibilidad futura del recurso y deterioro de la calidad del agua.

Por otro lado, los **usos no consuntivos del agua** se caracterizan porque el volumen utilizado retorna, total o parcialmente, al cuerpo de agua de origen o a otro sistema hídrico, manteniendo su disponibilidad para otros usuarios. En el ámbito del riego, este tipo de uso se presenta de manera indirecta a través de los retornos de riego, escorrentías superficiales o drenajes agrícolas que vuelven a ríos, canales o acuíferos. Sin embargo, aunque el agua no se pierda en términos de volumen, su calidad suele verse alterada debido al arrastre de sedimentos, sales, fertilizantes y agroquímicos.

Esta característica introduce una dimensión ambiental crítica: los usos no consuntivos del riego pueden convertirse en fuentes significativas de contaminación hídrica si no se gestionan adecuadamente. El retorno de aguas con elevada carga de nutrientes o contaminantes químicos afecta la calidad del agua para otros usos, compromete la salud de los ecosistemas acuáticos y limita su aprovechamiento posterior. En este sentido, la distinción entre uso consuntivo y no consuntivo no debe evaluarse únicamente desde una perspectiva cuantitativa, sino también cualitativa.

Desde un enfoque de gestión ambiental del agua, resulta fundamental analizar ambos tipos de uso de manera integrada. La eficiencia en el uso consuntivo, mediante tecnologías de riego mejoradas y prácticas agronómicas adecuadas, puede reducir la

presión sobre el recurso hídrico. Paralelamente, el control y tratamiento de los retornos de riego permite minimizar los impactos negativos asociados a los usos no consuntivos, protegiendo la calidad del agua y favoreciendo la reutilización segura del recurso.

En consecuencia, comprender los usos consuntivos y no consuntivos del agua de riego permite avanzar hacia modelos de gestión más equilibrados, en los que la productividad agrícola se articule con la conservación del recurso hídrico. Esta distinción se convierte así en una herramienta conceptual clave para evaluar la sostenibilidad de los sistemas de riego y para diseñar políticas y estrategias orientadas al uso racional y ambientalmente responsable del agua en la agricultura.

2.1.2. Eficiencia y racionalidad en el uso agrícola

La eficiencia y la racionalidad en el uso agrícola del agua constituyen principios fundamentales para avanzar hacia una gestión ambientalmente sustentable de los recursos hídricos en contextos de riego. Ambos conceptos están estrechamente vinculados, ya que la eficiencia técnica en la aplicación del agua solo adquiere sentido cuando se inserta dentro de una lógica racional de aprovechamiento, orientada a satisfacer las necesidades productivas sin comprometer la disponibilidad, calidad y funcionalidad ecológica del recurso.

La **eficiencia en el uso del agua de riego** se refiere a la relación entre el volumen de agua efectivamente aprovechado por los cultivos y el volumen total captado y distribuido desde la fuente. En sistemas agrícolas tradicionales, especialmente aquellos basados en riego por gravedad, las pérdidas de agua durante la conducción, distribución y aplicación suelen ser elevadas, debido a la infiltración, evaporación y deficiencias en la infraestructura hidráulica. Estas pérdidas reducen la eficiencia global del sistema y aumentan la presión sobre las fuentes hídricas, obligando a captar mayores volúmenes para cubrir la demanda agrícola.

La mejora de la eficiencia implica, por tanto, intervenciones a distintos niveles del sistema de riego. A nivel de infraestructura, incluye el revestimiento de canales, la modernización de estructuras de control y medición, y la reducción de fugas en la red hidráulica. A nivel parcelario, se relaciona con la adopción de tecnologías de riego más precisas, como el riego presurizado, así como con una adecuada programación del riego

en función de las necesidades reales de los cultivos, el tipo de suelo y las condiciones climáticas. Estas medidas permiten reducir el consumo innecesario de agua y optimizar su uso productivo.

No obstante, la eficiencia técnica por sí sola no garantiza un uso sostenible del recurso. En este punto adquiere relevancia el concepto de **racionalidad en el uso agrícola del agua**, entendido como la toma de decisiones conscientes y planificadas que consideran las limitaciones del recurso, los impactos ambientales asociados y las prioridades sociales. La racionalidad implica reconocer que el agua es un bien finito y estratégico, cuya utilización debe responder a criterios de equidad, sostenibilidad y responsabilidad intergeneracional.

Desde esta perspectiva, el uso racional del agua de riego supone ajustar la selección de cultivos a la disponibilidad hídrica del territorio, evitando la expansión de cultivos altamente demandantes en zonas con escasez de agua o alta vulnerabilidad climática. Asimismo, implica promover prácticas agronómicas que reduzcan el consumo hídrico, como el manejo adecuado del suelo, la incorporación de materia orgánica y la mejora de la retención de humedad, contribuyendo a disminuir la dependencia del riego intensivo.

La racionalidad también tiene una dimensión institucional y social. Las organizaciones de usuarios de agua desempeñan un rol clave en la promoción de un uso eficiente y racional del recurso, a través de normas internas, mecanismos de control, esquemas tarifarios y procesos de capacitación y sensibilización. Cuando los usuarios comprenden el valor del agua y los costos ambientales asociados a su uso ineficiente, se fortalece la corresponsabilidad en su gestión y se reducen prácticas de desperdicio o sobreexplotación.

En síntesis, la eficiencia y la racionalidad en el uso agrícola del agua deben ser entendidas como componentes complementarios de un mismo enfoque de gestión. Mientras la eficiencia busca maximizar el aprovechamiento técnico del recurso, la racionalidad orienta dicho aprovechamiento hacia objetivos de sostenibilidad ambiental, equidad social y viabilidad económica. La articulación de ambos principios resulta indispensable para enfrentar los desafíos actuales del riego agrícola y garantizar la

conservación del agua como recurso vital para las generaciones presentes y futuras.

2.1.3. Huella hídrica y sostenibilidad

El concepto de **huella hídrica** ha adquirido una relevancia creciente en el análisis del uso del agua en la agricultura, al permitir una comprensión más integral de la relación entre los sistemas productivos y los recursos hídricos disponibles. A diferencia de los enfoques tradicionales centrados únicamente en los volúmenes de agua extraídos o distribuidos, la huella hídrica incorpora una visión ampliada que considera el agua utilizada directa e indirectamente a lo largo de todo el proceso productivo, así como los impactos que dicho uso genera sobre la calidad del recurso.

Desde esta perspectiva, la huella hídrica se define como el volumen total de agua dulce requerido para producir los bienes y servicios consumidos por una población o generados por un sistema productivo específico. En el ámbito agrícola, este enfoque permite cuantificar el agua empleada en la fase de cultivo, procesamiento y, en algunos casos, comercialización de los productos agrarios, ofreciendo un indicador clave para evaluar el grado de presión que ejerce la actividad agrícola sobre las fuentes hídricas.

La literatura especializada distingue tres componentes fundamentales de la huella hídrica: la **huella hídrica azul**, asociada al consumo de agua proveniente de fuentes superficiales y subterráneas utilizadas para el riego; la **huella hídrica verde**, correspondiente al agua de lluvia almacenada en el suelo y aprovechada por los cultivos; y la **huella hídrica gris**, que representa el volumen de agua necesario para diluir los contaminantes generados durante el proceso productivo hasta alcanzar niveles aceptables de calidad. Esta clasificación permite identificar no solo cuánto agua se utiliza, sino también cómo y con qué consecuencias ambientales se produce dicho uso (Chapagain y Hoekstra, 2004).

En sistemas agrícolas de riego intensivo, la huella hídrica azul suele ser predominante, especialmente en regiones con baja disponibilidad de precipitaciones y alta demanda hídrica por parte de los cultivos. Esta situación incrementa la presión sobre ríos, acuíferos y reservorios, y puede generar conflictos entre usuarios cuando la oferta hídrica resulta insuficiente para satisfacer todas las demandas. Asimismo, el uso inadecuado de agroquímicos y fertilizantes contribuye a elevar la huella hídrica gris, evidenciando los

impactos del riego agrícola sobre la calidad del agua y los ecosistemas asociados (Rondón, 2015).

La incorporación del enfoque de huella hídrica en la gestión del agua de riego permite avanzar hacia una **visión de sostenibilidad**, al facilitar la identificación de prácticas agrícolas más o menos intensivas en el uso del recurso. De este modo, se convierte en una herramienta estratégica para la toma de decisiones, tanto a nivel de los productores como de las organizaciones de usuarios y las autoridades responsables de la gestión hídrica. La comparación de huellas hídricas entre distintos cultivos, sistemas de riego o territorios posibilita orientar políticas de reconversión productiva, priorizar inversiones en tecnologías eficientes y promover prácticas agronómicas de menor impacto ambiental.

Desde el enfoque de la sostenibilidad, la huella hídrica también pone en evidencia la interdependencia entre el uso del agua y otras dimensiones del desarrollo, como la seguridad alimentaria, la equidad social y la viabilidad económica. Un sistema agrícola con elevada huella hídrica puede resultar productivamente rentable en el corto plazo, pero insostenible en el mediano y largo plazo si compromete la disponibilidad futura del recurso o deteriora su calidad. En este sentido, la gestión sustentable del agua de riego requiere equilibrar los objetivos productivos con la conservación de los ecosistemas hídricos y la garantía del acceso equitativo al agua.

Asimismo, el enfoque de huella hídrica se articula con los principios de la **gestión integrada de los recursos hídricos**, al promover una mirada sistémica que trasciende el ámbito parcelario y considera la cuenca hidrográfica como unidad de análisis. Esto resulta particularmente relevante en contextos donde múltiples actividades compiten por el uso del agua y donde los impactos de la agricultura se manifiestan aguas abajo, afectando a otros usuarios y al ambiente.

En síntesis, la huella hídrica constituye un instrumento conceptual y metodológico clave para evaluar la sostenibilidad del uso del agua en la agricultura de riego. Su aplicación permite visibilizar los costos ambientales ocultos del uso intensivo del recurso, fortalecer la planificación hídrica y contribuir al diseño de estrategias orientadas a un aprovechamiento más eficiente, responsable y sustentable del agua, en consonancia con

los desafíos actuales de la gestión ambiental del recurso hídrico.

2.2 Gestión ambiental del agua

Desde esta perspectiva, la gestión ambiental del agua implica integrar criterios ecológicos, sociales, económicos e institucionales en los procesos de planificación, uso y control del recurso hídrico. Ello supone superar los enfoques tradicionales centrados exclusivamente en la oferta y la infraestructura, para incorporar la protección de la calidad del agua, la conservación de los ecosistemas acuáticos y la prevención de impactos ambientales derivados de las actividades humanas.

En el ámbito del riego agrícola, la gestión ambiental del agua adquiere una relevancia particular, debido a la magnitud de los volúmenes utilizados y a los efectos acumulativos que generan prácticas inadecuadas como el uso excesivo de agroquímicos, la sobreexplotación de fuentes superficiales y subterráneas, y la deficiente disposición de efluentes. Esta sección introduce los principios y fundamentos que permiten comprender la gestión ambiental del agua como un proceso orientado a garantizar el uso sustentable del recurso, articulando las necesidades productivas con la preservación de su calidad y funcionalidad ecológica.

Los conceptos desarrollados en este apartado constituyen la base teórica para analizar el rol de las instituciones, los instrumentos de gestión y la participación de los usuarios en la protección del recurso hídrico, así como para evaluar las prácticas actuales y las propuestas orientadas a fortalecer una gestión ambientalmente responsable del agua de riego.

2.2.1. Dimensiones ambiental, social, económica e institucional

La gestión ambiental del agua se sustenta en un enfoque integral que reconoce la interdependencia entre diversas dimensiones que intervienen en el uso, conservación y aprovechamiento del recurso hídrico. En el caso del agua de riego, estas dimensiones —ambiental, social, económica e institucional— no actúan de manera aislada, sino que se articulan y condicionan mutuamente, determinando el grado de sostenibilidad de los sistemas agrícolas y de gestión del agua.

La dimensión ambiental se refiere a la relación directa entre el uso del agua y el

funcionamiento de los ecosistemas. El agua de riego cumple un rol esencial en la producción agrícola, pero su uso inadecuado puede generar impactos significativos como la degradación de suelos, la salinización, la contaminación de fuentes superficiales y subterráneas, y la alteración de los caudales ecológicos. La gestión ambiental del agua, desde esta dimensión, busca asegurar que la extracción, distribución y uso del recurso no comprometan la capacidad de regeneración de los sistemas hídricos ni la calidad del agua, considerando variables como la disponibilidad natural, el balance hídrico, la carga contaminante y la protección de los cuerpos de agua.

La dimensión social pone énfasis en el agua como un bien común y un derecho fundamental para el desarrollo humano y productivo. En los sistemas de riego, el acceso equitativo al agua, la participación de los usuarios en la toma de decisiones y la resolución de conflictos asociados a su distribución constituyen elementos centrales. La gestión ambiental del agua reconoce que los usuarios no solo son consumidores del recurso, sino actores clave en su conservación y uso responsable. La falta de sensibilización, capacitación y participación efectiva suele traducirse en prácticas ineficientes, conflictos sociales y descontento institucional, mientras que los procesos participativos fortalecen la corresponsabilidad y la sostenibilidad del sistema de riego.

La dimensión económica se vincula con la eficiencia en el uso del agua y la viabilidad financiera de los sistemas de riego. El agua es un factor productivo estratégico cuya gestión adecuada incide directamente en la productividad agrícola, los costos de producción y la competitividad de los productores. Desde esta perspectiva, la gestión ambiental del agua busca optimizar el uso del recurso mediante la aplicación de tecnologías apropiadas, la recuperación de costos a través de tarifas justas y sostenibles, y la inversión en infraestructura de riego y drenaje. Sin embargo, cuando los ingresos generados por el servicio de agua no cubren los costos de operación, mantenimiento y conservación ambiental, se pone en riesgo la sostenibilidad económica del sistema y, en consecuencia, su capacidad para proteger el recurso hídrico.

La dimensión institucional constituye el eje articulador de las demás dimensiones, ya que define las reglas, normas y estructuras organizativas que orientan la gestión del agua. En este ámbito se inscriben las políticas públicas, el marco legal, las competencias de las autoridades del agua y el rol de las organizaciones de usuarios. Una

gestión ambiental eficaz requiere instituciones sólidas, con capacidad técnica y administrativa, transparencia en la toma de decisiones y coordinación entre los distintos niveles de gobierno y actores involucrados. La debilidad institucional, la superposición de funciones o el incumplimiento de la normatividad vigente limitan la implementación de acciones orientadas a la protección de la calidad del agua y al uso sostenible del recurso.

La integración de estas cuatro dimensiones permite comprender la gestión ambiental del agua como un proceso sistémico y dinámico, en el que las decisiones técnicas deben estar acompañadas de mecanismos de participación social, sostenibilidad económica y fortalecimiento institucional. En el caso del agua de riego, esta visión integral resulta indispensable para enfrentar los desafíos derivados del cambio climático, la creciente demanda hídrica y la necesidad de garantizar la seguridad alimentaria sin comprometer el equilibrio ambiental.

2.2.2. Instrumentos técnicos y administrativos de gestión

La gestión ambiental del agua de riego requiere de un conjunto articulado de instrumentos técnicos y administrativos que permitan planificar, regular, ejecutar, monitorear y evaluar el uso del recurso hídrico de manera eficiente, equitativa y sostenible. Estos instrumentos constituyen la base operativa de la gestión integrada del agua, ya que traducen los principios normativos y los objetivos de política pública en acciones concretas a nivel institucional y territorial.

Los instrumentos técnicos de gestión están orientados principalmente a la planificación y al control del uso del agua. Entre los más relevantes se encuentran los planes de aprovechamiento de la disponibilidad hídrica, que permiten determinar los volúmenes de agua disponibles en función de la oferta natural y regulada, así como su asignación entre los distintos usos. Estos planes constituyen una herramienta clave para prevenir déficits hídricos, reducir conflictos entre usuarios y asegurar una distribución acorde con las prioridades establecidas. Asimismo, los programas de distribución de agua y los módulos de riego por cultivo permiten operacionalizar la asignación del recurso, relacionando la dotación hídrica con las necesidades reales de los cultivos y las características del suelo y del sistema de riego.

Otro instrumento técnico fundamental es el inventario y diagnóstico de la infraestructura hidráulica, que incluye canales, bocatomas, compuertas, drenes y estructuras de medición. El estado físico y funcional de esta infraestructura condiciona directamente la eficiencia del sistema de riego y las pérdidas de agua por filtración o manejo inadecuado. Complementariamente, los sistemas de monitoreo de la calidad del agua —que consideran parámetros físicos, químicos y microbiológicos— permiten evaluar los impactos del uso agrícola, los vertimientos de aguas residuales y otras fuentes de contaminación sobre los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

Los instrumentos técnicos también incorporan herramientas de evaluación ambiental, como indicadores de sostenibilidad, balances hídricos y modelos de análisis presión–estado–respuesta, que facilitan el seguimiento de las tendencias en el uso del agua y el estado del recurso. Estos instrumentos no solo cumplen una función diagnóstica, sino que apoyan la toma de decisiones estratégicas al proporcionar información objetiva y sistemática sobre el desempeño del sistema de riego y sus impactos ambientales.

Los instrumentos administrativos de gestión, por su parte, están orientados a la organización interna, la regulación del servicio y la gestión financiera de las entidades responsables del agua de riego. Entre ellos destacan los padrones de usuarios, que permiten identificar a los titulares de derechos de uso de agua y constituyen la base para la programación del riego y la recaudación de tarifas. La actualización permanente de estos registros es esencial para garantizar la equidad en el acceso al recurso y reducir prácticas informales o ilegales.

Asimismo, los planes de operación, mantenimiento y desarrollo de la infraestructura hidráulica representan un instrumento administrativo clave, ya que definen las actividades, metas y presupuestos necesarios para asegurar la continuidad y calidad del servicio de riego. Estos planes articulan la gestión técnica con la gestión económica, permitiendo priorizar inversiones y asignar recursos de manera coherente con los objetivos institucionales y ambientales.

Otros instrumentos administrativos relevantes incluyen los manuales de organización y funciones, los reglamentos internos, los sistemas de contabilidad y control presupuestal, y los programas de capacitación y sensibilización. Estos instrumentos

fortalecen la transparencia, la eficiencia administrativa y la rendición de cuentas, aspectos indispensables para generar confianza entre los usuarios y consolidar una gestión participativa del agua.

En el contexto actual, la **automatización y digitalización de los instrumentos de gestión** se ha convertido en un componente estratégico. El uso de sistemas informáticos para el registro de usuarios, la programación del riego, la facturación y el seguimiento de volúmenes distribuidos permite mejorar la eficiencia operativa, reducir errores y facilitar el acceso oportuno a la información. Además, la transparencia que generan estos sistemas contribuye a disminuir conflictos y a fortalecer la gobernanza del agua.

En conjunto, los instrumentos técnicos y administrativos de gestión constituyen un soporte esencial para la gestión ambiental del agua de riego. Su adecuada articulación y aplicación permiten no solo optimizar el uso del recurso, sino también integrar consideraciones ambientales, sociales y económicas en la toma de decisiones. Sin embargo, su efectividad depende en gran medida de la capacidad institucional, la participación de los usuarios y la coherencia entre los instrumentos de planificación, regulación y ejecución, elementos indispensables para avanzar hacia una gestión sustentable del agua.

2.2.3. Indicadores ambientales aplicados al agua de riego

Los indicadores ambientales aplicados al agua de riego constituyen herramientas fundamentales para evaluar, monitorear y orientar la gestión sostenible del recurso hídrico en los sistemas agrícolas. Su importancia radica en que permiten traducir procesos complejos —como el uso intensivo del agua, la degradación ambiental o la eficacia de las políticas de gestión— en variables comprensibles, comparables y útiles para la toma de decisiones. En contextos de riego, donde confluyen factores productivos, ambientales e institucionales, los indicadores facilitan la comprensión integral del estado del recurso y de las presiones que enfrenta.

Desde una perspectiva ambiental, los indicadores permiten identificar **cómo las actividades agrícolas influyen sobre la cantidad y la calidad del agua**, así como sobre los ecosistemas asociados. Estos indicadores no se limitan a medir volúmenes utilizados,

sino que incorporan aspectos relacionados con la eficiencia en la conducción y distribución, la salinización de suelos, la contaminación por agroquímicos y la alteración de los caudales ecológicos. De este modo, se convierten en instrumentos clave para detectar tempranamente procesos de deterioro ambiental y prevenir impactos irreversibles.

Un enfoque ampliamente utilizado para la construcción de indicadores ambientales del agua de riego es el **modelo Presión–Estado–Respuesta (PER)**. Este modelo permite estructurar el análisis en tres niveles complementarios. Los indicadores de **presión** reflejan las acciones humanas que ejercen impacto sobre el recurso hídrico, como la expansión de la frontera agrícola, el uso intensivo del riego por gravedad, la aplicación indiscriminada de agroquímicos o el incremento de la demanda de agua por campaña agrícola. Estos indicadores permiten comprender las causas directas del estrés hídrico y ambiental.

Los indicadores de **estado** describen la condición actual del recurso hídrico y del entorno ambiental. En el caso del agua de riego, incluyen variables como la disponibilidad hídrica por campaña, la conductividad eléctrica del agua, la presencia de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos, el nivel de salinidad del suelo y la eficiencia de la infraestructura de riego. Estos indicadores ofrecen una fotografía del estado del sistema, permitiendo evaluar si las condiciones existentes son compatibles con un uso sostenible del agua.

Por su parte, los indicadores de **respuesta** reflejan las acciones institucionales, sociales y normativas orientadas a mitigar las presiones y mejorar el estado del recurso. En este grupo se incluyen indicadores vinculados a la implementación de políticas públicas, la ejecución de proyectos de mejoramiento de la infraestructura de riego, la aplicación de normas ambientales, las actividades de educación y capacitación ambiental, y los mecanismos de participación y resolución de conflictos. Estos indicadores permiten evaluar la capacidad de respuesta de las instituciones y de los usuarios frente a los problemas identificados.

Además del enfoque PER, los indicadores ambientales aplicados al agua de riego pueden clasificarse según su **naturaleza cuantitativa y cualitativa**. Los indicadores

cuantitativos, como los volúmenes de agua utilizados por hectárea, los coeficientes de riego, la concentración de sales o la frecuencia de eventos de contaminación, permiten realizar comparaciones temporales y espaciales. Los indicadores cualitativos, en cambio, recogen percepciones, niveles de conocimiento, prácticas de manejo y grados de cumplimiento normativo, aportando una comprensión más amplia de los factores sociales e institucionales que influyen en la gestión del agua.

Un aspecto central en el uso de indicadores ambientales es su **vinculación con la planificación y la toma de decisiones**. Los indicadores no deben concebirse únicamente como herramientas de diagnóstico, sino como insumos para la formulación de estrategias, la priorización de inversiones y el diseño de acciones correctivas. En este sentido, su utilidad se incrementa cuando se integran en los instrumentos de gestión existentes, como los planes de aprovechamiento hídrico, los planes de operación y mantenimiento y los programas de capacitación ambiental.

Asimismo, la aplicación de indicadores ambientales al agua de riego contribuye a **fortalecer la transparencia y la gobernanza del recurso hídrico**. Al generar información sistemática y accesible, se facilita el control social, se promueve la rendición de cuentas y se fomenta la participación informada de los usuarios en los procesos de gestión. Esto resulta especialmente relevante en contextos donde existen conflictos por el uso del agua o desconfianza hacia las instituciones responsables.

En síntesis, los indicadores ambientales aplicados al agua de riego representan una herramienta estratégica para avanzar hacia una gestión sustentable del recurso hídrico. Su adecuada selección, aplicación y actualización permiten comprender las interrelaciones entre el uso agrícola del agua y el medio ambiente, evaluar la efectividad de las respuestas institucionales y orientar decisiones que equilibren la productividad agrícola con la conservación de los ecosistemas y la calidad de vida de las poblaciones rurales.

2.3 Calidad del agua para riego

La calidad del agua para riego constituye un factor determinante en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas y en la conservación de los recursos naturales asociados. Más allá de la disponibilidad del recurso hídrico, las características físicas, químicas y biológicas del agua influyen directamente en la productividad de los cultivos,

la salud de los suelos, la eficiencia del uso del agua y la seguridad alimentaria de las poblaciones que dependen de la actividad agrícola. En este sentido, la calidad del agua se convierte en un componente estratégico dentro de la gestión ambiental del riego.

En los sistemas de riego, especialmente en aquellos que operan bajo condiciones de alta presión productiva, la degradación progresiva de la calidad del agua suele estar asociada a múltiples factores, como el vertimiento de aguas residuales, el arrastre de sedimentos, el uso intensivo de fertilizantes y plaguicidas, y la escasa regulación de las actividades humanas en las cuencas hidrográficas. Estas situaciones generan impactos acumulativos que no solo afectan el rendimiento agrícola, sino que también comprometen la funcionalidad de los ecosistemas acuáticos y la salud de las comunidades rurales.

Abordar la calidad del agua para riego desde un enfoque ambiental implica reconocerla como un elemento dinámico, influido por procesos naturales y por la acción humana, y estrechamente vinculado a las prácticas de gestión del territorio y del recurso hídrico. Por ello, su análisis requiere considerar criterios técnicos, normativos e institucionales que permitan evaluar su aptitud para el riego, prevenir riesgos de salinización y toxicidad, y garantizar su uso compatible con la conservación del medio ambiente.

Este apartado introduce los fundamentos conceptuales necesarios para comprender la importancia de la calidad del agua en la gestión del riego agrícola, así como los principales parámetros y criterios utilizados para su evaluación. A partir de estos elementos, se sientan las bases para analizar los problemas asociados a la degradación de la calidad del agua y las estrategias orientadas a su protección dentro de los sistemas de riego organizados.

2.3.1. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos

La evaluación de la calidad del agua para riego se sustenta en el análisis integrado de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, los cuales permiten determinar su aptitud para el uso agrícola, prevenir riesgos ambientales y proteger la salud de los ecosistemas y de las poblaciones humanas vinculadas al recurso hídrico. Estos parámetros no actúan de manera aislada, sino que interactúan entre sí, generando efectos acumulativos sobre el suelo, los cultivos y los cuerpos de agua receptores.

Los **parámetros físicos** se relacionan principalmente con las características visibles y medibles del agua, tales como la temperatura, la turbidez, el color, los sólidos suspendidos totales y la conductividad eléctrica. Estos elementos influyen en la dinámica del riego y en la eficiencia de los sistemas de conducción y distribución. Una alta carga de sólidos suspendidos, por ejemplo, puede provocar la colmatación de canales y sistemas presurizados, además de facilitar el transporte de contaminantes adheridos a las partículas sólidas. La conductividad eléctrica, por su parte, constituye un indicador indirecto de la concentración total de sales disueltas y es ampliamente utilizada para evaluar el riesgo de salinización de los suelos agrícolas, fenómeno recurrente en zonas de riego intensivo y climas áridos o semiáridos.

En cuanto a los **parámetros químicos**, estos permiten identificar la composición iónica del agua y su potencial impacto sobre los cultivos y el suelo. Entre los más relevantes se encuentran la concentración de sales solubles, sodio, cloruros, sulfatos, bicarbonatos, boro y nutrientes como nitratos y fosfatos. Un aspecto clave en este análisis es la Relación de Adsorción de Sodio (RAS), que permite estimar el riesgo de sodificación del suelo y la consecuente pérdida de su estructura y capacidad de infiltración. Asimismo, la presencia de nutrientes en exceso, especialmente nitrógeno y fósforo, suele estar asociada al uso intensivo de fertilizantes agrícolas y al vertimiento de aguas residuales, generando procesos de eutrofización en cuerpos de agua superficiales y afectando la calidad ambiental del sistema de riego. Estos parámetros son fundamentales para clasificar el agua según su grado de restricción de uso agrícola, siguiendo criterios técnicos ampliamente utilizados a nivel internacional, como los propuestos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Los **parámetros microbiológicos** adquieren especial relevancia cuando el agua de riego proviene de fuentes superficiales expuestas a descargas domésticas, urbanas o pecuarias. La presencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes es utilizada como indicador de contaminación fecal y representa un riesgo tanto para la inocuidad de los alimentos como para la salud de los agricultores y de las poblaciones cercanas. El uso de agua contaminada microbiológicamente en el riego de cultivos, especialmente aquellos destinados al consumo humano directo, incrementa la probabilidad de transmisión de enfermedades de origen hídrico y compromete la seguridad alimentaria. En contextos

donde el tratamiento de aguas residuales es insuficiente o inexistente, este tipo de contaminación se convierte en uno de los principales problemas ambientales asociados al riego agrícola.

Desde una perspectiva de gestión ambiental, el monitoreo sistemático de estos parámetros permite identificar tendencias de deterioro de la calidad del agua, evaluar la efectividad de las medidas de control y orientar la toma de decisiones en los sistemas de riego organizados. En países como el Perú, la evaluación de la calidad del agua para riego se articula con los Estándares de Calidad Ambiental y los protocolos de monitoreo establecidos por la Autoridad Nacional del Agua y el Ministerio del Ambiente, los cuales buscan garantizar que el uso del recurso hídrico sea compatible con la protección del ambiente y el desarrollo sostenible de la actividad agrícola.

En conjunto, el análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos constituye una herramienta esencial para comprender la complejidad de la calidad del agua de riego y su relación con la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Su adecuada interpretación permite anticipar impactos negativos, diseñar estrategias de manejo preventivo y promover un uso del agua que no comprometa la productividad futura ni el equilibrio ambiental de las cuencas hidrográficas.

2.3.2. Riesgos para el suelo, los cultivos y la salud humana

El uso de agua de riego con calidad inadecuada genera una serie de riesgos interrelacionados que afectan de manera directa al suelo agrícola, al desarrollo de los cultivos y a la salud humana, comprometiendo la sostenibilidad de los sistemas productivos y la seguridad alimentaria. Estos riesgos no suelen manifestarse de forma inmediata, sino que se acumulan progresivamente como resultado de prácticas de riego intensivas, una gestión deficiente del recurso hídrico y la ausencia de controles efectivos sobre las fuentes de contaminación.

En el caso del **suelo**, uno de los principales riesgos asociados al uso de agua de baja calidad es la **salinización y sodificación**. El riego continuo con aguas que presentan altas concentraciones de sales solubles o sodio intercambiable altera la estructura del suelo, reduce su permeabilidad y disminuye su capacidad de infiltración. Este proceso provoca el endurecimiento de la superficie, la pérdida de porosidad y una menor

disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas. A largo plazo, estos efectos conducen a la degradación del suelo agrícola, la reducción de la productividad y, en casos extremos, a la inutilización de tierras cultivables. Asimismo, la acumulación de bicarbonatos y cloruros puede generar desequilibrios químicos que afectan la fertilidad del suelo y dificultan su recuperación.

Los **cultivos** también se ven directamente afectados por la calidad del agua de riego. La presencia excesiva de sales provoca estrés osmótico en las plantas, limitando la absorción de agua y nutrientes esenciales, lo que se traduce en un crecimiento reducido, menor rendimiento y disminución de la calidad del producto agrícola. Algunos cultivos son particularmente sensibles a determinados iones, como el sodio, el cloruro o el boro, cuyos niveles elevados pueden causar toxicidad foliar, clorosis, necrosis y pérdida prematura de hojas. En sistemas agrícolas intensivos, donde predominan monocultivos y altas demandas hídricas, estos impactos se amplifican, incrementando la vulnerabilidad de la producción frente a variaciones en la calidad del agua.

Desde el punto de vista de la **salud humana**, los riesgos asociados al uso de agua contaminada para riego son especialmente críticos cuando se trata de cultivos destinados al consumo directo. La presencia de microorganismos patógenos, como bacterias indicadoras de contaminación fecal, incrementa la probabilidad de transmisión de enfermedades de origen hídrico, afectando tanto a los agricultores durante las labores de riego como a los consumidores finales. Este riesgo se intensifica en contextos donde el agua de riego proviene de fuentes receptoras de aguas residuales domésticas o donde no existen sistemas adecuados de tratamiento y control sanitario. Además, la acumulación de residuos de plaguicidas, metales pesados y otros contaminantes químicos en los productos agrícolas puede generar efectos crónicos en la salud humana, vinculados a la exposición prolongada a sustancias tóxicas a través de la cadena alimentaria.

Estos riesgos evidencian que la calidad del agua de riego no solo debe ser evaluada en función de su disponibilidad, sino también de su impacto integral sobre los sistemas socioambientales. En este sentido, los criterios técnicos y normativos promovidos por organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura han resaltado la necesidad de establecer límites y clasificaciones que orienten el uso seguro del agua en la agricultura. A nivel nacional, la

vigilancia y regulación de estos riesgos se articulan mediante los Estándares de Calidad Ambiental y los mecanismos de monitoreo impulsados por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente.

En consecuencia, la identificación y gestión de los riesgos para el suelo, los cultivos y la salud humana constituye un componente central de la gestión ambiental del agua de riego. Abordarlos de manera preventiva, mediante el monitoreo permanente, la educación ambiental y la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, resulta indispensable para garantizar la viabilidad de la producción agrícola y la protección del bienestar humano en territorios dependientes del riego.

2.3.3. Estándares de calidad y su aplicación en contextos rurales

Los estándares de calidad del agua constituyen un instrumento fundamental para orientar el uso seguro y sostenible del recurso hídrico en la agricultura, especialmente en contextos rurales donde la dependencia del riego es alta y las capacidades técnicas e institucionales suelen ser limitadas. Estos estándares establecen valores de referencia que permiten evaluar si el agua es apta para determinados usos, identificar riesgos potenciales y orientar la toma de decisiones en materia de gestión ambiental y productiva.

En el ámbito del riego agrícola, los estándares de calidad se centran principalmente en parámetros físicos, químicos y microbiológicos que influyen de manera directa en el suelo, los cultivos y la salud humana. Su aplicación busca prevenir procesos de degradación como la salinización de los suelos, la toxicidad para las plantas y la contaminación de los productos agrícolas. A nivel internacional, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ha desarrollado lineamientos técnicos que clasifican el agua de riego según su grado de restricción de uso, proporcionando criterios prácticos para agricultores y gestores del recurso hídrico. Estos lineamientos han servido como base para la formulación de normativas nacionales en numerosos países, especialmente en regiones con agricultura intensiva bajo riego.

En el contexto peruano, la regulación de la calidad del agua se articula a través de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, aprobados y actualizados por el Ministerio del Ambiente. Estos estándares establecen categorías de uso que incluyen el riego de vegetales y la bebida de animales, definiendo límites máximos permisibles para

diversos contaminantes. La aplicación de los ECA permite evaluar el estado de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, así como identificar tramos críticos donde la calidad del agua representa un riesgo para la producción agrícola y la salud pública.

La implementación y supervisión de estos estándares en el territorio recae principalmente en la Autoridad Nacional del Agua, que a través de sus instancias desconcentradas realiza monitoreos periódicos, clasifica los cuerpos de agua y emite informes técnicos que sirven de insumo para la gestión del recurso hídrico. No obstante, en los contextos rurales, la aplicación efectiva de los estándares enfrenta múltiples desafíos. Entre ellos destacan la limitada cobertura de monitoreo, la escasez de recursos financieros y humanos, y la baja articulación entre las entidades responsables y las organizaciones de usuarios de agua.

En muchas zonas rurales, el cumplimiento de los estándares de calidad se ve condicionado por la presencia de fuentes difusas de contaminación, como el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento, el uso intensivo de agroquímicos y la disposición inadecuada de residuos sólidos. Estas presiones dificultan el control efectivo de la calidad del agua y exigen enfoques de gestión más integrales que trasciendan la simple verificación de parámetros. En este sentido, la experiencia demuestra que la aplicación de estándares debe complementarse con procesos de educación ambiental, fortalecimiento institucional y participación activa de los usuarios del agua, quienes desempeñan un rol clave en la vigilancia y protección de las fuentes hídricas.

Asimismo, la adaptación de los estándares a las realidades locales resulta esencial para su efectividad. En contextos rurales, donde predominan pequeños productores y sistemas tradicionales de riego, es necesario traducir los criterios técnicos en herramientas comprensibles y operativas, que permitan a los agricultores tomar decisiones informadas sobre el manejo del agua y de los cultivos. Esto implica no solo difundir la normativa vigente, sino también promover capacidades locales para el monitoreo básico, la interpretación de resultados y la adopción de prácticas correctivas cuando se identifiquen problemas de calidad.

En síntesis, los estándares de calidad del agua representan un marco técnico indispensable para la gestión ambiental del riego, pero su impacto en contextos rurales

depende de la capacidad institucional para aplicarlos, de la articulación con los usuarios y de su integración en estrategias más amplias de gestión sustentable del recurso hídrico. Solo a través de este enfoque integral es posible convertir los estándares en una herramienta efectiva para la protección del suelo, la productividad agrícola y la salud de las poblaciones rurales.

2.4 Educación ambiental y gestión del agua

La educación ambiental constituye un componente esencial para fortalecer la gestión sostenible del agua de riego, especialmente en contextos rurales donde las prácticas productivas, los hábitos culturales y las condiciones socioeconómicas influyen de manera directa en el uso del recurso hídrico. Más allá de los marcos normativos y de los instrumentos técnicos de gestión, la sostenibilidad del agua depende en gran medida del nivel de conciencia, conocimiento y compromiso de los actores que interactúan cotidianamente con ella, en particular los usuarios del riego y las organizaciones encargadas de su administración.

En el ámbito de la gestión del agua, la educación ambiental se concibe como un proceso continuo orientado a promover cambios en las actitudes y comportamientos de las personas, favoreciendo el uso racional del recurso, la protección de su calidad y la conservación de los ecosistemas asociados. Este enfoque reconoce que los problemas vinculados al agua no son únicamente de carácter técnico, sino también social e institucional, y que su solución requiere la participación informada y responsable de los distintos actores involucrados.

En sistemas de riego organizados, la educación ambiental adquiere una relevancia estratégica al contribuir al fortalecimiento de las capacidades locales para la toma de decisiones, la prevención de conflictos y la adopción de prácticas agrícolas más eficientes y menos contaminantes. Asimismo, permite articular los objetivos productivos con la necesidad de preservar el recurso hídrico a largo plazo, integrando criterios ambientales en la planificación y ejecución de las actividades de riego.

Desde esta perspectiva, el presente apartado aborda la relación entre educación ambiental y gestión del agua, destacando su papel como herramienta transversal para mejorar la gobernanza del recurso hídrico, promover la corresponsabilidad entre

instituciones y usuarios, y avanzar hacia modelos de gestión más participativos y sustentables.

2.4.1. Educación ambiental como herramienta de cambio

La educación ambiental se configura como una herramienta clave para impulsar transformaciones profundas y sostenibles en la gestión del agua de riego, especialmente en territorios rurales donde el uso intensivo del recurso hídrico forma parte de la vida productiva y social de las comunidades. Su importancia radica en que no se limita a la transmisión de información técnica, sino que busca generar cambios en las percepciones, valores, actitudes y prácticas de los actores involucrados en el uso y manejo del agua.

En el contexto de la agricultura bajo riego, la educación ambiental permite visibilizar la relación directa entre las prácticas agrícolas cotidianas y los impactos sobre la calidad y disponibilidad del recurso hídrico. A través de procesos educativos sostenidos, los usuarios del agua pueden comprender cómo el uso excesivo del riego, la aplicación indiscriminada de agroquímicos o la disposición inadecuada de residuos contribuyen a la degradación del suelo, la contaminación de los cuerpos de agua y la reducción de la productividad a largo plazo. Este entendimiento constituye el primer paso para promover conductas más responsables y orientadas a la conservación.

Como herramienta de cambio, la educación ambiental favorece el tránsito desde enfoques reactivos hacia enfoques preventivos en la gestión del agua. En lugar de actuar únicamente cuando los problemas de escasez o contaminación ya son evidentes, los procesos educativos fortalecen la capacidad de anticipación y planificación de los actores locales. Esto resulta particularmente relevante en sistemas de riego organizados, donde la coordinación entre usuarios y la adopción de acuerdos colectivos son fundamentales para garantizar un uso equitativo y eficiente del recurso.

Asimismo, la educación ambiental contribuye al fortalecimiento institucional de las organizaciones de usuarios de agua. Mediante programas de capacitación y sensibilización, se refuerzan las capacidades de los directivos, personal técnico y administrativo para integrar criterios ambientales en los instrumentos de gestión, tales como los planes de distribución de agua, los planes de operación y mantenimiento o los programas de inversión. De esta manera, la gestión del riego deja de centrarse

exclusivamente en la infraestructura y la distribución del caudal, incorporando de forma progresiva la protección de la calidad del agua y del entorno natural.

Otro aspecto central de la educación ambiental como herramienta de cambio es su capacidad para promover la participación y el empoderamiento de los usuarios. Al acceder a información clara y contextualizada sobre el estado del recurso hídrico, los riesgos ambientales y las normas vigentes, los agricultores pueden involucrarse de manera más activa en los procesos de toma de decisiones y en la vigilancia del cumplimiento de las reglas acordadas. Este empoderamiento contribuye a reducir conflictos, fortalecer la gobernanza del agua y generar una mayor corresponsabilidad en la conservación del recurso.

Desde una perspectiva más amplia, la educación ambiental también cumple un rol transformador al articular la gestión del agua con los objetivos del desarrollo sostenible. Al fomentar prácticas agrícolas más eficientes y ambientalmente adecuadas, se contribuye simultáneamente a la seguridad alimentaria, la protección de los ecosistemas y el bienestar de las poblaciones rurales. En este sentido, los enfoques promovidos por organismos como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo destacan la educación ambiental como un pilar para fortalecer la gobernanza del agua y avanzar hacia modelos de gestión integrados y participativos.

En síntesis, la educación ambiental se consolida como una herramienta de cambio indispensable para transformar la relación entre las comunidades rurales y el agua de riego. Su implementación sistemática y articulada con las políticas públicas, los marcos normativos y los instrumentos de gestión permite no solo mejorar el desempeño ambiental de los sistemas de riego, sino también sentar las bases para una gestión sustentable del recurso hídrico en el largo plazo.

2.4.2. Capacitación de usuarios y fortalecimiento institucional

La capacitación de los usuarios del agua y el fortalecimiento institucional de las organizaciones responsables de la gestión del riego constituyen pilares fundamentales para avanzar hacia un manejo sostenible y eficiente del recurso hídrico. En los sistemas de riego organizados, la efectividad de las normas, planes y estrategias depende en gran medida de las capacidades técnicas, administrativas y ambientales de quienes participan

directamente en la operación y uso del agua.

La capacitación de los usuarios de riego cumple un rol estratégico al mejorar el conocimiento práctico sobre el uso racional del agua, la programación adecuada de los riegos y la adopción de tecnologías y prácticas agrícolas más eficientes. A través de procesos formativos continuos, los agricultores pueden comprender mejor la relación entre la cantidad de agua aplicada, las necesidades reales de los cultivos y los impactos que el uso excesivo genera sobre el suelo y la disponibilidad futura del recurso. Esta comprensión favorece la reducción de pérdidas, el incremento de la eficiencia en el riego y la disminución de prácticas que contribuyen a la contaminación de las fuentes hídricas.

Desde una perspectiva ambiental, la capacitación permite incorporar criterios de protección de la calidad del agua en las decisiones productivas. El conocimiento sobre el manejo adecuado de agroquímicos, la importancia del drenaje, la conservación de los canales y la disposición responsable de residuos contribuye a minimizar las cargas contaminantes que afectan a los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. En este sentido, la formación de los usuarios no solo mejora la productividad agrícola, sino que también fortalece su rol como actores clave en la vigilancia y conservación del recurso hídrico.

El fortalecimiento institucional, por su parte, se refiere al desarrollo de capacidades organizacionales que permitan a las juntas y comisiones de usuarios ejercer de manera eficaz sus funciones de operación, mantenimiento y administración del sistema de riego. Esto incluye la mejora de los procesos de planificación, la transparencia en la gestión financiera, la actualización de los instrumentos técnicos y administrativos y la profesionalización del personal directivo y técnico. Instituciones sólidas y bien capacitadas están en mejores condiciones de implementar políticas ambientales, aplicar los estándares de calidad del agua y coordinar acciones con las entidades públicas responsables de la gestión de los recursos hídricos.

La articulación entre capacitación de usuarios y fortalecimiento institucional genera sinergias positivas para la gobernanza del agua. Cuando los usuarios cuentan con conocimientos adecuados y las organizaciones disponen de estructuras y procedimientos claros, se facilita el cumplimiento de las normas, se reducen los conflictos por el uso del

agua y se promueve una gestión más participativa y equitativa. Además, este enfoque contribuye a consolidar la legitimidad de las organizaciones de usuarios frente a sus miembros y frente a las autoridades, fortaleciendo su capacidad de incidencia en los procesos de planificación a nivel de cuenca.

En el ámbito de las políticas públicas, diversos enfoques impulsados por organismos como la Autoridad Nacional del Agua y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo resaltan la importancia de invertir en capacitación y fortalecimiento institucional como condición para una gestión integrada del agua. Estas iniciativas reconocen que la sostenibilidad del recurso hídrico no depende únicamente de la infraestructura o de la disponibilidad física del agua, sino de la capacidad de las personas y las organizaciones para gestionarla de manera responsable y coordinada.

En conclusión, la capacitación de los usuarios y el fortalecimiento institucional representan un proceso complementario y continuo que permite mejorar la eficiencia del riego, proteger la calidad del agua y consolidar modelos de gestión sustentables. Su implementación sistemática es esencial para enfrentar los desafíos ambientales, sociales e institucionales que caracterizan a los sistemas de riego en contextos rurales.

2.4.3. Comunicación, sensibilización y participación

La comunicación, la sensibilización y la participación constituyen componentes esenciales para consolidar procesos efectivos de gestión ambiental del agua de riego, en la medida en que articulan el conocimiento técnico con la acción colectiva y el compromiso social. Estos elementos permiten que la gestión del recurso hídrico trascienda el ámbito normativo e institucional, integrándose de manera activa en las prácticas cotidianas de los usuarios y en la dinámica organizativa de los sistemas de riego.

La **comunicación** cumple un rol estratégico al facilitar el acceso oportuno y transparente a la información relacionada con la disponibilidad del agua, la programación del riego, la calidad del recurso y las normas que regulan su uso. Una comunicación clara y adaptada al contexto rural contribuye a reducir asimetrías de información entre directivos, personal técnico y usuarios, fortaleciendo la confianza en las organizaciones de gestión del agua. Asimismo, la difusión permanente de información técnica y ambiental favorece la comprensión de los riesgos asociados al uso inadecuado del agua y

de los beneficios derivados de prácticas más eficientes y sostenibles.

La **sensibilización**, por su parte, se orienta a generar cambios en las percepciones y actitudes de los usuarios frente al recurso hídrico. A través de campañas educativas, charlas, talleres y actividades comunitarias, se promueve la valoración del agua como un bien estratégico y limitado, cuyo deterioro afecta no solo la producción agrícola, sino también la salud humana y el equilibrio de los ecosistemas. En contextos donde el agua ha sido tradicionalmente percibida como un recurso abundante o de libre acceso, los procesos de sensibilización resultan fundamentales para fomentar una cultura de uso responsable y de protección de la calidad del agua.

La **participación** de los usuarios y de los distintos actores institucionales constituye el eje que articula la comunicación y la sensibilización con la toma de decisiones. La gestión participativa del agua permite incorporar los conocimientos locales, las experiencias productivas y las preocupaciones de los usuarios en los procesos de planificación y gestión. Este enfoque favorece la construcción de acuerdos colectivos, la corresponsabilidad en el cumplimiento de las normas y la resolución de conflictos relacionados con la distribución y el uso del recurso hídrico.

En sistemas de riego organizados, la participación activa de los usuarios fortalece la gobernanza del agua al legitimar las decisiones adoptadas por las juntas y comisiones de usuarios. Cuando los agricultores se involucran en la elaboración de planes de distribución, en la definición de prioridades de inversión o en las acciones de vigilancia ambiental, se incrementa el sentido de pertenencia y compromiso con la organización. Este proceso contribuye, además, a mejorar la eficacia de las medidas orientadas a la protección de la calidad del agua y a la sostenibilidad del sistema de riego.

Desde el enfoque de la gestión integrada de los recursos hídricos, organismos como la Autoridad Nacional del Agua y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo destacan la importancia de la participación social como un principio fundamental para la gobernanza del agua. Estas instituciones promueven mecanismos de diálogo, concertación y corresponsabilidad que permitan articular a los usuarios, las organizaciones locales y las entidades públicas en torno a objetivos comunes de sostenibilidad.

En síntesis, la comunicación, la sensibilización y la participación conforman un proceso integrado que fortalece la gestión ambiental del agua de riego. Su adecuada implementación contribuye a generar una cultura del agua basada en el conocimiento, la responsabilidad compartida y la acción colectiva, elementos indispensables para enfrentar los desafíos ambientales y sociales que caracterizan a los sistemas de riego en contextos rurales.

El presente capítulo ha desarrollado los fundamentos conceptuales que sustentan la gestión ambiental del agua de riego, abordando de manera integral los elementos técnicos, sociales, institucionales y culturales que inciden en el uso sostenible del recurso hídrico. A partir del análisis de la conceptualización del uso del agua, la gestión ambiental, la calidad del agua para riego y el rol de la educación ambiental, se ha puesto en evidencia que la problemática hídrica en contextos agrícolas trasciende el ámbito estrictamente productivo y se configura como un desafío complejo de carácter socioambiental.

Se ha destacado que el uso del agua de riego no puede ser entendido únicamente desde criterios de disponibilidad o eficiencia técnica, sino que debe incorporar consideraciones relacionadas con la sostenibilidad, la protección de la calidad del recurso y la preservación de los ecosistemas asociados. En este sentido, conceptos como la huella hídrica, los indicadores ambientales y los estándares de calidad adquieren relevancia como herramientas que permiten evaluar impactos, orientar decisiones y prevenir procesos de degradación del suelo, los cultivos y la salud humana.

Asimismo, el capítulo ha enfatizado que la gestión ambiental del agua requiere de instituciones sólidas, dotadas de instrumentos técnicos y administrativos adecuados, capaces de articular la planificación, la operación del riego y la protección ambiental. Sin embargo, estos esfuerzos institucionales resultan insuficientes si no se complementan con procesos permanentes de educación ambiental, capacitación, comunicación y participación de los usuarios, quienes constituyen actores centrales en la conservación y uso responsable del recurso hídrico.

La educación ambiental ha sido abordada como un eje transversal que posibilita cambios de largo plazo en las prácticas agrícolas y en la relación de las comunidades

rurales con el agua. A través del fortalecimiento de capacidades, la sensibilización y la participación activa, se generan condiciones favorables para una gobernanza del agua más inclusiva, transparente y orientada al desarrollo sostenible.

En conjunto, los contenidos desarrollados en este capítulo establecen el marco conceptual necesario para comprender la complejidad de la gestión ambiental del agua de riego y sirven como base para el análisis del caso de estudio que se presenta en los capítulos posteriores. Desde esta perspectiva, se sientan las bases teóricas que permitirán contrastar los conceptos abordados con la realidad empírica, evaluando cómo estos principios se materializan —o enfrentan limitaciones— en contextos concretos de gestión del recurso hídrico.

CAPÍTULO III

CONTEXTO TERRITORIAL E INSTITUCIONAL DEL SISTEMA DE RIEGO

La gestión del agua de riego se configura y se materializa dentro de un territorio específico, condicionado por factores físicos, climáticos, sociales, económicos e institucionales que determinan las formas de acceso, distribución y uso del recurso hídrico. Comprender este contexto territorial e institucional resulta fundamental para analizar las dinámicas del riego, los problemas asociados a la disponibilidad y calidad del agua, así como las capacidades reales de gestión de los actores involucrados.

En los sistemas de riego organizados, el territorio no solo representa un espacio geográfico, sino también un entramado de relaciones sociales, productivas y ambientales que influyen directamente en la sostenibilidad del recurso hídrico. Aspectos como la climatología, la hidrología, las características del suelo, la estructura productiva agraria y la presión ejercida por los distintos usos del agua condicionan las decisiones de gestión y los niveles de conflicto o cooperación entre los usuarios.

De manera complementaria, el contexto institucional define las reglas, competencias y mecanismos mediante los cuales se administra el agua. La coexistencia de diversas entidades públicas, organizaciones de usuarios y marcos normativos genera un sistema de gobernanza que puede favorecer una gestión eficiente y participativa, o, por el contrario, reproducir debilidades asociadas a la fragmentación institucional, la limitada coordinación intersectorial y la insuficiente capacidad de control y monitoreo.

En este marco, el capítulo se orienta a describir y analizar el contexto territorial e institucional en el que se inserta el sistema de riego objeto de estudio, poniendo énfasis en las características ambientales del territorio, la estructura organizativa de los usuarios y el rol de las instituciones vinculadas a la gestión del agua. Este análisis permite establecer las condiciones de base sobre las cuales se desarrollan las prácticas de riego y se implementan las políticas y estrategias de gestión, constituyéndose en un elemento

clave para comprender los desafíos y oportunidades que enfrenta el sistema de riego en su tránsito hacia la sostenibilidad.

3.1 Caracterización del territorio hidráulico

La caracterización del territorio hidráulico constituye un elemento esencial para comprender las condiciones naturales y antrópicas que influyen en el uso y la gestión del agua de riego. Este territorio se define a partir de la interacción entre los componentes físicos del medio —clima, hidrología, geología y suelos— y las actividades humanas que se desarrollan en torno al recurso hídrico, especialmente aquellas vinculadas a la producción agrícola. El análisis de estos factores permite identificar las potencialidades y limitaciones del sistema de riego, así como los riesgos ambientales asociados a su aprovechamiento.

En los valles agrícolas irrigados, el territorio hidráulico se configura como un espacio dinámico, sometido a variaciones climáticas, cambios en la disponibilidad de agua y transformaciones en los usos del suelo. Estas condiciones inciden directamente en la planificación del riego, en la eficiencia de la infraestructura hidráulica y en la sostenibilidad del recurso a mediano y largo plazo. Asimismo, la presencia de fenómenos climáticos extremos, la estacionalidad de las precipitaciones y la dependencia de obras de regulación hídrica refuerzan la necesidad de un conocimiento detallado del entorno físico para una gestión adecuada del agua.

La caracterización del territorio hidráulico también implica reconocer la relación entre el sistema natural y las intervenciones humanas, como la construcción de represas, canales y obras de derivación, que modifican el régimen hidrológico y condicionan los patrones de distribución del agua. Estas intervenciones, si bien han permitido ampliar la frontera agrícola y asegurar la disponibilidad del recurso, también generan desafíos asociados a la sedimentación, la pérdida de eficiencia en la conducción y los impactos sobre la calidad del agua y los ecosistemas.

Desde esta perspectiva, el presente apartado introduce el análisis del territorio hidráulico en el que se desarrolla el sistema de riego, estableciendo las bases para comprender cómo las características ambientales y físicas del espacio influyen en la gestión del agua. Este enfoque resulta indispensable para contextualizar las prácticas de

riego y las decisiones institucionales, así como para identificar los factores que condicionan la sostenibilidad del recurso hídrico en el ámbito de estudio.

3.1.1. Medio físico, clima y disponibilidad hídrica

El análisis del medio físico, el clima y la disponibilidad hídrica constituye un punto de partida indispensable para comprender el funcionamiento y las limitaciones de los sistemas de riego en territorios agrícolas vulnerables. Estos elementos determinan no solo la cantidad de agua disponible para el uso agrario, sino también su distribución temporal, su calidad y las condiciones bajo las cuales se desarrollan las actividades productivas, influyendo de manera directa en las estrategias de gestión del recurso hídrico.

Desde el punto de vista físico, los territorios irrigados de la costa norte peruana se caracterizan por presentar relieves predominantemente planos o suavemente ondulados, asociados a valles aluviales formados por la acción de los ríos. Estos suelos, de origen sedimentario, suelen ser jóvenes y presentan una composición variable de arenas, limos y arcillas, lo que les otorga buenas condiciones para la agricultura, pero también los hace susceptibles a procesos de degradación cuando el manejo del agua no es adecuado. En particular, el riego intensivo y la deficiente evacuación de excedentes hídricos favorecen la salinización y el deterioro de la estructura del suelo, reduciendo progresivamente su productividad.

El clima desempeña un rol determinante en la dinámica hídrica del territorio. En el ámbito de las cuencas costeras del norte del Perú, predomina un clima cálido y seco, con temperaturas elevadas durante gran parte del año y una marcada estacionalidad en las precipitaciones. Las lluvias suelen concentrarse en cortos períodos, principalmente en los meses de verano, y presentan una alta variabilidad interanual, intensificada por la ocurrencia de fenómenos climáticos como El Niño y La Niña. Estas condiciones generan escenarios alternados de abundancia y escasez hídrica, dificultando la planificación del riego y aumentando la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas frente a eventos extremos (SENAMHI).

La elevada radiación solar y las altas temperaturas medias incrementan los niveles de evaporación, lo que se traduce en una mayor demanda de agua por parte de los cultivos.

En este contexto, la relación entre precipitación efectiva y evapotranspiración resulta desfavorable, haciendo que la agricultura dependa casi exclusivamente del riego para sostener la producción. Esta dependencia refuerza la presión sobre las fuentes superficiales y subterráneas de agua, especialmente en períodos de estiaje prolongado.

La disponibilidad hídrica en estos territorios está estrechamente vinculada al comportamiento hidrológico de las cuencas y a la existencia de infraestructura de regulación, como represas y canales de derivación. En sistemas regulados, el almacenamiento de agua permite atenuar la variabilidad climática y garantizar el suministro durante las campañas agrícolas; sin embargo, factores como la sedimentación de los reservorios, la falta de mantenimiento de la infraestructura y el crecimiento de la demanda reducen progresivamente la capacidad efectiva de regulación. En el caso de la cuenca Chira, los estudios de disponibilidad hídrica realizados por la Autoridad Nacional del Agua evidencian que, si bien el volumen anual puede ser suficiente en determinadas campañas, existen déficits significativos en períodos específicos del año, particularmente en la campaña chica, cuando la demanda supera a la oferta disponible (ANA).

A ello se suma el carácter multisectorial del uso del agua, donde el uso agrario concentra la mayor proporción del recurso, pero compite con otros usos como el poblacional, el ecológico y, en menor medida, el industrial. Esta competencia se intensifica en contextos de escasez, generando conflictos entre usuarios y poniendo en evidencia la necesidad de una asignación más eficiente y equitativa del recurso. La presión sobre la disponibilidad hídrica se ve agravada cuando se incorporan prácticas agrícolas de alta demanda de agua, como el cultivo extensivo de arroz, que incrementan los volúmenes requeridos y reducen los márgenes de seguridad del sistema.

En este escenario, el uso de aguas subterráneas ha emergido como una alternativa para complementar la oferta superficial, especialmente en zonas donde la regulación resulta insuficiente. No obstante, la explotación intensiva de acuíferos, muchas veces sin un control adecuado, plantea riesgos asociados a la sobreexplotación y a la contaminación de las fuentes subterráneas, producto de la infiltración de residuos agrícolas y domésticos, tal como se ha evidenciado en diversas áreas del sistema Chira.

En conjunto, las características del medio físico, las condiciones climáticas y la

disponibilidad hídrica configuran un contexto de alta complejidad para la gestión del agua de riego. La combinación de climas áridos o semiáridos, elevada demanda agrícola, variabilidad climática y limitaciones en la infraestructura de regulación exige enfoques de gestión que integren el conocimiento del territorio con mecanismos de planificación, monitoreo y adaptación. Comprender estas variables resulta fundamental para diseñar estrategias orientadas a la sostenibilidad del sistema de riego, la protección de la calidad del agua y la reducción de la vulnerabilidad ambiental y productiva del territorio.

3.1.2. Cuenca del río Chira y su importancia estratégica

La cuenca del río Chira constituye uno de los sistemas hidrológicos más relevantes del norte del Perú, tanto por su extensión territorial como por el papel estratégico que cumple en el desarrollo económico, social y ambiental de la región Piura. Su importancia no se limita únicamente a la provisión de agua para la agricultura, sino que se extiende al abastecimiento poblacional, la conservación de ecosistemas, la regulación de eventos hidrológicos extremos y la articulación de múltiples actores institucionales en torno a la gestión del recurso hídrico.

Desde una perspectiva territorial, la cuenca del río Chira presenta una configuración binacional, ya que sus nacientes se ubican en territorio ecuatoriano, en las zonas altoandinas donde el río es conocido inicialmente como Catamayo, para luego confluir con otros afluentes y adoptar la denominación de Chira al ingresar al Perú. Esta condición transfronteriza le otorga una complejidad adicional a su gestión, pues involucra dinámicas hidrológicas y ambientales que trascienden las fronteras políticas y requieren mecanismos de coordinación y cooperación entre países.

En el ámbito peruano, la cuenca recorre el territorio de Piura desde las zonas altas hasta su desembocadura en el océano Pacífico, atravesando valles agrícolas de gran importancia productiva. A lo largo de su recorrido, el río Chira recibe aportes de diversos afluentes, lo que le confiere un régimen hidrológico variable, caracterizado por incrementos significativos de caudal en períodos de lluvias y marcados estiajes durante gran parte del año. Esta variabilidad natural ha condicionado históricamente las formas de uso del agua y ha impulsado la necesidad de construir infraestructura hidráulica para regular el recurso y asegurar su disponibilidad en las épocas de mayor demanda.

La relevancia estratégica de la cuenca se refuerza con la presencia de grandes obras de regulación y derivación, como el reservorio de Poechos y los sistemas de canales asociados, que permiten almacenar y redistribuir el agua hacia los valles del Chira, Medio y Bajo Piura. Estas infraestructuras han sido fundamentales para expandir la frontera agrícola, estabilizar la producción y reducir la vulnerabilidad frente a sequías; sin embargo, también han introducido nuevos desafíos relacionados con la sostenibilidad del sistema, como la sedimentación de los embalses, el incremento de los costos de operación y mantenimiento, y la intensificación de los conflictos por el uso del agua.

Desde el punto de vista productivo, la cuenca del río Chira sostiene una agricultura intensiva basada principalmente en cultivos de alto requerimiento hídrico, como arroz, banano, caña de azúcar y otros cultivos transitorios y permanentes. El predominio del uso agrario, que concentra la mayor parte de la demanda de agua, convierte a la cuenca en un espacio clave para la seguridad alimentaria regional y nacional. No obstante, esta presión constante sobre el recurso hídrico ha puesto en evidencia las limitaciones del modelo de uso actual, especialmente cuando se combina con prácticas de riego poco eficientes y con una gestión institucional fragmentada.

La cuenca también cumple una función ecológica esencial. El mantenimiento de caudales ecológicos resulta indispensable para preservar los ecosistemas asociados al río, garantizar la biodiversidad y sostener los servicios ambientales que estos brindan, como la depuración natural del agua y la regulación del microclima. La alteración de estos caudales, producto de extracciones excesivas o de una asignación inadecuada del recurso, genera impactos ambientales que se manifiestan en la degradación de los hábitats acuáticos y en la disminución de la calidad del agua, afectando tanto a los ecosistemas como a las actividades humanas dependientes del río.

En términos institucionales, la cuenca del río Chira se ha constituido en un espacio prioritario para la implementación de políticas de gestión integrada del agua. La participación de entidades como la Autoridad Nacional del Agua, los gobiernos regionales y locales, las juntas de usuarios y otros actores sociales ha permitido avanzar hacia la elaboración de instrumentos de planificación a nivel de cuenca, orientados a armonizar los distintos usos del agua y a promover su aprovechamiento sostenible. En este marco, la experiencia de la cuenca Chira se ha convertido en un referente para el

análisis de los desafíos y oportunidades que enfrentan los sistemas de riego organizados en contextos de alta presión sobre el recurso.

En síntesis, la cuenca del río Chira posee una importancia estratégica que trasciende su función como fuente de agua para la agricultura. Su carácter binacional, su rol en la seguridad alimentaria, la presencia de infraestructura hidráulica de gran escala y la diversidad de actores involucrados la convierten en un territorio clave para comprender las tensiones entre desarrollo productivo y sostenibilidad ambiental. Analizar su dinámica permite extraer lecciones relevantes para el diseño de políticas y modelos de gestión del agua de riego aplicables a otros territorios con características similares.

3.2 Organización institucional del riego

La organización institucional del riego constituye un elemento central para comprender cómo se estructura, regula y opera el uso del agua en los sistemas agrícolas, especialmente en contextos donde el recurso es limitado y altamente demandado. Más allá de la infraestructura física, la gestión del riego depende de un entramado institucional conformado por normas, organismos públicos, organizaciones de usuarios y mecanismos de coordinación que definen quiénes toman decisiones, cómo se asigna el agua y bajo qué criterios se supervisa su uso.

En los sistemas de riego organizados, la institucionalidad cumple la función de articular los intereses del Estado, de los usuarios y de otros actores sociales, estableciendo reglas que buscan garantizar el acceso equitativo al recurso, la continuidad del servicio y la sostenibilidad del sistema hidráulico. Esta organización no es estática, sino que ha ido evolucionando en respuesta a cambios normativos, transformaciones productivas, presiones ambientales y demandas sociales cada vez más complejas.

En el caso peruano, la gestión del riego se inserta dentro de un marco institucional que reconoce al agua como un bien público y estratégico, cuya administración recae en entidades especializadas del Estado, como la Autoridad Nacional del Agua, y en organizaciones de usuarios que operan directamente la infraestructura hidráulica. Esta coexistencia de niveles institucionales plantea desafíos de coordinación, delimitación de competencias y fortalecimiento de capacidades, especialmente en territorios donde el uso agrario del agua es predominante.

Comprender la organización institucional del riego implica analizar no solo las funciones formales de cada actor, sino también las dinámicas reales de gestión, los mecanismos de participación de los usuarios, los procesos de toma de decisiones y los conflictos que emergen en torno al control y uso del recurso hídrico. En este sentido, el estudio de la institucionalidad del riego permite identificar tanto las fortalezas como las debilidades del sistema, y aporta elementos clave para proponer mejoras orientadas a una gestión más eficiente, participativa y ambientalmente responsable del agua de riego.

3.2.1. Juntas y comisiones de usuarios

Las juntas y comisiones de usuarios constituyen el núcleo operativo y social de los sistemas de riego organizados, al ser las instancias directamente responsables de la administración cotidiana del agua de riego y de la operación de la infraestructura hidráulica menor. Su surgimiento responde a la necesidad de organizar colectivamente a los usuarios del agua para asegurar una distribución ordenada, equitativa y continua del recurso, especialmente en territorios agrícolas donde la demanda hídrica es alta y la disponibilidad presenta marcadas variaciones estacionales.

En el contexto peruano, las juntas de usuarios se configuran como organizaciones legalmente reconocidas, integradas por agricultores que poseen derechos de uso de agua otorgados por el Estado. Estas organizaciones asumen funciones clave como la operación y mantenimiento de los canales de riego, la programación y distribución del agua, la recaudación de tarifas y la representación de los intereses de los usuarios ante las entidades rectoras del sector hídrico. En este marco institucional, la gestión del riego deja de ser una responsabilidad exclusiva del Estado y se convierte en una tarea compartida, basada en principios de corresponsabilidad y autogestión regulada.

Las comisiones de usuarios, por su parte, representan el nivel intermedio dentro de la estructura organizativa del riego. Se conforman sobre la base de subsectores hidráulicos o ámbitos territoriales más reducidos, lo que les permite una gestión más cercana a la realidad local de los usuarios. Estas comisiones cumplen un rol fundamental en la distribución directa del agua, el control del cumplimiento de los turnos de riego, la identificación de conflictos entre usuarios y la canalización de demandas hacia la junta de usuarios correspondiente. Su cercanía con los agricultores las convierte en espacios clave para la coordinación operativa y la resolución temprana de problemas asociados al

uso del agua.

El caso de la **Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chira** evidencia con claridad esta estructura organizativa. Reconocida oficialmente desde la década de 1970, esta junta agrupa a siete comisiones de usuarios que administran un extenso sistema de riego en el valle del Chira. Su ámbito de acción comprende la atención de más de veinte mil usuarios, lo que la convierte en una de las organizaciones de riego más representativas del norte del Perú. En este sistema, la junta actúa como operador de la infraestructura hidráulica menor, mientras que las comisiones gestionan la distribución del agua en sus respectivos subsectores, coordinando estrechamente con los sectoristas y el personal técnico.

La actuación de las juntas y comisiones de usuarios se desarrolla bajo la supervisión y regulación de la **Autoridad Nacional del Agua**, a través de sus instancias desconcentradas como las Autoridades Administrativas del Agua y las Administraciones Locales de Agua. En el ámbito del Chira, esta relación institucional se materializa mediante la coordinación con la **Administración Local de Agua Chira** y la **Autoridad Administrativa del Agua Jequetepeque-Zarumilla**, las cuales aprueban los planes de aprovechamiento hídrico, programas de distribución de agua, supervisan la distribución del recurso y fiscalizan el cumplimiento de la normativa vigente (ANA, 2018).

Asimismo, las juntas de usuarios mantienen una relación operativa con los operadores de la infraestructura hidráulica mayor, como el **Proyecto Especial Chira Piura**, encargado de la regulación y entrega del agua desde los reservorios hacia los sistemas de riego menor. Esta interacción resulta crucial para garantizar la coherencia entre la planificación del uso del agua a nivel de cuenca y la distribución efectiva a nivel parcelario, aunque también constituye una fuente recurrente de tensiones cuando existen desajustes entre los volúmenes programados y los efectivamente entregados.

Desde una perspectiva de gestión ambiental, el rol de las juntas y comisiones de usuarios adquiere una relevancia aún mayor. Estas organizaciones no solo administran volúmenes de agua, sino que influyen directamente en la calidad del recurso, en el manejo de los efluentes agrícolas y en la adopción de prácticas sostenibles por parte de los usuarios. Sin embargo, tal como se evidencia en el caso del sector hidráulico Chira, su

accionar suele estar condicionado por limitaciones presupuestales, debilidades en la capacitación ambiental y una orientación histórica centrada principalmente en la operación hidráulica, más que en la protección integral del recurso hídrico (ANA, 2018; Reglamento de Operadores de la Infraestructura Hidráulica).

En este sentido, el fortalecimiento institucional de las juntas y comisiones de usuarios aparece como un componente clave para avanzar hacia modelos de gestión del agua más sostenibles. Ello implica no solo mejorar sus capacidades técnicas y administrativas, sino también ampliar su rol en la educación ambiental, la vigilancia de la calidad del agua y la articulación con otros actores del territorio. De esta manera, las organizaciones de usuarios pueden consolidarse no solo como administradoras del riego, sino como actores estratégicos en la gestión integrada y sustentable de los recursos hídricos en contextos agrícolas vulnerables.

3.2.2. Rol de los actores públicos y privados

La gestión del agua de riego en sistemas agrícolas organizados se sustenta en la interacción permanente entre actores públicos y privados, cuyas funciones, competencias y niveles de intervención influyen directamente en la eficiencia del uso del recurso, la calidad del agua y la sostenibilidad del sistema hidráulico. Este entramado de actores conforma un sistema de gobernanza complejo, donde las decisiones no dependen de una sola institución, sino del grado de articulación y coordinación entre entidades estatales, organizaciones de usuarios y otros agentes vinculados al territorio.

En el ámbito público, el Estado peruano ejerce la rectoría del recurso hídrico a través de la **Autoridad Nacional del Agua**, institución responsable de normar, regular y supervisar la gestión integrada de los recursos hídricos a nivel nacional. En el marco de la Ley de Recursos Hídricos, esta entidad asume la función de garantizar el uso sostenible del agua, velando por su conservación, protección de la calidad y disponibilidad para los distintos usos, con énfasis en el aprovechamiento multisectorial. La ANA opera de manera desconcentrada mediante las Autoridades Administrativas del Agua y las Administraciones Locales de Agua, instancias que mantienen un contacto directo con las organizaciones de usuarios y supervisan la aplicación de los instrumentos de gestión hídrica.

En el caso del sector hidráulico Chira, la intervención pública se materializa principalmente a través de la **Autoridad Administrativa del Agua Jequetepeque-Zarumilla** y la **Administración Local de Agua Chira**, encargadas de aprobar los planes de aprovechamiento de la disponibilidad hídrica, programas de distribución de agua, supervisar la distribución del agua y fiscalizar el cumplimiento de las obligaciones de los operadores del sistema de riego. Estas entidades cumplen además un rol clave en el monitoreo de la calidad del agua superficial y subterránea, especialmente frente a los problemas recurrentes de contaminación por vertimientos de aguas residuales y actividades agrícolas intensivas identificados en la cuenca del Chira (ANA, 2018).

Otro actor público relevante es el **Proyecto Especial Chira Piura**, responsable de la operación de la infraestructura hidráulica mayor, en particular del reservorio de Poechos y de los principales canales de derivación. Su función consiste en regular los volúmenes de agua almacenados y entregarlos a las juntas de usuarios como operadores de la infraestructura menor, de acuerdo con la programación aprobada por la autoridad del agua. Esta relación operativa resulta estratégica para asegurar la continuidad del riego en el valle del Chira, aunque también ha generado conflictos vinculados a la oportunidad y cantidad de agua entregada, especialmente en periodos de escasez hídrica o campañas agrícolas críticas.

Los gobiernos regionales y locales también participan como actores públicos en la gestión del agua, principalmente a través de la formulación de políticas de desarrollo territorial, la ejecución de proyectos de infraestructura de riego y drenaje, y su participación en los consejos de recursos hídricos de cuenca. En el ámbito Chira–Piura, estas instancias contribuyen a la planificación y concertación del uso del agua, aunque su intervención suele verse limitada por restricciones presupuestales, superposición de competencias y debilidades en la articulación interinstitucional, tal como se evidencia en los procesos de gestión ambiental del recurso hídrico descritos en el estudio original.

Desde el sector privado, los principales actores son los propios usuarios del agua organizados en juntas y comisiones, quienes asumen la responsabilidad directa del uso del recurso en las actividades agropecuarias. Su rol trasciende la condición de beneficiarios del servicio de riego, ya que participan activamente en la operación del sistema, el financiamiento a través del pago de tarifas y la toma de decisiones colectivas

relacionadas con la distribución del agua. No obstante, el comportamiento individual de los usuarios —como el uso excesivo del agua, la aplicación intensiva de agroquímicos o el incumplimiento de las normas de distribución— constituye uno de los principales factores de presión sobre el recurso hídrico y su calidad, tal como se ha identificado en el valle del Chira.

Asimismo, participan actores privados vinculados a la provisión de servicios y financiamiento, como entidades financieras interesadas en el sector agrario, empresas proveedoras de tecnologías de riego y organizaciones privadas que promueven proyectos de reconversión productiva o riego tecnificado. Estos actores representan oportunidades para mejorar la eficiencia en el uso del agua y reducir los impactos ambientales, siempre que sus intervenciones se articulen con los planes de gestión hídrica y las prioridades del territorio.

Finalmente, las universidades, colegios profesionales y organizaciones de la sociedad civil cumplen un rol complementario pero estratégico, aportando conocimiento técnico, investigación aplicada y espacios de reflexión para la mejora de la gestión del agua. Su participación en instancias como los consejos de recursos hídricos de cuenca permite incorporar enfoques interdisciplinarios y fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia.

En conjunto, el rol de los actores públicos y privados en la gestión del agua de riego evidencia que la sostenibilidad del sistema no depende únicamente de la infraestructura o de la normativa vigente, sino de la capacidad de coordinación, corresponsabilidad y compromiso entre todos los involucrados. En contextos como el sector hidráulico Chira, avanzar hacia una gestión ambientalmente responsable del agua requiere fortalecer estas relaciones, clarificar competencias y promover una participación más activa y consciente de todos los actores del territorio.

3.2.3. Marco normativo e institucional

La gestión del agua de riego se sustenta en un entramado normativo e institucional que define los principios, competencias y responsabilidades de los distintos actores involucrados en el uso, administración y protección del recurso hídrico. Este marco no solo establece las reglas formales para el aprovechamiento del agua, sino que también

orienta la transición desde modelos tradicionales de administración sectorial hacia enfoques integrados, sostenibles y participativos, especialmente relevantes en contextos agrícolas vulnerables como el sector hidráulico Chira.

En el Perú, el eje central del marco normativo está constituido por la Ley de Recursos Hídricos, que reconoce al agua como un bien de dominio público, de uso social y estratégico para el desarrollo del país. Esta ley introduce el principio de gestión integrada de los recursos hídricos, promoviendo el uso sostenible del agua en armonía con la conservación de los ecosistemas y el bienestar de las poblaciones. Asimismo, establece la prioridad de usos, reconociendo el carácter esencial del agua para la vida, la seguridad alimentaria y el desarrollo económico, particularmente en el ámbito agrario.

Dentro de este marco legal, la **Autoridad Nacional del Agua** se consolida como el ente rector del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos. Su rol técnico-normativo comprende la formulación de políticas, la regulación del uso del agua, la supervisión de los operadores hidráulicos y la fiscalización del cumplimiento de las disposiciones legales. La ANA actúa bajo un enfoque de cuenca hidrográfica, lo que permite articular las decisiones de gestión considerando las interrelaciones entre agua superficial, subterránea, suelo y actividades humanas.

A nivel desconcentrado, la estructura institucional se organiza a través de las Autoridades Administrativas del Agua y las Añdministraciones Locales de Agua, que operan como instancias técnicas de proximidad territorial. En el ámbito Chira–Piura, estas entidades cumplen funciones clave como la aprobación del Plan de Aprovechamiento de la Disponibilidad Hídrica, la supervisión de la distribución del recurso, el control de la calidad del agua y la atención de conflictos entre usuarios. Su actuación resulta fundamental para traducir las disposiciones normativas nacionales en acciones concretas a nivel local, aunque su efectividad depende en gran medida de la capacidad operativa, la disponibilidad de información y el grado de coordinación con las organizaciones de usuarios.

El marco institucional se complementa con los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca, espacios de concertación multisectorial que integran a representantes del Estado, gobiernos regionales y locales, organizaciones de usuarios, sector privado, universidades

y sociedad civil. Estos consejos tienen como finalidad participar en la planificación, coordinación y seguimiento de la gestión del agua a escala de cuenca, constituyéndose en un mecanismo clave para fortalecer la gobernanza del recurso. En el caso de la cuenca Chira–Piura, el consejo correspondiente se vincula directamente con la elaboración y ejecución del Plan de Gestión de los Recursos Hídricos, instrumento orientador de las decisiones estratégicas sobre cantidad, calidad y oportunidad del agua.

Desde el punto de vista normativo, la gestión del agua de riego también se articula con la legislación ambiental, en particular con las normas sobre evaluación de impacto ambiental, estándares de calidad ambiental para agua y disposiciones orientadas a la conservación de los ecosistemas. Estos instrumentos refuerzan la obligación de considerar los efectos del uso agrícola del agua sobre el suelo, la biodiversidad y la salud humana, aspecto especialmente relevante en zonas donde se evidencian problemas de contaminación por vertimientos domésticos, uso intensivo de agroquímicos y deterioro de los cuerpos de agua, como ocurre en el valle del Chira.

En el ámbito operativo, las organizaciones de usuarios —juntas y comisiones— se rigen por normas específicas que regulan su constitución, funcionamiento y responsabilidades como operadores de la infraestructura hidráulica menor. Estas normas les asignan funciones relacionadas con la operación, mantenimiento y desarrollo del sistema de riego, la distribución equitativa del agua y la recaudación de tarifas. Sin embargo, tal como se evidencia en el estudio original, la aplicación efectiva del marco normativo enfrenta limitaciones asociadas a debilidades institucionales, restricciones presupuestales y brechas en capacitación y control.

En conjunto, el marco normativo e institucional de la gestión del agua de riego en el Perú ofrece una base sólida para promover el uso sostenible del recurso, pero su eficacia depende de la articulación real entre normas, instituciones y actores locales. En territorios como el sector hidráulico Chira, el desafío no radica únicamente en la existencia de leyes y organismos competentes, sino en su implementación coherente, la apropiación por parte de los usuarios y el fortalecimiento de una gobernanza del agua que integre criterios ambientales, sociales y productivos de manera equilibrada.

3.3 Dinámicas socioeconómicas del valle

Las dinámicas socioeconómicas del valle constituyen un elemento central para comprender el uso y la gestión del agua de riego, en tanto reflejan la interacción permanente entre las actividades productivas, las condiciones sociales de la población y la disponibilidad del recurso hídrico. En los territorios agrícolas, el agua no solo cumple una función técnica asociada a la producción, sino que se convierte en un factor estructurante del desarrollo local, del empleo rural, de la seguridad alimentaria y de la organización social.

En este contexto, el valle del Chira se caracteriza por una fuerte dependencia de la actividad agraria, donde predominan pequeños y medianos productores que basan su economía en el riego para sostener cultivos tanto transitorios como permanentes. La estructura productiva, las modalidades de tenencia de la tierra, el acceso desigual a la infraestructura de riego y la variabilidad climática influyen directamente en las decisiones de uso del agua, en los niveles de productividad y en la generación de ingresos. Estas condiciones configuran un escenario en el que la gestión del recurso hídrico adquiere una dimensión social y económica tan relevante como la ambiental.

Asimismo, las dinámicas socioeconómicas del valle están marcadas por procesos de cambio vinculados a la intensificación agrícola, la inserción en mercados nacionales e internacionales, la fluctuación de precios de los productos agrícolas y la presión por ampliar la frontera agrícola. Estos factores incrementan la demanda de agua y tensionan los sistemas de riego existentes, generando conflictos entre usuarios, problemas de sostenibilidad financiera de las organizaciones de riego y mayores riesgos de degradación ambiental.

En este marco, analizar las dinámicas socioeconómicas del valle permite entender cómo las condiciones de vida de la población, las estrategias productivas y los modelos de gestión institucional influyen en el uso del agua de riego. Este enfoque resulta clave para identificar los desafíos y oportunidades que enfrenta la gestión sustentable del recurso hídrico, así como para diseñar políticas y acciones que integren de manera equilibrada los objetivos productivos, sociales y ambientales del territorio.

3.3.1. Actividad agrícola y estructura productiva

La actividad agrícola constituye el eje central de la dinámica económica y social del valle del Chira, configurando una estructura productiva fuertemente dependiente del agua de riego. La disponibilidad y distribución del recurso hídrico determinan no solo qué se produce, sino también cómo se organiza el territorio, cómo se distribuye el trabajo rural y cuáles son las condiciones de sostenibilidad de los sistemas productivos. En este contexto, el riego se convierte en un factor estratégico que articula la relación entre naturaleza, economía y organización social.

La estructura productiva del valle se caracteriza por la coexistencia de cultivos transitorios y permanentes, con una marcada predominancia del uso agrario del agua frente a otros usos. Entre los principales cultivos destacan aquellos de alta demanda hídrica, como el arroz, junto con cultivos comerciales y de exportación como el banano, la caña de azúcar, el maíz y las menestras. Esta diversidad productiva responde tanto a las condiciones agroclimáticas del valle como a las dinámicas del mercado, pero también genera presiones diferenciadas sobre el recurso hídrico, especialmente en períodos de escasez.

La mayor parte de los productores agrícolas del valle son pequeños y medianos agricultores, con parcelas de tamaño reducido y una alta dependencia del riego por gravedad. Esta estructura de tenencia y producción condiciona las prácticas agrícolas, el nivel de tecnificación y la capacidad de inversión en mejoras de eficiencia hídrica. En muchos casos, la limitada disponibilidad de recursos económicos y técnicos conduce al uso de métodos tradicionales de riego, que presentan bajos niveles de eficiencia y elevadas pérdidas de agua por infiltración, escorrentía y evaporación.

La intensificación de la actividad agrícola, impulsada por la necesidad de asegurar ingresos y mantener la competitividad productiva, ha incrementado la presión sobre el sistema de riego. La instalación no planificada de cultivos de alta demanda hídrica, particularmente en campañas complementarias, ha generado desequilibrios entre la oferta y la demanda de agua, acentuando conflictos entre usuarios y poniendo en riesgo la sostenibilidad del sistema hidráulico. Este escenario se ve agravado por el uso intensivo de agroquímicos, que si bien busca mejorar los rendimientos, contribuye a la contaminación del agua de riego y a la degradación de los suelos agrícolas.

La organización de la actividad agrícola en el valle se articula estrechamente con el funcionamiento de las organizaciones de usuarios, en especial la **Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chira** y sus comisiones. Estas entidades cumplen un rol clave en la programación, distribución y control del agua, así como en la recaudación de tarifas que financian la operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica. Sin embargo, la estructura productiva existente, caracterizada por la heterogeneidad de los usuarios y la desigual capacidad de cumplimiento de las obligaciones económicas, dificulta alcanzar niveles óptimos de eficiencia operativa y financiera.

En términos socioeconómicos, la actividad agrícola genera empleo y sustento para una parte significativa de la población del valle, pero también expone a los productores a riesgos asociados a la variabilidad climática, a la fluctuación de precios y a la disponibilidad de agua. La dependencia casi exclusiva del riego para la producción agrícola convierte a la gestión del recurso hídrico en un componente crítico para la estabilidad económica local y la seguridad alimentaria.

En conjunto, la estructura productiva del valle del Chira refleja una agricultura intensiva en el uso del agua, con importantes desafíos en materia de eficiencia, equidad y sostenibilidad ambiental. Comprender estas características resulta fundamental para plantear estrategias de gestión del agua de riego que no solo respondan a las necesidades productivas, sino que también promuevan la conservación del recurso, la reducción de conflictos y el fortalecimiento institucional de las organizaciones que sostienen el sistema agrícola del territorio.

3.3.2. Presión económica sobre el recurso hídrico

La presión económica sobre el recurso hídrico en el valle del Chira se manifiesta como resultado directo de la dependencia estructural de la actividad agrícola respecto del agua de riego y de la necesidad de sostener la rentabilidad de los sistemas productivos en un contexto de crecientes restricciones ambientales e institucionales. El agua, además de ser un insumo natural, adquiere un valor económico estratégico que condiciona las decisiones productivas de los agricultores, la viabilidad financiera de las organizaciones de riego y la sostenibilidad del sistema hidráulico en su conjunto.

En un escenario caracterizado por la predominancia de pequeños y medianos

productores, la presión económica se expresa, en primer lugar, en la búsqueda constante de maximizar rendimientos agrícolas mediante el uso intensivo del agua. La instalación de cultivos de alta demanda hídrica, como el arroz, incluso en campañas con menor disponibilidad de agua, responde a la necesidad de asegurar ingresos en el corto plazo, aun cuando ello implique mayores riesgos para la sostenibilidad del recurso. Esta lógica productiva, orientada a la supervivencia económica, tiende a priorizar el volumen de agua utilizada por encima de criterios de eficiencia o conservación.

La estructura de costos de la actividad agrícola también contribuye a intensificar la presión sobre el recurso hídrico. Los agricultores enfrentan gastos crecientes asociados a insumos, mano de obra, energía y mantenimiento de parcelas, lo que limita su capacidad de invertir en tecnologías de riego más eficientes o en prácticas agrícolas ambientalmente sostenibles. En este contexto, el riego por gravedad continúa siendo el método predominante, pese a sus elevadas pérdidas de agua, debido a su menor costo inmediato en comparación con sistemas tecnificados.

Otro elemento central de la presión económica es el régimen tarifario por el uso de la infraestructura hidráulica. Si bien la tarifa del agua constituye la principal fuente de financiamiento para la operación, mantenimiento y desarrollo del sistema de riego, su valor resulta insuficiente para cubrir plenamente los costos reales del servicio. Esta situación genera un círculo vicioso: por un lado, limita la capacidad de las organizaciones de usuarios para invertir en mejoras de infraestructura y control; por otro, desincentiva el uso eficiente del agua, al no reflejar su verdadero valor económico y ambiental.

La morosidad en el pago de las tarifas y la existencia de usuarios informales que acceden al agua sin cumplir con sus obligaciones económicas agravan esta presión. Estas prácticas afectan la sostenibilidad financiera de las organizaciones de riego y generan tensiones entre usuarios cumplidos y no cumplidos, debilitando la cohesión social y la gobernanza del sistema. A su vez, la falta de recursos suficientes restringe la implementación de acciones orientadas a la protección de la calidad del agua y a la conservación del medio ambiente.

Desde una perspectiva institucional, la presión económica sobre el recurso hídrico también se relaciona con la limitada articulación entre las políticas agrarias, económicas

y ambientales. La ausencia de incentivos efectivos para promover cultivos menos demandantes de agua o prácticas agrícolas más eficientes refuerza modelos productivos intensivos que incrementan la demanda hídrica. En este marco, la intervención del Estado, a través de entidades como la **Autoridad Nacional del Agua**, busca regular el uso del recurso, aunque enfrenta desafíos significativos para conciliar los objetivos de desarrollo económico local con la conservación del agua.

En síntesis, la presión económica sobre el recurso hídrico en el valle del Chira es el resultado de la interacción entre necesidades productivas, limitaciones financieras, estructuras tarifarias insuficientes y modelos agrícolas intensivos en el uso del agua. Abordar esta problemática requiere replantear los mecanismos económicos de la gestión del riego, incorporando criterios de eficiencia, equidad y sostenibilidad que permitan reducir la presión sobre el recurso sin comprometer la base productiva y social del territorio.

3.3.3. Conflictos y tensiones por el uso del agua

Los conflictos y tensiones por el uso del agua en el valle del Chira constituyen una de las expresiones más visibles de la presión que enfrenta el sistema hídrico en contextos agrícolas altamente dependientes del riego. Estas tensiones surgen como resultado de la interacción entre factores ambientales, económicos, sociales e institucionales, y se intensifican en escenarios de escasez hídrica, variabilidad climática y debilidades en los mecanismos de gestión y gobernanza del recurso.

Uno de los principales focos de conflicto se relaciona con la competencia por el agua entre distintos usuarios y territorios. En el sistema hidráulico Chira, la coexistencia de múltiples juntas y comisiones de usuarios, así como la interdependencia con los valles del Medio y Bajo Piura, genera disputas recurrentes por los volúmenes asignados, especialmente en períodos de menor disponibilidad hídrica. La priorización del uso agrario, particularmente para cultivos de alta demanda hídrica como el arroz, ha sido motivo de controversia, al percibirse que dichas prácticas afectan la equidad en la distribución del agua y comprometen otros usos productivos, poblacionales y ambientales.

A estas tensiones interterritoriales se suman los conflictos internos dentro de las

propias organizaciones de usuarios. La existencia de usuarios con derechos formales de uso de agua frente a usuarios informales o irregulares genera fricciones constantes, ya que estos últimos, al no cumplir con el pago de tarifas ni respetar los turnos de riego, alteran la programación y afectan a quienes sí cumplen con las normas establecidas. Esta situación debilita la autoridad de las juntas y comisiones de usuarios y pone en evidencia las limitaciones de los mecanismos de control y fiscalización.

Otro eje de conflicto relevante está asociado a la calidad del agua de riego. El vertimiento de aguas residuales domésticas y efluentes sin tratamiento adecuado en el río Chira y en los canales de riego ha generado tensiones entre los agricultores ubicados aguas arriba y aguas abajo del sistema. Los usuarios de las zonas bajas perciben una afectación directa en la productividad de sus cultivos y en la calidad de sus productos, lo que se traduce en reclamos hacia las autoridades locales, las entidades responsables del saneamiento y las organizaciones de riego. Estos conflictos evidencian la falta de una gestión integrada que articule la protección ambiental con la gestión del riego.

Las tensiones económicas también juegan un papel central en la conflictividad hídrica. El incremento de las tarifas de agua, necesario para cubrir los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica, ha sido históricamente un detonante de movilizaciones y protestas por parte de los usuarios. La percepción de que las tarifas no se traducen en mejoras visibles del servicio o en una distribución más eficiente del agua alimenta el descontento y la desconfianza hacia las dirigencias de las organizaciones de usuarios y hacia las entidades reguladoras.

Asimismo, los efectos del cambio climático, manifestados en sequías prolongadas, inundaciones y eventos extremos como el fenómeno El Niño, han intensificado los conflictos por el uso del agua. La reducción de la disponibilidad hídrica en determinadas campañas agrícolas obliga a establecer restricciones y priorizaciones que no siempre son aceptadas por todos los actores, generando disputas que trascienden el ámbito técnico y se trasladan al plano social y político.

En este contexto, el rol del Estado y de las entidades rectoras, como la **Autoridad Nacional del Agua**, resulta clave para la prevención y resolución de conflictos. Sin embargo, la limitada capacidad de articulación interinstitucional, la insuficiente

participación de los usuarios en la toma de decisiones y la débil aplicación de la normativa vigente dificultan la construcción de consensos duraderos.

En síntesis, los conflictos y tensiones por el uso del agua en el valle del Chira reflejan una problemática estructural vinculada a la escasez relativa del recurso, a modelos productivos intensivos, a deficiencias en la gestión institucional y a la ausencia de mecanismos efectivos de diálogo y concertación. Superar estas tensiones exige avanzar hacia esquemas de gobernanza más participativos e integrados, que reconozcan la diversidad de intereses en juego y promuevan el uso equitativo y sostenible del agua de riego.

El análisis desarrollado a lo largo de este capítulo ha permitido comprender que el sistema de riego no puede ser entendido únicamente como un conjunto de infraestructuras hidráulicas destinadas a la distribución del agua, sino como un entramado complejo donde confluyen condiciones territoriales, dinámicas socioeconómicas e instituciones con distintos niveles de responsabilidad y capacidad de decisión. El contexto físico y climático del valle, la disponibilidad hídrica condicionada por la variabilidad natural y el cambio climático, así como la importancia estratégica de la cuenca del río Chira, configuran un escenario de alta sensibilidad frente a cualquier alteración en el uso del recurso.

Asimismo, la organización institucional del riego, sustentada en las juntas y comisiones de usuarios y en la interacción con actores públicos y privados, revela fortalezas vinculadas a la experiencia acumulada y a la estructura organizativa existente, pero también debilidades asociadas a limitaciones de gestión, control y coordinación interinstitucional. Estas debilidades se expresan con mayor claridad en las dinámicas socioeconómicas del valle, donde la presión productiva, la dependencia del riego para la agricultura y los incentivos económicos generan tensiones permanentes sobre el recurso hídrico.

Los conflictos por el uso del agua, tanto entre territorios como al interior de las organizaciones de usuarios, evidencian que la escasez no es solo un problema físico, sino también social, institucional y político. La competencia por el acceso al agua, los problemas de calidad, las disputas por tarifas y las asimetrías en el cumplimiento de las

normas ponen de manifiesto la necesidad de fortalecer los mecanismos de gobernanza y de promover una gestión más equitativa, transparente y participativa.

En conjunto, este capítulo sienta las bases para comprender el caso de estudio desde una perspectiva integral, mostrando que cualquier propuesta orientada a mejorar la gestión ambiental del agua de riego debe considerar de manera articulada el territorio, las instituciones y las dinámicas sociales y económicas que influyen en el uso del recurso. Este marco contextual resulta indispensable para el análisis posterior del caso específico del sistema de riego, así como para la formulación de propuestas que apunten a la sostenibilidad y a la reducción de los conflictos asociados al agua.

CAPÍTULO IV

CASO DE ESTUDIO: GESTIÓN AMBIENTAL DEL AGUA DE RIEGO EN EL SECTOR HIDRÁULICO CHIRA

El presente capítulo desarrolla el caso de estudio central del libro, enfocado en la gestión ambiental del agua de riego en el Sector Hidráulico Chira, considerado un escenario representativo de los desafíos que enfrentan los sistemas de riego organizados en territorios agrícolas vulnerables. A partir de una mirada integral, se analiza cómo se articulan en la práctica los componentes técnicos, institucionales, sociales y ambientales que condicionan el uso y manejo del recurso hídrico en este ámbito territorial.

El capítulo se orienta a comprender la dinámica real de la gestión del agua de riego, superando el enfoque normativo o prescriptivo para centrarse en la experiencia concreta de los actores involucrados, las formas de organización existentes, los mecanismos de distribución del agua, las prácticas agrícolas predominantes y sus efectos sobre la calidad del recurso y el entorno ambiental. Asimismo, se examinan las tensiones, limitaciones y oportunidades que emergen en el proceso de gestión, particularmente en contextos marcados por la variabilidad climática, la presión productiva y la coexistencia de múltiples intereses sobre el agua.

Desde una perspectiva metodológica, el caso de estudio integra el análisis del territorio, la organización institucional, los instrumentos de gestión y los resultados obtenidos en términos de uso del agua, percepción de los usuarios y desempeño ambiental. Este enfoque permite vincular la teoría desarrollada en los capítulos anteriores con la realidad empírica del sistema de riego, ofreciendo una base sólida para la interpretación crítica de los resultados y la formulación de propuestas orientadas a la sostenibilidad.

En ese sentido, el estudio del Sector Hidráulico Chira no se presenta únicamente como una descripción local, sino como una experiencia analítica que aporta elementos transferibles a otros sistemas de riego con características similares. El capítulo busca, por

tanto, evidenciar cómo las debilidades y fortalezas de la gestión ambiental del agua de riego se expresan en un contexto específico, y cómo estas pueden ser abordadas mediante enfoques integrados, participativos y orientados a la protección de la calidad del agua y al uso sostenible del recurso hídrico.

4.1 Enfoque metodológico del estudio

El análisis del caso de estudio del Sector Hidráulico Chira se sustenta en un enfoque metodológico orientado a comprender la gestión ambiental del agua de riego desde una perspectiva integral, articulando dimensiones técnicas, ambientales, sociales e institucionales. Dado que el uso y la gestión del recurso hídrico responden a procesos complejos y dinámicos, el estudio adopta una estrategia metodológica que permite describir, interpretar y evaluar las prácticas de gestión existentes, así como las percepciones y comportamientos de los actores involucrados.

El enfoque metodológico se caracteriza por su carácter descriptivo y analítico, con una mirada prospectiva que busca identificar no solo la situación actual del sistema de riego, sino también sus tendencias y desafíos futuros. La investigación se apoya en la combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas, lo que posibilita integrar información objetiva sobre el uso del agua, la infraestructura y la calidad del recurso, con elementos subjetivos vinculados a la experiencia, valoración y participación de los usuarios y directivos del sistema.

Asimismo, el estudio se desarrolla bajo un enfoque participativo, reconociendo a los usuarios del agua, a las organizaciones de riego y a las entidades públicas como actores clave en la construcción del conocimiento sobre la gestión ambiental del recurso hídrico. Esta aproximación metodológica permite captar la lógica interna del sistema de riego, las relaciones de poder y coordinación existentes, y las limitaciones institucionales que inciden en la sostenibilidad del uso del agua.

En conjunto, el enfoque metodológico adoptado proporciona una base sólida para el análisis del caso de estudio, facilitando la articulación entre el marco teórico y la realidad empírica del Sector Hidráulico Chira, y sentando las condiciones para una evaluación crítica de la gestión ambiental del agua de riego y de las propuestas orientadas a su mejora.

4.1.1. Tipo y diseño de investigación

El estudio desarrollado en el Sector Hidráulico Chira se enmarca en un **tipo de investigación descriptiva**, con un **alcance analítico y prospectivo**, orientado a examinar de manera sistemática el uso y la gestión ambiental del agua de riego en un sistema hidráulico organizado. Este enfoque permite caracterizar la realidad existente, identificar patrones de comportamiento institucional y de los usuarios, y reconocer los principales problemas ambientales, operativos y de gobernanza asociados al recurso hídrico, sin pretender establecer relaciones causales de tipo experimental.

Desde el punto de vista temporal, la investigación adopta un **diseño transversal**, dado que la información fue recopilada y analizada en un período determinado, permitiendo obtener una "fotografía" integral del estado de la gestión del agua de riego, de la percepción de los usuarios y de las condiciones ambientales del sistema. Este diseño resulta pertinente para estudios de gestión de recursos naturales, donde interesa comprender la situación actual como base para la formulación de propuestas de mejora y lineamientos estratégicos.

El carácter **prospectivo** del estudio se manifiesta en su orientación hacia la generación de propuestas estratégicas y operativas, así como en la formulación de pautas de gestión sustentable. A partir del diagnóstico de la situación existente, el análisis se proyecta hacia escenarios deseables de gestión, incorporando criterios de sostenibilidad ambiental, eficiencia en el uso del agua y fortalecimiento institucional. De esta manera, la investigación no se limita a describir problemas, sino que aporta elementos para la toma de decisiones y la planificación futura del sistema de riego.

En cuanto al **diseño metodológico**, la investigación se estructura bajo un esquema no experimental, en el que las variables no son manipuladas deliberadamente, sino observadas y analizadas tal como se presentan en la realidad. El diseño responde a una lógica de estudio de caso, centrado en el Sector Hidráulico Chira, considerado una unidad de análisis representativa de los sistemas de riego de la costa norte del Perú y de otros territorios con características similares en América Latina.

El diseño del estudio puede sintetizarse en una secuencia metodológica que articula tres componentes fundamentales: la **observación sistemática de la realidad**, la

recopilación y análisis de información empírica y la **formulación de propuestas de gestión**. En este sentido, el esquema metodológico integra la muestra de estudio, los procesos de observación y diagnóstico, y la elaboración de propuestas estratégicas y operativas, orientadas a mejorar la gestión ambiental del agua de riego.

La combinación del tipo de investigación descriptiva con un diseño transversal, no experimental y de estudio de caso resulta coherente con los objetivos planteados, ya que permite abordar la complejidad del sistema de riego desde una perspectiva integral. Asimismo, este enfoque facilita la articulación entre el marco teórico desarrollado en los capítulos previos y el análisis empírico del caso de estudio, consolidando una base metodológica sólida para la evaluación de la gestión ambiental del agua de riego en el Sector Hidráulico Chira.

4.1.2. Técnicas de recolección de información

La recolección de información para el estudio de la gestión ambiental del agua de riego en el Sector Hidráulico Chira se diseñó bajo un **enfoque mixto**, integrando técnicas **cualitativas y cuantitativas**, con el propósito de captar la complejidad del sistema de riego, las dinámicas institucionales y sociales, así como los impactos ambientales asociados al uso del recurso hídrico. Esta combinación metodológica permitió triangular la información, fortalecer la validez de los resultados y construir un diagnóstico integral y confiable.

Las técnicas empleadas se seleccionaron en función de los objetivos del estudio, priorizando aquellas que permitieran conocer tanto la percepción y experiencia de los actores involucrados como los aspectos técnicos, normativos y operativos de la gestión del agua de riego.

a) Revisión documental y análisis de fuentes secundarias

La **revisión documental** constituyó una técnica fundamental para contextualizar el estudio y sustentar el análisis teórico y empírico. Se analizaron documentos técnicos, normativos e institucionales relacionados con la gestión del agua de riego, tanto a nivel nacional como regional y local. Esta técnica permitió identificar el marco legal vigente, los instrumentos de planificación hídrica, así como antecedentes relevantes sobre calidad

del agua, uso del recurso y gestión institucional.

Entre las principales fuentes revisadas se incluyeron:

- Normativa nacional en materia de recursos hídricos, gestión ambiental y organizaciones de usuarios.
- Instrumentos de gestión del sistema de riego, tales como el Plan de Aprovechamiento de la Disponibilidad Hídrica (PADH), el Plan de Operación, Mantenimiento y Desarrollo de la Infraestructura Hidráulica (POMDIH), el padrón de usuarios de agua (PUA) y los programas de distribución de agua (PDA).
- Informes técnicos de monitoreo de calidad de agua, estudios hidrológicos y balances hídricos de la cuenca.
- Estadísticas oficiales y reportes institucionales vinculados a agricultura, uso del agua y aspectos socioeconómicos del valle.

El análisis de estas fuentes permitió construir una base sólida para la comprensión del contexto territorial e institucional, así como para la interpretación de los resultados obtenidos mediante las técnicas de campo.

b) Encuestas a usuarios del sistema de riego

La **encuesta** fue la principal técnica cuantitativa empleada para recoger información directa de los usuarios del agua de riego pertenecientes a las diferentes Comisiones de Usuarios del Sector Hidráulico Chira. Esta técnica permitió conocer percepciones, prácticas y valoraciones de los usuarios respecto a la calidad del servicio de riego, la gestión institucional, el uso del agua, la contaminación, la capacitación ambiental y la conservación del recurso hídrico.

El cuestionario fue estructurado con preguntas cerradas y semiabiertas, organizadas en bloques temáticos relacionados con:

- Uso del recurso hídrico en la actividad agrícola.
- Gestión del agua de riego por parte de la Junta de Usuarios.

- Calidad del agua y afectaciones ambientales.
- Uso de agroquímicos y manejo del suelo.
- Capacitación, sensibilización y educación ambiental.
- Aspectos económicos vinculados a la tarifa de agua y la sostenibilidad del sistema.

La aplicación de encuestas a una muestra representativa de usuarios permitió obtener información cuantificable, identificar tendencias generales y evaluar el grado de aceptación o insatisfacción frente a la gestión del agua de riego.

c) Entrevistas a actores clave

Como técnica cualitativa, se aplicaron **entrevistas semiestructuradas** a actores estratégicos vinculados a la gestión del recurso hídrico. Estas entrevistas permitieron profundizar en aspectos institucionales, normativos y operativos que no siempre son captados mediante encuestas, así como recoger opiniones especializadas sobre los problemas y desafíos del sistema de riego.

Los entrevistados incluyeron representantes de:

- Autoridades del agua a nivel nacional, administrativo y local.
- Directivos de la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chira.
- Instituciones técnicas y organizaciones vinculadas a la gestión de los recursos hídricos.

Las entrevistas se orientaron a conocer el rol de cada institución, la percepción sobre la gestión ambiental del agua, las principales problemáticas identificadas, las limitaciones institucionales y las posibles estrategias para avanzar hacia una gestión más sostenible.

d) Talleres participativos

Los **talleres participativos** constituyeron una técnica clave para la recopilación de información cualitativa y para el fortalecimiento del enfoque participativo del estudio.

En estos espacios se promovió la interacción entre directivos, trabajadores y usuarios del sistema de riego, facilitando el intercambio de experiencias y la construcción colectiva del diagnóstico.

Los talleres permitieron:

- Socializar los resultados preliminares de las encuestas.
- Identificar fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del sistema de riego.
- Priorizar problemas y consensuar propuestas estratégicas y operativas.
- Fortalecer la comprensión de la gestión sustentable del agua y la importancia de la protección de su calidad.

Esta técnica resultó fundamental para incorporar la visión de los actores locales y legitimar las propuestas formuladas a partir del estudio.

e) Observación directa y registros de campo

La **observación directa** complementó las técnicas anteriores, permitiendo verificar en el terreno aspectos relacionados con la infraestructura hidráulica, la distribución del agua, las prácticas de riego, las fuentes de contaminación y el estado ambiental de canales y cuerpos de agua.

Se elaboraron **fichas de registro y notas de campo**, en las que se consignaron observaciones sobre el funcionamiento del sistema de riego, el manejo del agua por parte de los usuarios y la presencia de impactos ambientales visibles, como vertimientos de aguas residuales o acumulación de residuos sólidos.

A modo de síntesis, las técnicas de recolección de información utilizadas en el estudio se presentan en la siguiente tabla:

Técnica	Tipo de información	Actores / Fuentes	Finalidad
Revisión documental	Secundaria	Normas, planes, informes técnicos	Contextualizar y sustentar el análisis

Encuestas	Primaria – Cuantitativa	Usuarios del sistema de riego	Conocer percepciones y prácticas
Entrevistas	Primaria – Cualitativa	Autoridades y directivos	Profundizar en aspectos institucionales
Talleres participativos	Primaria – Cualitativa	Directivos, trabajadores y usuarios	Diagnóstico participativo y propuestas
Observación directa	Primaria	Infraestructura y entorno	Verificación de condiciones reales

En conjunto, estas técnicas permitieron construir un diagnóstico integral del uso y la gestión ambiental del agua de riego en el Sector Hidráulico Chira, articulando información técnica, institucional, social y ambiental. La triangulación de los datos obtenidos fortaleció la consistencia del estudio y sirvió de base para la formulación de resultados, conclusiones y propuestas orientadas a una gestión sustentable del recurso hídrico.

4.1.3. Participación de actores locales

La participación de los actores locales constituye un eje central en el análisis de la gestión ambiental del agua de riego, especialmente en sistemas hidráulicos organizados donde el recurso hídrico es compartido y su uso genera interdependencias técnicas, sociales y ambientales. En el caso del Sector Hidráulico Chira, la investigación incorporó de manera deliberada la participación de los distintos actores vinculados al uso, administración y regulación del agua, reconociendo que la sostenibilidad del sistema depende en gran medida del nivel de involucramiento, corresponsabilidad y concertación entre ellos.

La inclusión de los actores locales respondió a un enfoque participativo que concibe a los usuarios del agua no solo como beneficiarios del servicio de riego, sino como **agentes activos en la toma de decisiones**, en la identificación de problemas y en la formulación de soluciones orientadas a la gestión sustentable del recurso hídrico. Este enfoque permitió captar la diversidad de percepciones, intereses y conocimientos existentes en el territorio, así como las tensiones y consensos que se generan en torno al uso del agua.

Actores involucrados en el proceso participativo

La participación local se estructuró en torno a la intervención de diversos actores, entre los que destacan:

- **Usuarios de agua de riego**, organizados en las diferentes Comisiones de Usuarios, quienes aportaron información clave sobre las prácticas de riego, la aplicación del agua en los cultivos, los problemas de disponibilidad y calidad del recurso, así como su percepción sobre la gestión institucional.

- **Directivos de la Junta de Usuarios**, responsables de la operación, mantenimiento y administración de la infraestructura hidráulica menor, cuya participación fue fundamental para comprender los procesos de toma de decisiones, la planificación del riego y las limitaciones técnicas y financieras del sistema.

- **Trabajadores técnicos y administrativos**, quienes contribuyeron con información operativa relacionada con la distribución del agua, la cobranza de tarifas, el control de caudales y el cumplimiento de los instrumentos de gestión.

- **Representantes de entidades públicas vinculadas al agua**, que participaron mediante entrevistas y espacios de coordinación, aportando una visión normativa, técnica y de supervisión sobre la gestión del recurso hídrico.

- **Organizaciones e instituciones de apoyo**, tales como entidades técnicas, académicas y de gestión de recursos hídricos, que contribuyeron con enfoques especializados y experiencias comparadas.

La diversidad de actores permitió abordar la gestión del agua desde una perspectiva multisectorial, coherente con el enfoque de gestión integrada de los recursos hídricos.

Mecanismos de participación utilizados

La participación de los actores locales se canalizó a través de distintos mecanismos metodológicos, diseñados para facilitar el diálogo, la reflexión colectiva y la construcción consensuada de propuestas. Entre los principales mecanismos empleados

destacan:

- **Encuestas a usuarios**, que permitieron recoger de manera sistemática la opinión de los agricultores respecto a la calidad del servicio de riego, la gestión del agua, la contaminación, la capacitación ambiental y la sostenibilidad del sistema.

- **Entrevistas semiestructuradas**, orientadas a profundizar en la experiencia y valoración de los actores institucionales clave, especialmente en relación con los desafíos de la gestión ambiental del agua.

- **Talleres participativos**, concebidos como espacios de interacción directa entre usuarios, directivos y trabajadores, donde se discutieron los resultados preliminares, se identificaron problemas críticos y se priorizaron acciones estratégicas.

- **Espacios de observación y diálogo informal**, que permitieron complementar la información obtenida mediante las técnicas formales, incorporando el conocimiento empírico y las prácticas cotidianas de los actores locales.

Estos mecanismos favorecieron la expresión de distintas voces y contribuyeron a legitimar los resultados del estudio, al basarse en información construida colectivamente.

Aportes de la participación local al estudio

La participación de los actores locales generó aportes significativos en diferentes niveles del proceso de investigación. En primer lugar, permitió **identificar con mayor precisión los problemas reales** que enfrentan los usuarios en relación con el uso del agua, más allá de los diagnósticos técnicos formales. En segundo lugar, facilitó la comprensión de las **causas sociales, económicas e institucionales** que influyen en la gestión del recurso hídrico, como la limitada capacitación ambiental, las restricciones presupuestales o los conflictos entre usuarios.

Asimismo, el enfoque participativo contribuyó a la **formulación de propuestas estratégicas y operativas** más realistas y viables, al incorporar la experiencia directa de quienes operan y utilizan el sistema de riego. Las propuestas derivadas del análisis FODA y del enfoque sistémico se nutrieron de los aportes de los actores locales, lo que fortalece

su pertinencia y potencial de implementación.

Participación y gobernanza del agua

Desde una perspectiva más amplia, la participación de los actores locales se vincula estrechamente con el fortalecimiento de la **gobernanza del agua**, entendida como la capacidad colectiva para tomar decisiones legítimas, transparentes y eficaces sobre el uso del recurso hídrico. La investigación evidenció que una gestión sustentable del agua de riego requiere avanzar hacia esquemas participativos estables, donde los usuarios y las instituciones públicas compartan responsabilidades y construyan acuerdos en torno a la planificación, distribución y protección de la calidad del agua.

En este sentido, la participación local no solo cumplió una función metodológica dentro del estudio, sino que se constituye en un componente estratégico para mejorar la gestión ambiental del agua de riego, reducir conflictos, fortalecer la institucionalidad y promover prácticas más sostenibles en el territorio del Sector Hidráulico Chira.

4.2 Diagnóstico del uso y gestión del agua de riego

El diagnóstico del uso y la gestión del agua de riego constituye una etapa fundamental para comprender el funcionamiento real del sistema hidráulico, las prácticas desarrolladas por los usuarios y la capacidad institucional de la organización encargada de administrar el recurso. En el caso del Sector Hidráulico Chira, este diagnóstico se orienta a identificar las principales características del uso del agua en las actividades agrícolas, las condiciones de prestación del servicio de riego y los factores ambientales, sociales y económicos que inciden en la sostenibilidad del sistema.

Este apartado integra la información obtenida a través de las encuestas, entrevistas, talleres participativos, observación directa y revisión documental, permitiendo construir una visión integral del estado actual de la gestión del agua de riego. A partir de este análisis, se examinan tanto los aspectos técnicos de la distribución y aprovechamiento del recurso hídrico como las percepciones de los usuarios respecto a la calidad del servicio, la eficiencia en el uso del agua y el desempeño institucional de la Junta de Usuarios.

El diagnóstico no se limita a describir la situación existente, sino que busca

evidenciar las **brechas entre la gestión actual y los principios de una gestión ambientalmente sustentable**, poniendo en relieve problemas como el uso intensivo del recurso, la presión sobre la calidad del agua, las limitaciones en la capacitación ambiental, las debilidades en la planificación y los conflictos asociados a la distribución del agua. De esta manera, el análisis diagnóstico se constituye en la base para la evaluación ambiental del sistema de riego y para la formulación de propuestas orientadas a mejorar la gestión del agua en el Sector Hidráulico Chira.

4.2.1. Distribución y manejo del agua

La distribución y el manejo del agua de riego en el Sector Hidráulico Chira constituyen el núcleo operativo de la gestión del recurso hídrico, ya que de estos procesos depende la disponibilidad efectiva del agua para los usuarios, la eficiencia del sistema de riego y la sostenibilidad ambiental del territorio. El análisis de estos aspectos permite comprender cómo se asigna el agua, de qué manera se controla su uso y cuáles son las principales limitaciones que enfrenta la organización responsable de su administración.

En términos generales, la distribución del agua se realiza a partir de un sistema regulado cuya fuente principal es el río Chira, complementado por la infraestructura de almacenamiento y derivación del sistema hidráulico. El agua es entregada al operador de la infraestructura hidráulica menor conforme a los volúmenes aprobados en los instrumentos de planificación hídrica, especialmente el Plan de Aprovechamiento de la Disponibilidad Hídrica, y posteriormente distribuida a las Comisiones de Usuarios y a los predios agrícolas mediante una red de canales de diversa jerarquía.

Planificación y programación de la distribución

El manejo del agua de riego se basa en una planificación periódica que considera la disponibilidad hídrica, los cultivos instalados, las áreas bajo riego y las demandas de los usuarios. A nivel operativo, la programación de la distribución se realiza de manera semanal, a partir de los requerimientos presentados por las Comisiones de Usuarios, los cuales son consolidados por la Junta de Usuarios para su evaluación y aprobación por la autoridad correspondiente.

Este proceso busca asegurar que el agua sea distribuida en función de criterios

técnicos, tales como el tipo de cultivo, la superficie irrigada y los módulos de riego establecidos. Sin embargo, el diagnóstico evidencia que, si bien existe un esquema formal de programación, su aplicación enfrenta dificultades relacionadas con la variabilidad climática, la presión por ampliar la frontera agrícola y las limitaciones en el control efectivo de los caudales distribuidos.

Control operativo y eficiencia del sistema

El control de la distribución del agua se realiza mediante la supervisión de tomas, canales y estructuras de medición, con el apoyo del personal técnico de la Junta de Usuarios y de las Comisiones. No obstante, el sistema presenta una elevada proporción de canales sin revestir, lo que genera pérdidas significativas de agua por infiltración y reduce la eficiencia global de la conducción y distribución.

Estas pérdidas, sumadas a prácticas de riego poco eficientes en algunos sectores, incrementan la presión sobre el recurso hídrico, especialmente en períodos de escasez. Asimismo, el diagnóstico revela que la eficiencia operativa del sistema, aunque aceptable en términos generales, no resulta suficiente para garantizar una distribución equitativa y sostenible del agua en el largo plazo, particularmente durante las campañas agrícolas de menor disponibilidad hídrica.

Prácticas de manejo del agua en los cultivos

El manejo del agua a nivel parcelario depende en gran medida de las prácticas adoptadas por los usuarios, las cuales varían según el tipo de cultivo, la tecnología de riego utilizada y la experiencia del agricultor. En el valle del Chira, predominan los sistemas de riego por gravedad, especialmente en cultivos tradicionales, lo que implica un uso intensivo del recurso y una menor eficiencia en comparación con sistemas tecnificados.

El diagnóstico muestra que, aunque una parte de los usuarios aplica el agua de manera adecuada, persisten prácticas de riego excesivo, particularmente en cultivos de alta demanda hídrica, lo que contribuye a problemas como la degradación del suelo, la salinización y la generación de retornos contaminantes hacia los cuerpos de agua. Estas prácticas se ven agravadas por la limitada capacitación técnica y ambiental, así como por

la falta de incentivos efectivos para promover el uso eficiente del agua.

Gestión institucional y atención a los usuarios

Desde el punto de vista institucional, la Junta de Usuarios cumple un rol central en la coordinación del manejo del agua, la resolución de reclamos y la atención de conflictos derivados de la distribución. El diagnóstico evidencia que una proporción importante de usuarios percibe que los reclamos son atendidos de manera oportuna, lo que refleja un esfuerzo institucional por mantener la operatividad del sistema y evitar tensiones mayores.

Sin embargo, también se identifican debilidades en aspectos como la automatización de los procesos de distribución y cobranza, la actualización de los instrumentos técnicos y la integración de criterios ambientales en la toma de decisiones. Estas limitaciones restringen la capacidad de la organización para optimizar el manejo del agua y responder de manera más eficaz a los desafíos actuales del sistema de riego.

Implicancias para la sostenibilidad del sistema

El análisis de la distribución y el manejo del agua en el Sector Hidráulico Chira pone de manifiesto la existencia de avances importantes en la organización y operación del sistema de riego, pero también revela brechas significativas en relación con los principios de la gestión sustentable del recurso hídrico. La combinación de pérdidas en la conducción, prácticas de riego intensivo, limitada capacitación ambiental y restricciones institucionales incrementa la vulnerabilidad del sistema frente a la escasez hídrica y al deterioro ambiental.

En este contexto, el diagnóstico subraya la necesidad de fortalecer la planificación, mejorar la eficiencia de la infraestructura, promover tecnologías de riego más eficientes y reforzar el rol de la Junta de Usuarios como articuladora de una gestión integrada, participativa y ambientalmente responsable del agua de riego.

4.2.2. Uso agrícola y prácticas de riego

El uso agrícola del agua de riego en el Sector Hidráulico Chira representa la principal demanda del recurso hídrico y constituye el eje alrededor del cual se organizan

la infraestructura hidráulica, la planificación institucional y las dinámicas socioeconómicas del valle. El diagnóstico del sistema evidencia que la actividad agrícola depende de manera directa y permanente del riego, configurando un escenario en el que las prácticas productivas ejercen una presión constante sobre la disponibilidad y la calidad del agua.

La estructura agrícola del valle se caracteriza por la presencia predominante de pequeños y medianos productores que desarrollan cultivos tanto transitorios como permanentes, los cuales requieren volúmenes significativos de agua a lo largo del año. En este contexto, el uso del agua está fuertemente condicionado por el tipo de cultivo, el calendario agrícola, las condiciones climáticas y el acceso a infraestructura de riego, factores que inciden directamente en la eficiencia y racionalidad del aprovechamiento del recurso hídrico.

Predominio del riego por gravedad

Una de las principales características del uso agrícola del agua en el valle del Chira es el predominio del **riego por gravedad**, sistema tradicional que, si bien resulta accesible y de bajo costo para los agricultores, presenta importantes limitaciones desde el punto de vista de la eficiencia hídrica. Este tipo de riego se aplica ampliamente en cultivos como arroz, maíz, caña de azúcar, banano y menestras, los cuales demandan grandes volúmenes de agua durante sus diferentes etapas de desarrollo.

El diagnóstico muestra que el riego por gravedad, en ausencia de un manejo técnico adecuado, tiende a generar aplicaciones excesivas de agua, pérdidas por escorrentía superficial e infiltración profunda, así como problemas de saturación del suelo. Estas prácticas no solo reducen la eficiencia del uso del recurso, sino que también contribuyen a procesos de degradación del suelo y a la generación de retornos de agua con cargas contaminantes hacia los canales y cuerpos naturales.

Prácticas de riego y manejo parcelario

Las prácticas de riego a nivel parcelario presentan una alta heterogeneidad, determinada por el conocimiento técnico de los usuarios, la experiencia acumulada y el acceso a información y capacitación. Una parte de los agricultores realiza una aplicación

relativamente controlada del agua, ajustando los tiempos y caudales de riego a las necesidades del cultivo. Sin embargo, el diagnóstico evidencia que un porcentaje significativo de usuarios continúa aplicando el agua sin criterios técnicos claros, priorizando la seguridad hídrica del cultivo por encima de la eficiencia en el uso del recurso.

Esta situación se manifiesta especialmente en cultivos de alta demanda hídrica, donde el riego continuo es percibido como una práctica necesaria para garantizar la productividad, aun cuando ello implique un consumo excesivo de agua. La limitada adopción de tecnologías de medición y control a nivel parcelario dificulta la evaluación precisa de los volúmenes utilizados y refuerza prácticas tradicionales poco eficientes.

Uso de agroquímicos y efectos asociados

El diagnóstico del uso agrícola del agua también pone en evidencia la estrecha relación entre las prácticas de riego y el uso de agroquímicos. En el valle del Chira, una proporción importante de los productores utiliza fertilizantes y plaguicidas como parte de sus estrategias productivas, especialmente en cultivos intensivos. Cuando estas sustancias son aplicadas en combinación con riegos excesivos, se incrementa el riesgo de lixiviación y arrastre de contaminantes hacia los canales de riego y cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

Estas prácticas generan impactos ambientales acumulativos, afectando la calidad del agua utilizada para riego en los tramos inferiores del sistema y, potencialmente, la salud de los suelos, los cultivos y las poblaciones que dependen del recurso hídrico. La ausencia de programas sistemáticos de capacitación en manejo integrado de cultivos y uso responsable del agua agrava esta problemática.

Limitaciones en la tecnificación del riego

Si bien existen experiencias puntuales de **riego tecnificado**, como el riego presurizado por goteo o microaspersión, su adopción sigue siendo limitada en el ámbito del Sector Hidráulico Chira. Las principales barreras identificadas son el costo de inversión inicial, la falta de asistencia técnica continua y la escasa articulación entre los programas de fomento tecnológico y las necesidades reales de los pequeños productores.

La baja tecnificación del riego reduce las posibilidades de optimizar el uso del agua, especialmente en un contexto de creciente variabilidad climática y competencia por el recurso hídrico. Asimismo, limita la capacidad del sistema agrícola para adaptarse a escenarios de escasez y para reducir su huella hídrica.

Implicancias para la gestión sustentable

El análisis del uso agrícola y las prácticas de riego en el Sector Hidráulico Chira revela que la sostenibilidad del sistema no depende únicamente de la disponibilidad de agua, sino fundamentalmente de cómo se utiliza el recurso en el ámbito productivo. Las prácticas tradicionales, si bien han permitido sostener la actividad agrícola, resultan insuficientes frente a los desafíos actuales de escasez, contaminación y degradación ambiental.

En este sentido, el diagnóstico resalta la necesidad de promover un cambio progresivo hacia prácticas de riego más eficientes y ambientalmente responsables, apoyadas en la capacitación de los usuarios, la incorporación de tecnologías adecuadas y el fortalecimiento de los mecanismos institucionales de control y acompañamiento técnico. Solo a través de una transformación del uso agrícola del agua será posible avanzar hacia una gestión sustentable del recurso hídrico en el Sector Hidráulico Chira.

4.2.3. Manejo de efluentes y contaminación

El manejo de efluentes constituye uno de los componentes más críticos en el diagnóstico del uso y la gestión del agua de riego en el Sector Hidráulico Chira, debido a su impacto directo sobre la calidad del recurso hídrico y la sostenibilidad ambiental del sistema agrícola. La investigación evidencia que la contaminación del agua no responde a una única fuente, sino a la convergencia de descargas domésticas, actividades productivas y prácticas agrícolas inadecuadas que, en conjunto, degradan progresivamente los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

En el ámbito del sistema de riego, los efluentes están asociados tanto a descargas puntuales —como las aguas residuales urbanas— como a fuentes difusas provenientes de la agricultura intensiva. Esta combinación configura un escenario complejo en el que la gestión del agua de riego no puede desvincularse del manejo integral de los residuos

líquidos generados en el territorio.

Descargas de aguas residuales domésticas

Una de las principales fuentes de contaminación identificadas en el valle del Chira es la descarga directa de aguas residuales domésticas hacia el río y los canales de riego. En diversos tramos del sistema hidráulico, especialmente en las zonas cercanas a centros poblados, los desagües urbanos son vertidos sin tratamiento adecuado, incorporando al agua de riego una elevada carga orgánica y microbiológica.

Estas descargas alteran significativamente la calidad del agua utilizada aguas abajo, afectando no solo a los usuarios agrícolas, sino también a los ecosistemas asociados al río y a los canales. La presencia de coliformes termotolerantes y otros contaminantes microbiológicos constituye un riesgo para la salud humana, especialmente cuando el agua es utilizada para el riego de cultivos destinados al consumo directo.

Efluentes agrícolas y contaminación difusa

El diagnóstico revela que la agricultura es una fuente relevante de contaminación difusa, vinculada principalmente al uso intensivo de fertilizantes y plaguicidas. Durante los eventos de riego, el exceso de agua aplicado en las parcelas facilita el arrastre de nutrientes, sales y residuos químicos hacia los drenes y canales, incorporándolos al sistema hídrico.

Este tipo de contaminación, al no concentrarse en un punto específico, resulta más difícil de controlar y monitorear. Sin embargo, sus efectos acumulativos son significativos, ya que contribuyen a la eutrofización de las aguas, al incremento de la salinidad y a la degradación de los suelos agrícolas en las zonas bajas del valle. La falta de prácticas de manejo integrado de cultivos y de planes de fertilización racional intensifica este problema.

Aguas subterráneas y riesgos de contaminación

El uso creciente de aguas subterráneas en áreas con escasez de fuentes superficiales ha incrementado la presión sobre los acuíferos del sistema Chira. Aunque estas aguas son percibidas como una alternativa frente a la variabilidad de la oferta

hídrica, la investigación evidencia que no están exentas de riesgos de contaminación.

La infiltración de efluentes domésticos, el manejo inadecuado de residuos sólidos y el uso indiscriminado de agroquímicos generan procesos de contaminación gradual de las aguas subterráneas. Este fenómeno resulta particularmente preocupante debido a la dificultad de revertir la degradación de los acuíferos y a la dependencia de estas fuentes para usos domésticos y agrícolas.

Limitaciones en el tratamiento y control de efluentes

Uno de los aspectos más relevantes del diagnóstico es la limitada capacidad institucional y técnica para el tratamiento y control de los efluentes en el ámbito del Sector Hidráulico Chira. La ausencia de plantas de tratamiento eficientes, la insuficiente fiscalización de las descargas y la débil articulación entre las entidades responsables del saneamiento y la gestión del riego dificultan la implementación de soluciones efectivas.

Asimismo, la Junta de Usuarios, en su rol de operadora de la infraestructura hidráulica menor, enfrenta restricciones normativas y operativas para intervenir directamente en el control de las descargas contaminantes, lo que evidencia la necesidad de una mayor coordinación interinstitucional y de políticas públicas integradas.

Implicancias para la calidad del agua de riego

El manejo inadecuado de los efluentes tiene consecuencias directas sobre la calidad del agua utilizada en la agricultura. La contaminación reduce la aptitud del recurso para el riego, afecta el rendimiento y la calidad de los cultivos y genera riesgos sanitarios para los productores y consumidores. Además, incrementa los costos de producción al obligar a los agricultores a adoptar medidas correctivas, como el lavado de suelos o la búsqueda de fuentes alternativas de agua.

Desde una perspectiva ambiental, la degradación de la calidad del agua compromete la integridad de los ecosistemas acuáticos y limita la posibilidad de un uso sostenible del recurso hídrico en el largo plazo.

Hacia un enfoque preventivo y sustentable

El diagnóstico del manejo de efluentes y la contaminación en el Sector Hidráulico Chira pone de manifiesto la necesidad de transitar desde un enfoque reactivo hacia uno preventivo y sustentable. Esto implica fortalecer los sistemas de tratamiento de aguas residuales, promover buenas prácticas agrícolas que reduzcan la contaminación difusa y consolidar mecanismos de monitoreo permanente de la calidad del agua.

Asimismo, resulta fundamental integrar la gestión de los efluentes dentro de la planificación del riego, incorporando criterios ambientales en la toma de decisiones y fomentando la participación activa de los usuarios y de las instituciones públicas en la protección del recurso hídrico. Solo mediante una gestión integral será posible reducir la contaminación y garantizar la sostenibilidad del agua de riego en el valle del Chira.

4.3 Análisis sistémico y FODA

El análisis sistémico y el enfoque FODA constituyen herramientas fundamentales para comprender de manera integral la complejidad del uso y la gestión del agua de riego en el Sector Hidráulico Chira. Este apartado se orienta a interpretar el sistema de riego no como un conjunto aislado de infraestructuras y actores, sino como un **sistema socioambiental dinámico**, en el que interactúan el recurso hídrico, los usuarios, las instituciones, el entorno natural y las condiciones económicas y normativas.

Desde el enfoque sistémico, se analiza cómo las decisiones relacionadas con la distribución del agua, el manejo agrícola, la gestión institucional y la protección ambiental generan efectos interdependientes que pueden reforzar o debilitar la sostenibilidad del sistema. Esta perspectiva permite identificar relaciones de causa–efecto, retroalimentaciones y puntos críticos que influyen en el desempeño ambiental y organizacional del sistema de riego.

Complementariamente, el análisis FODA se emplea como una herramienta estratégica para identificar y ordenar las **fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas** que caracterizan a la gestión del agua de riego en el Sector Hidráulico Chira. A través de este análisis, se busca reconocer tanto las capacidades internas de la organización como los factores externos que condicionan su accionar, estableciendo una

base objetiva para la formulación de propuestas estratégicas y operativas orientadas a la gestión sustentable del recurso hídrico.

En conjunto, el análisis sistémico y el FODA permiten integrar la información técnica, ambiental, social e institucional obtenida en el estudio, facilitando una lectura crítica del estado actual del sistema y ofreciendo elementos clave para la toma de decisiones, la planificación estratégica y la mejora continua de la gestión del agua de riego.

4.3.1. Fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas

El análisis FODA aplicado a la gestión ambiental del agua de riego en el Sector Hidráulico Chira permite identificar, de manera estructurada, los factores internos y externos que influyen en el desempeño del sistema de riego y en la capacidad de la Junta de Usuarios para avanzar hacia una gestión sustentable del recurso hídrico. Este análisis se construye a partir de la información recopilada en campo, las encuestas a usuarios, entrevistas a actores clave, talleres participativos y la revisión de instrumentos técnicos y normativos, lo que le otorga un carácter integral y contextualizado.

Desde esta perspectiva, las **fortalezas y debilidades** corresponden a factores internos vinculados a la organización, su estructura, capacidades técnicas, administrativas y financieras, mientras que las **oportunidades y amenazas** responden a factores externos asociados al marco normativo, institucional, ambiental, económico y social en el que opera el sistema de riego.

Fortalezas

Las fortalezas representan las capacidades internas que favorecen la gestión del agua de riego y constituyen una base importante para la implementación de estrategias de mejora y sostenibilidad. En el caso del Sector Hidráulico Chira, destacan principalmente los aspectos organizacionales, institucionales y operativos.

Entre las fortalezas más relevantes se encuentran la **constitución legal de la Junta de Usuarios**, su reconocimiento como operador de la infraestructura hidráulica menor y la existencia de una estructura organizativa formal, con órganos de dirección y comisiones de usuarios distribuidas en el territorio. Asimismo, se identifica la **experiencia**

acumulada en la operación y mantenimiento del sistema de riego, así como la cobertura de una amplia superficie agrícola que sustenta la economía local.

Otro aspecto relevante es la **disponibilidad de recursos económicos provenientes de la tarifa de agua**, que, si bien son limitados, permiten sostener las actividades básicas de operación, mantenimiento y administración. A ello se suma la **capacidad de gestión institucional**, evidenciada en la elaboración de instrumentos como el Plan de Operación, Mantenimiento y Desarrollo de la Infraestructura Hidráulica (POMDIH), el padrón de usuarios y los programas de distribución de agua.

Debilidades

Las debilidades reflejan limitaciones internas que afectan negativamente la eficiencia, equidad y sostenibilidad de la gestión del agua de riego. En el análisis realizado, se identifican debilidades estructurales, técnicas y sociales que requieren atención prioritaria.

Una de las principales debilidades es la **ausencia de un plan estratégico institucional de mediano y largo plazo**, lo que limita la capacidad de la Junta de Usuarios para anticiparse a escenarios de escasez hídrica, cambio climático y conflictos sociales. Asimismo, se evidencia una **limitada capacitación en temas ambientales**, tanto para los directivos como para los usuarios, lo que se traduce en prácticas inadecuadas de uso del agua y escasa conciencia sobre la protección de su calidad.

Otra debilidad importante es la **insuficiencia de infraestructura de control y medición**, lo que dificulta una distribución eficiente del recurso y genera pérdidas significativas por infiltración y manejo inadecuado. A ello se suma la **débil aplicación de la normativa ambiental y de recursos hídricos**, así como problemas asociados a la morosidad en el pago de la tarifa y a la utilización informal del agua por parte de algunos usuarios.

Oportunidades

Las oportunidades corresponden a factores externos que pueden ser aprovechados para fortalecer la gestión ambiental del agua de riego y mejorar el desempeño institucional. En el contexto del Sector Hidráulico Chira, el entorno normativo,

tecnológico e institucional ofrece diversas oportunidades estratégicas.

Entre ellas destaca la **existencia de un marco legal actualizado en materia de recursos hídricos y gestión ambiental**, que promueve la gestión integrada, la protección de la calidad del agua y la participación de los usuarios. Asimismo, se identifican oportunidades vinculadas a la **presencia de entidades públicas y privadas** que impulsan programas de mejora de la infraestructura de riego, riego tecnificado, conservación de cuencas y fortalecimiento de capacidades.

El acceso a **nuevas tecnologías de información y comunicación**, así como a herramientas de automatización para la gestión del riego y la cobranza, representa otra oportunidad relevante para modernizar la administración del sistema. Del mismo modo, la creciente preocupación social y política por la sostenibilidad ambiental y la seguridad hídrica abre espacios para la **articulación interinstitucional y la captación de financiamiento** para proyectos de gestión sustentable del agua.

Amenazas

Las amenazas están asociadas a factores externos que pueden comprometer la disponibilidad, calidad y gestión del recurso hídrico. En el caso del Sector Hidráulico Chira, estas amenazas están fuertemente relacionadas con el contexto ambiental, climático y socioeconómico.

Una de las principales amenazas es el **cambio climático**, expresado en eventos extremos como sequías prolongadas e inundaciones asociadas al fenómeno El Niño, que afectan tanto la infraestructura de riego como la producción agrícola. A ello se suma la **disminución progresiva de la capacidad útil del reservorio Poechos** debido a la sedimentación, lo que reduce la oferta hídrica disponible.

Otras amenazas relevantes incluyen la **contaminación del río Chira y de los canales de riego** por vertimientos de aguas residuales y actividades agrícolas intensivas, la **expansión desordenada de la frontera agrícola**, la presencia de conflictos entre usuarios por la distribución del agua y la posibilidad de **cambios normativos o procesos de privatización** que afecten el rol de las organizaciones de usuarios.

A partir del análisis realizado, se presenta a continuación una síntesis estructurada

de los principales elementos identificados:

Fortalezas	**Debilidades**
Organización legalmente constituida	Ausencia de plan estratégico
Experiencia en operación del sistema	Débil capacitación ambiental
Infraestructura hidráulica existente	Deficiente control y medición
Recursos económicos por tarifa	Uso inadecuado de agroquímicos
Relaciones interinstitucionales	Limitada protección de la calidad del agua
Oportunidades	**Amenazas**
Marco normativo favorable	Cambio climático
Programas públicos de riego	Sedimentación del reservorio
Acceso a nuevas tecnologías	Contaminación del agua
Financiamiento y cooperación	Conflictos entre usuarios
Enfoque de gestión integrada	Presión sobre el recurso hídrico

En conjunto, el análisis FODA evidencia que el Sector Hidráulico Chira dispone de una base institucional y operativa importante para avanzar hacia una gestión sustentable del agua de riego; sin embargo, enfrenta debilidades internas y amenazas externas que requieren estrategias integrales, participativas y de largo plazo. Este diagnóstico constituye el insumo central para la formulación de propuestas estratégicas y operativas orientadas a fortalecer la gobernanza del agua, mejorar la calidad ambiental y asegurar la sostenibilidad del sistema de riego.

4.3.2. Interacciones estratégicas

El análisis de **interacciones estratégicas** constituye una fase clave dentro del enfoque sistémico aplicado a la gestión ambiental del agua de riego, ya que permite ir más allá de la simple identificación de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, para comprender **cómo estos factores se relacionan entre sí** y cómo pueden ser utilizados estratégicamente en la toma de decisiones. En el caso del Sector Hidráulico Chira, este análisis permite articular las capacidades internas de la Junta de Usuarios con el contexto externo en el que opera, orientando la formulación de estrategias realistas y coherentes con la problemática hídrica y ambiental del territorio.

La lógica central de este enfoque es reconocer que **ningún factor actúa de manera aislada**: las fortalezas pueden potenciar oportunidades, las debilidades pueden ser corregidas mediante oportunidades externas, y las amenazas pueden ser enfrentadas o mitigadas si se aprovechan adecuadamente las capacidades institucionales existentes. A partir de ello, se estructuran cuatro tipos de interacciones estratégicas: **FO, FA, DO y DA**.

Interacciones Fortalezas–Oportunidades (FO)

Las interacciones FO se orientan a **maximizar el aprovechamiento de las oportunidades externas utilizando las fortalezas internas** de la organización. En el Sector Hidráulico Chira, este tipo de interacción revela un alto potencial estratégico, debido a la existencia de una Junta de Usuarios formalmente constituida, con experiencia operativa y reconocimiento institucional.

La capacidad organizativa, la experiencia en la gestión del sistema de riego y las relaciones interinstitucionales existentes permiten aprovechar oportunidades como el marco normativo favorable en materia de recursos hídricos, la disponibilidad de programas estatales de mejora de infraestructura, y el acceso a tecnologías de riego y gestión administrativa. Estas interacciones evidencian que la Junta de Usuarios puede posicionarse como un actor clave en la implementación de proyectos de modernización del riego, conservación de la calidad del agua y fortalecimiento de la gestión integrada del recurso hídrico.

Desde una perspectiva ambiental, las interacciones FO permiten canalizar recursos financieros y técnicos hacia acciones de protección del agua, educación ambiental y mejora de la eficiencia en la distribución del recurso, reforzando así la sostenibilidad del sistema de riego.

Interacciones Fortalezas–Amenazas (FA)

Las interacciones FA buscan **utilizar las fortalezas internas para reducir, amortiguar o enfrentar las amenazas externas**. En el contexto del Sector Hidráulico Chira, estas amenazas están fuertemente asociadas al cambio climático, la variabilidad hidrológica, la contaminación del agua y los conflictos por el uso del recurso.

La capacidad de gestión institucional, la experiencia técnica acumulada y la existencia de instrumentos de planificación operativa permiten a la Junta de Usuarios implementar medidas de adaptación frente a escenarios de escasez hídrica, eventos extremos y deterioro de la infraestructura. Asimismo, las relaciones con entidades como la autoridad del agua y los gobiernos locales constituyen un soporte fundamental para enfrentar conflictos, fortalecer la fiscalización del uso del agua y promover una distribución más equitativa.

Estas interacciones ponen en evidencia que, aunque las amenazas son significativas, **existen capacidades internas que pueden ser fortalecidas y articuladas** para reducir su impacto, siempre que se adopte una visión estratégica de largo plazo.

Interacciones Debilidades–Oportunidades (DO)

Las interacciones DO se orientan a **superar o reducir las debilidades internas mediante el aprovechamiento de oportunidades externas**. En el caso analizado, este tipo de interacción resulta particularmente relevante, dado que varias de las debilidades identificadas —como la falta de planificación estratégica, la limitada capacitación ambiental y la deficiente automatización de procesos— pueden ser abordadas a través de programas, políticas y recursos disponibles en el entorno institucional.

La existencia de entidades públicas y privadas que promueven la capacitación, la asistencia técnica y el financiamiento de proyectos de riego sostenible constituye una oportunidad clave para fortalecer las capacidades de los directivos, técnicos y usuarios. Asimismo, el marco normativo vigente en materia de recursos hídricos y gestión ambiental ofrece herramientas para reorientar el rol de la Junta de Usuarios hacia una gestión más integral y ambientalmente responsable.

Estas interacciones evidencian que muchas de las limitaciones actuales no son estructurales ni permanentes, sino que pueden ser revertidas mediante procesos de aprendizaje organizacional, cooperación interinstitucional y acceso a innovación tecnológica.

Interacciones Debilidades–Amenazas (DA)

Las interacciones DA representan el escenario más crítico, ya que combinan

debilidades internas con amenazas externas, lo que incrementa el nivel de vulnerabilidad del sistema de riego. En el Sector Hidráulico Chira, este tipo de interacción se manifiesta, por ejemplo, en la limitada capacidad de control y monitoreo frente a la contaminación del agua, o en la falta de capacitación ambiental en un contexto de intensificación agrícola y cambio climático.

El análisis de estas interacciones permite identificar los puntos más sensibles del sistema, donde la ausencia de capacidades internas puede amplificar los efectos negativos de factores externos. No obstante, también cumple una función preventiva, ya que orienta la formulación de estrategias defensivas destinadas a reducir riesgos, priorizar inversiones y fortalecer la resiliencia institucional.

Desde una perspectiva de gestión ambiental, estas interacciones subrayan la necesidad urgente de implementar acciones estructurales, como la mejora de los sistemas de control del agua, la educación ambiental de los usuarios y la articulación efectiva con las autoridades competentes.

El análisis de las interacciones estratégicas demuestra que la gestión ambiental del agua de riego en el Sector Hidráulico Chira no depende únicamente de factores técnicos, sino de la **capacidad de la organización para articular sus recursos internos con el contexto externo**. Las interacciones FO y DO muestran un alto potencial de mejora y transformación, mientras que las interacciones FA y DA alertan sobre la necesidad de fortalecer la planificación, la gobernanza y la gestión del riesgo.

En conjunto, este análisis constituye la base para la formulación de estrategias integrales que permitan avanzar hacia un modelo de gestión del agua más eficiente, equitativo y sustentable, alineado con los principios de la gestión integrada de los recursos hídricos y las demandas ambientales y sociales del territorio.

4.3.3. Problemáticas estructurales del sistema

El análisis de las **problemáticas estructurales del sistema de riego** del Sector Hidráulico Chira permite comprender las causas profundas que condicionan el desempeño ambiental, social e institucional de la gestión del agua. Estas problemáticas no responden únicamente a fallas coyunturales o técnicas, sino a **limitaciones históricas**

y estructurales que se han consolidado a lo largo del tiempo y que hoy influyen de manera directa en la sostenibilidad del uso del recurso hídrico.

Desde una perspectiva sistémica, dichas problemáticas se expresan en la interrelación entre infraestructura, organización institucional, prácticas productivas, marco normativo y comportamiento de los usuarios, configurando un escenario complejo que exige respuestas integrales y de largo plazo.

Fragmentación institucional y débil articulación intersectorial

Una de las principales problemáticas estructurales del sistema es la **fragmentación institucional** en la gestión del recurso hídrico. Si bien existen entidades con competencias claramente definidas —autoridad del agua, operadores de infraestructura mayor y menor, gobiernos regionales y locales—, en la práctica se observa una **limitada coordinación efectiva** entre ellas. Esta situación genera superposición de funciones, vacíos en la toma de decisiones y dificultades para implementar acciones conjuntas orientadas a la protección de la calidad del agua y la gestión integrada del recurso.

La débil articulación intersectorial también se refleja en la escasa vinculación entre la gestión del riego y otras políticas públicas relevantes, como la gestión ambiental, la planificación territorial, la salud pública y el desarrollo agrícola. Como resultado, el sistema opera de manera reactiva, respondiendo a conflictos o emergencias, más que anticipándose a los problemas estructurales del territorio.

Infraestructura de riego deteriorada y limitada capacidad de control

Otra problemática estructural significativa es el **deterioro progresivo de la infraestructura hidráulica**, particularmente en la red de canales secundarios y terciarios, donde predomina la conducción sin revestimiento. Esta condición favorece pérdidas considerables de agua por infiltración y dificulta el control preciso de los volúmenes distribuidos, afectando la eficiencia del sistema y la equidad entre usuarios.

La limitada infraestructura de medición y control constituye un obstáculo adicional para una gestión moderna del riego. La ausencia o insuficiencia de dispositivos de medición confiables impide conocer con exactitud los caudales utilizados, lo que

restringe la aplicación de criterios de eficiencia, la fiscalización del uso del agua y la toma de decisiones basada en información técnica.

Presión productiva y prácticas agrícolas poco sostenibles

El modelo productivo predominante en el valle del Chira, caracterizado por la **intensificación agrícola y la alta demanda hídrica**, representa otra problemática estructural del sistema. La priorización del uso agrario, especialmente de cultivos con elevados requerimientos de agua, incrementa la presión sobre el recurso hídrico, particularmente en periodos de estiaje o campañas agrícolas complementarias.

A ello se suma el **uso intensivo de agroquímicos**, que contribuye a la degradación de la calidad del agua y del suelo, generando impactos ambientales acumulativos que trascienden el ámbito agrícola y afectan a otros usos del agua. Estas prácticas reflejan una débil incorporación de criterios ambientales en la gestión del riego y una limitada conciencia sobre las consecuencias de largo plazo del manejo inadecuado del recurso.

Insuficiente educación ambiental y baja participación informada

La escasa educación ambiental y la limitada capacitación de los usuarios constituyen una problemática estructural que incide directamente en el comportamiento individual y colectivo frente al uso del agua. La falta de programas sistemáticos de sensibilización y formación dificulta la adopción de prácticas de riego más eficientes y responsables, así como la participación activa e informada de los usuarios en los procesos de planificación y toma de decisiones.

Esta situación se ve agravada por una cultura histórica de uso del agua centrada en la disponibilidad más que en la sostenibilidad, lo que refuerza patrones de consumo poco racionales y una débil corresponsabilidad en la protección de la calidad del recurso.

Vulnerabilidad frente al cambio climático y eventos extremos

El sistema de riego del Sector Hidráulico Chira presenta una **alta vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático**, expresados en sequías prolongadas, inundaciones y variabilidad hidrológica. La dependencia de una infraestructura con capacidad de regulación limitada, sumada a la reducción progresiva del volumen útil del

reservorio, incrementa el riesgo de desabastecimiento y conflictos entre usuarios.

La falta de planificación estratégica con enfoque de riesgo y adaptación climática refuerza esta problemática, limitando la capacidad del sistema para responder de manera resiliente a escenarios futuros de mayor incertidumbre hídrica.

En conjunto, las problemáticas estructurales del sistema de riego del Sector Hidráulico Chira se caracterizan por:

- Una gestión institucional fragmentada y poco articulada.
- Infraestructura hidráulica con limitaciones operativas y de control.
- Presión creciente del uso agrícola intensivo sobre el recurso hídrico.
- Débil educación ambiental y baja participación informada de los usuarios.
- Alta vulnerabilidad frente al cambio climático y eventos extremos.

Estas problemáticas configuran un escenario que dificulta la transición hacia una gestión ambientalmente sostenible del agua de riego. No obstante, su identificación clara constituye un paso fundamental para el diseño de estrategias estructurales que permitan transformar el sistema, fortalecer la gobernanza del agua y asegurar su uso equitativo y sustentable en el largo plazo.

CAPÍTULO V

PROPUESTAS PARA UNA GESTIÓN SUSTENTABLE DEL AGUA DE RIEGO

El desarrollo del **caso de estudio sobre la gestión ambiental del agua de riego en el Sector Hidráulico Chira** ha permitido comprender, de manera integral, cómo interactúan los factores técnicos, ambientales, institucionales, sociales y económicos en un sistema de riego de alta relevancia productiva y territorial. A partir del enfoque metodológico aplicado, se ha logrado diagnosticar el uso y manejo del agua, evaluar su calidad ambiental, identificar fuentes de contaminación y recoger la percepción de los usuarios como actores centrales del sistema.

El análisis realizado evidencia que la gestión del agua de riego en el Sector Hidráulico Chira se desenvuelve en un contexto de **alta presión sobre el recurso hídrico**, donde predominan prácticas agrícolas intensivas, una infraestructura con limitaciones operativas y una débil incorporación de criterios ambientales en la toma de decisiones. Asimismo, se constata que los problemas asociados a la calidad del agua y al manejo de efluentes no responden a hechos aislados, sino a dinámicas estructurales vinculadas al crecimiento urbano, la actividad agrícola y la insuficiente articulación interinstitucional.

El **análisis sistémico y FODA** permitió identificar con claridad las fortalezas institucionales existentes, así como las debilidades internas y amenazas externas que condicionan el desempeño del sistema. Del mismo modo, se pusieron en evidencia oportunidades estratégicas que, de ser adecuadamente aprovechadas, podrían contribuir a mejorar la gestión ambiental del agua, fortalecer la gobernanza del riego y reducir los conflictos entre usuarios.

En conjunto, este capítulo demuestra que la problemática del agua de riego en el Sector Hidráulico Chira no puede abordarse únicamente desde una perspectiva técnica o normativa, sino que requiere un **enfoque integral y participativo**, capaz de articular planificación estratégica, educación ambiental, fortalecimiento institucional y uso de instrumentos de gestión modernos. Los resultados obtenidos constituyen una base sólida

para la formulación de propuestas orientadas a la sostenibilidad del sistema y sirven como referencia para otros territorios con características similares.

Este cierre da paso al apartado final del libro, donde se sistematizan las principales reflexiones, conclusiones y aprendizajes derivados del estudio, así como las recomendaciones orientadas a consolidar una gestión ambientalmente responsable y socialmente equitativa del agua de riego.

5.1 Estrategias de gestión sustentable

La gestión sustentable del agua de riego requiere la definición de estrategias que permitan articular de manera coherente los objetivos productivos, ambientales, sociales e institucionales presentes en los sistemas agrícolas. En contextos como el Sector Hidráulico Chira, caracterizados por una alta presión sobre el recurso hídrico y por la coexistencia de múltiples actores e intereses, las estrategias de gestión deben orientarse a fortalecer la capacidad de planificación, mejorar la eficiencia en el uso del agua y promover una toma de decisiones informada y participativa.

Este apartado introduce las principales **estrategias de gestión sustentable del agua de riego**, construidas a partir del análisis de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas identificadas en el estudio, así como de los principios de la gestión integrada de los recursos hídricos. Las estrategias propuestas buscan superar enfoques fragmentados y reactivos, incorporando una visión de largo plazo que considere la protección de la calidad del agua, la conservación de los ecosistemas asociados y la sostenibilidad económica de las organizaciones de usuarios.

Asimismo, se reconoce que la implementación efectiva de estas estrategias depende de la articulación entre las instituciones responsables, la participación activa de los usuarios y el uso adecuado de instrumentos técnicos y administrativos de gestión. En este sentido, las estrategias que se desarrollan a continuación se conciben como un marco orientador que puede adaptarse a las particularidades del territorio, contribuyendo a consolidar un modelo de gestión del agua de riego más eficiente, equitativo y ambientalmente responsable.

5.1.1. Enfoque sistémico

El enfoque sistémico en la gestión sustentable del agua de riego parte del reconocimiento de que el recurso hídrico no puede ser comprendido ni administrado de manera aislada, sino como parte de un **sistema complejo** en el que interactúan componentes naturales, sociales, económicos e institucionales. En los sistemas de riego organizados, el agua se vincula simultáneamente con los ecosistemas, las dinámicas productivas, las estructuras organizativas de los usuarios y los marcos normativos que regulan su uso, por lo que cualquier intervención sobre uno de estos elementos genera efectos directos e indirectos sobre los demás.

Desde esta perspectiva, el agua de riego deja de ser concebida únicamente como un insumo productivo y pasa a ser entendida como un **elemento articulador del sistema ambiental y social**. El enfoque sistémico permite analizar las relaciones entre la oferta y la demanda hídrica, la infraestructura de conducción y distribución, las prácticas agrícolas, la calidad del agua, la salud de los suelos y los mecanismos de gobernanza existentes. Este tipo de análisis resulta especialmente relevante en contextos donde la responsabilidad sobre el agua se encuentra fragmentada entre distintas instituciones y niveles de gestión, situación que suele generar ineficiencias, conflictos y procesos de degradación ambiental.

En el ámbito de la gestión del agua de riego, el enfoque sistémico se vincula estrechamente con los principios de la **gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH)**, que plantean la necesidad de coordinar los múltiples usos del agua considerando sus interdependencias y efectos acumulativos. Autores como Dourojeanni han señalado que la falta de articulación entre los subsistemas natural y social conduce a decisiones descoordinadas que incrementan el desperdicio del recurso, intensifican los conflictos entre usuarios y comprometen la sostenibilidad de los sistemas hidráulicos. Bajo este enfoque, la planificación y la gestión deben realizarse considerando el conjunto del sistema, y no únicamente los resultados inmediatos de la producción agrícola.

Aplicar un enfoque sistémico implica también reconocer los **procesos de cambio** que afectan al sistema hídrico, tales como la variabilidad climática, los eventos extremos asociados al cambio climático, la expansión de la frontera agrícola, la intensificación del uso de agroquímicos y las transformaciones socioeconómicas del territorio. Estos

procesos modifican continuamente las condiciones de disponibilidad y calidad del agua, así como las relaciones entre los actores involucrados, por lo que la gestión debe ser flexible, adaptativa y basada en información actualizada.

En el caso del Sector Hidráulico Chira, el enfoque sistémico permite comprender cómo la presión del uso agrario, las limitaciones de la infraestructura de riego, la contaminación por efluentes urbanos y agrícolas, y la debilidad de los mecanismos de control ambiental se combinan para generar una problemática compleja. Desde esta mirada, las soluciones no pueden limitarse a intervenciones técnicas aisladas, sino que deben integrar acciones de fortalecimiento institucional, educación ambiental, mejora de los instrumentos de gestión y participación activa de los usuarios, en coordinación con entidades rectoras como la Autoridad Nacional del Agua.

Asimismo, el enfoque sistémico se apoya en herramientas analíticas que permiten evaluar las interacciones entre los distintos componentes del sistema. Entre ellas destaca el modelo **Presión–Estado–Respuesta (PER)**, que facilita identificar cómo las actividades humanas ejercen presiones sobre el recurso hídrico, cómo estas presiones afectan el estado del agua y del ambiente, y qué respuestas institucionales y sociales se generan para mitigar dichos impactos. La aplicación de este tipo de modelos contribuye a una toma de decisiones más informada y orientada a la sostenibilidad.

En síntesis, el enfoque sistémico constituye una estrategia fundamental para la gestión sustentable del agua de riego, ya que permite integrar dimensiones tradicionalmente abordadas de manera fragmentada, anticipar los efectos de las intervenciones y diseñar políticas y acciones coherentes con la complejidad del territorio. Su adopción favorece la transición desde modelos de gestión reactivos y sectoriales hacia esquemas integrados, participativos y orientados a garantizar la disponibilidad, calidad y uso eficiente del agua en el largo plazo.

5.1.2. Gobernanza del agua

La gobernanza del agua constituye un eje central dentro de las estrategias de gestión sustentable del agua de riego, en tanto se refiere a los **procesos, reglas, instituciones y relaciones de poder** mediante los cuales los distintos actores deciden, implementan y supervisan el uso del recurso hídrico. A diferencia de enfoques centrados

exclusivamente en la administración técnica del agua, la gobernanza pone el énfasis en la interacción entre actores públicos y privados, en la legitimidad de las decisiones adoptadas y en la capacidad del sistema para responder de manera eficaz, equitativa y transparente a las demandas sociales y ambientales.

En los sistemas de riego organizados, la gobernanza del agua se manifiesta en la forma en que se articulan las organizaciones de usuarios, las entidades del Estado y otros actores del territorio para regular el acceso, la distribución, el control y la protección del recurso hídrico. Este enfoque reconoce que el agua no es solo un bien físico, sino también un **bien social y estratégico**, cuyo manejo involucra intereses económicos, conflictos potenciales y responsabilidades compartidas. En este sentido, la gobernanza del agua se construye a partir de normas formales, arreglos institucionales y prácticas sociales que evolucionan en función del contexto histórico y territorial.

Diversos aportes teóricos han diferenciado la **gobernanza** de la **gobernabilidad**. Mientras la gobernanza alude a los mecanismos y procesos de interacción entre actores gubernamentales y no gubernamentales, la gobernabilidad se refiere al estado resultante de dichos procesos, es decir, a la capacidad efectiva del sistema político y administrativo para responder a las demandas sociales de manera legítima y eficiente. Aplicada al agua, esta distinción permite comprender que no basta con contar con normas e instituciones formales, sino que es necesario fortalecer las capacidades sociales e institucionales para que estas funcionen de manera articulada.

En el ámbito de los recursos hídricos, la gobernanza del agua ha sido definida como el conjunto de sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que influyen directa o indirectamente en el uso, desarrollo y gestión del agua, así como en la provisión de los servicios asociados. Esta concepción amplia resulta especialmente pertinente en contextos rurales y agrícolas, donde la diversidad de usuarios, la informalidad en el acceso al recurso y las limitaciones institucionales dificultan la aplicación uniforme de las normas. En estos escenarios, la gobernanza del agua se convierte en un proceso dinámico, sujeto a negociaciones permanentes y a la construcción de consensos.

La gobernanza del agua orientada a la sostenibilidad implica promover **procesos**

participativos que integren a los usuarios de riego en la planificación y toma de decisiones, fortaleciendo la corresponsabilidad en el manejo del recurso. La participación activa de las juntas y comisiones de usuarios no solo contribuye a una distribución más equitativa del agua, sino que también favorece el cumplimiento de las reglas, la reducción de conflictos y la adopción de prácticas más responsables desde el punto de vista ambiental. En este marco, la transparencia en la gestión, el acceso a la información y la rendición de cuentas son elementos clave para consolidar la confianza entre los actores.

En el caso peruano, la gobernanza del agua se estructura en torno al Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, cuyo ente rector es la Autoridad Nacional del Agua. Este sistema promueve una gestión descentralizada y basada en la cuenca hidrográfica, incorporando a los gobiernos regionales y locales, a las organizaciones de usuarios y a otros actores relevantes. No obstante, en la práctica persisten desafíos relacionados con la coordinación interinstitucional, la aplicación efectiva de la normatividad vigente y la limitada capacidad técnica y financiera de algunas organizaciones de usuarios.

En territorios como el Sector Hidráulico Chira, la gobernanza del agua se ve tensionada por factores como la escasez estacional del recurso, la contaminación de las fuentes de agua, la presión de determinados cultivos de alta demanda hídrica y la coexistencia de usuarios formales e informales. Estas condiciones evidencian la necesidad de fortalecer los espacios de concertación, como los consejos de recursos hídricos de cuenca, y de consolidar mecanismos claros de regulación, supervisión y sanción que sean socialmente aceptados y ambientalmente responsables.

En síntesis, la gobernanza del agua representa una estrategia fundamental para la gestión sustentable del agua de riego, ya que permite articular dimensiones técnicas, sociales e institucionales en un marco de corresponsabilidad. Su fortalecimiento contribuye a mejorar la eficiencia en el uso del recurso, proteger la calidad del agua, reducir los conflictos y garantizar que las decisiones adoptadas respondan no solo a criterios productivos de corto plazo, sino también a los objetivos de equidad social y sostenibilidad ambiental en el largo plazo.

5.1.3. Planificación estratégica

La planificación estratégica constituye un componente esencial dentro de las propuestas para una gestión sustentable del agua de riego, en la medida en que permite **ordenar las decisiones, orientar las acciones institucionales y anticipar escenarios futuros** en contextos caracterizados por la variabilidad climática, la presión sobre el recurso hídrico y la complejidad social de los territorios agrícolas. A diferencia de la planificación operativa de corto plazo, la planificación estratégica se proyecta en horizontes de mediano y largo plazo, integrando objetivos productivos, ambientales, sociales e institucionales.

En los sistemas de riego organizados, la planificación estratégica cumple la función de articular el uso del agua con una visión integral del desarrollo territorial. Esto implica definir con claridad la **misión y visión** de las organizaciones responsables de la gestión del riego, establecer prioridades consensuadas y diseñar líneas de acción coherentes con las capacidades reales de la institución y con las condiciones del entorno. En ausencia de una planificación estratégica, la gestión del agua suele responder a situaciones coyunturales, lo que incrementa la improvisación, debilita la sostenibilidad del sistema y profundiza los conflictos entre usuarios.

Desde una perspectiva de gestión sustentable, la planificación estratégica del agua de riego debe incorporar explícitamente el enfoque ambiental. Esto supone reconocer los límites ecológicos del sistema hídrico, considerar la disponibilidad real del recurso, proteger la calidad del agua y prevenir los impactos negativos derivados de prácticas agrícolas intensivas. En este sentido, planificar estratégicamente no solo implica asignar volúmenes de agua, sino también **definir criterios para su uso eficiente**, promover tecnologías apropiadas, orientar cambios en los sistemas productivos y establecer mecanismos de control y monitoreo ambiental.

Un elemento clave de la planificación estratégica es su carácter **participativo**. La experiencia demuestra que los planes diseñados sin la participación efectiva de los usuarios tienden a fracasar en su implementación. Por ello, la planificación del agua de riego debe construirse de manera concertada entre directivos, técnicos, usuarios y actores públicos vinculados a la gestión hídrica. Este proceso participativo no solo fortalece la legitimidad de las decisiones adoptadas, sino que también permite incorporar

conocimientos locales, identificar problemas reales del territorio y generar compromisos colectivos para el cumplimiento de los acuerdos.

Asimismo, la planificación estratégica del agua de riego debe articularse con los instrumentos de planificación existentes a nivel de cuenca, región y país. La coherencia entre los planes institucionales de las juntas de usuarios, los planes de aprovechamiento de la disponibilidad hídrica, los planes de gestión de cuenca y las políticas nacionales de recursos hídricos resulta fundamental para evitar superposiciones, contradicciones o vacíos en la gestión. Esta articulación favorece una visión integrada del recurso hídrico y permite alinear los objetivos locales con metas más amplias de desarrollo sostenible.

En contextos como el valle del Chira, la planificación estratégica adquiere una relevancia particular debido a la estacionalidad del recurso, la alta demanda agrícola y la presencia de múltiples actores con intereses diversos. En este escenario, planificar estratégicamente significa **anticipar escenarios de escasez**, establecer reglas claras para la asignación del agua en períodos críticos, priorizar inversiones en infraestructura y definir programas de capacitación orientados a mejorar el uso del recurso desde una perspectiva ambiental. Todo ello contribuye a reducir la incertidumbre, mejorar la eficiencia del sistema y fortalecer la resiliencia institucional frente a eventos climáticos extremos.

En síntesis, la planificación estratégica es una herramienta indispensable para transitar hacia una gestión sustentable del agua de riego. Su aplicación permite pasar de una lógica reactiva a una lógica preventiva y proactiva, donde las decisiones se fundamentan en información técnica, participación social y criterios de sostenibilidad. Integrada a un enfoque sistémico y de gobernanza, la planificación estratégica se convierte en el eje articulador de las políticas, programas y acciones orientadas a garantizar el uso responsable del agua, la protección del ambiente y la viabilidad de los sistemas agrícolas en el largo plazo.

5.2 Propuestas estratégicas y operativas

Las propuestas estratégicas y operativas constituyen la **fase propositiva** del proceso de análisis desarrollado a lo largo del estudio y representan la traducción práctica de los diagnósticos, evaluaciones ambientales y reflexiones teóricas en un conjunto

coherente de acciones orientadas a mejorar la gestión del agua de riego. Este apartado se fundamenta en la necesidad de superar los enfoques tradicionales centrados únicamente en la operación del sistema hidráulico, incorporando una visión integral que articule dimensiones ambientales, sociales, económicas e institucionales.

Desde una perspectiva estratégica, las propuestas buscan orientar a la organización hacia objetivos de mediano y largo plazo, alineados con los principios de la gestión sustentable del agua y con el enfoque de cuenca. Estas estrategias se construyen considerando las capacidades internas de la organización, el marco normativo vigente y las oportunidades del entorno, así como las amenazas y debilidades identificadas en el análisis sistémico. En este sentido, las propuestas estratégicas no se limitan a plantear soluciones técnicas, sino que apuntan a fortalecer la gobernanza del agua, la planificación institucional y la participación de los usuarios en la toma de decisiones.

Por su parte, las propuestas operativas se conciben como el **conjunto de acciones concretas** que permiten materializar las estrategias definidas. Estas acciones están orientadas a la mejora de los procesos cotidianos de gestión del riego, tales como la distribución del agua, la protección de su calidad, la capacitación de los usuarios, el uso de instrumentos técnicos y administrativos y la articulación con otras instituciones públicas y privadas. La complementariedad entre lo estratégico y lo operativo resulta clave para garantizar que las propuestas no queden en el plano discursivo, sino que se traduzcan en cambios efectivos en la gestión del recurso hídrico.

En conjunto, este apartado introduce un marco de intervención integral que reconoce la complejidad del sistema de riego y la necesidad de actuar de manera coordinada y progresiva. Las propuestas estratégicas y operativas que se desarrollan a continuación buscan contribuir a la consolidación de una gestión del agua de riego más eficiente, equitativa y ambientalmente responsable, ofreciendo lineamientos que pueden ser adaptados y replicados en otros territorios con características similares al Sector Hidráulico Chira.

5.2.1. Fortalecimiento institucional

El fortalecimiento institucional constituye un pilar fundamental para la implementación efectiva de una gestión sustentable del agua de riego, en tanto permite

mejorar las capacidades organizativas, técnicas y administrativas de las entidades responsables del manejo del recurso hídrico. En los sistemas de riego organizados, la sostenibilidad del uso del agua no depende únicamente de la disponibilidad física del recurso o de la infraestructura existente, sino de la solidez institucional de las organizaciones encargadas de su operación, regulación y control.

Desde esta perspectiva, fortalecer institucionalmente a las juntas y comisiones de usuarios implica dotarlas de **claridad organizacional**, roles bien definidos y mecanismos eficientes de coordinación interna. La existencia de estructuras orgánicas formales debe complementarse con procedimientos operativos claros, manuales de funciones actualizados y una adecuada delimitación de responsabilidades entre los órganos de dirección, las áreas técnicas y las unidades administrativas. Cuando estas condiciones no se cumplen, la gestión del agua tiende a fragmentarse, se debilitan los procesos de toma de decisiones y se incrementa la conflictividad entre usuarios.

Un componente clave del fortalecimiento institucional es el **desarrollo de capacidades humanas**. La gestión del agua de riego requiere personal técnico y administrativo capacitado no solo en aspectos operativos del riego, sino también en temas ambientales, normativos y de gestión integrada de los recursos hídricos. La formación continua de directivos, trabajadores y usuarios permite mejorar la comprensión de la complejidad del sistema hídrico, promover prácticas más responsables y fortalecer el cumplimiento de las normas establecidas. En este sentido, la capacitación se convierte en una inversión estratégica que incide directamente en la calidad de la gestión institucional.

Asimismo, el fortalecimiento institucional demanda la **modernización de los instrumentos técnicos y administrativos** utilizados en la gestión del riego. La incorporación de sistemas de información, herramientas de automatización para el control de la distribución del agua y la cobranza, así como la actualización de los padrones de usuarios y del inventario de infraestructura hidráulica, contribuyen a mejorar la eficiencia, la transparencia y la trazabilidad de las decisiones. Estos avances tecnológicos facilitan el acceso oportuno a la información y fortalecen la confianza de los usuarios en la organización.

Otro aspecto central del fortalecimiento institucional es la **articulación**

interinstitucional. Las juntas de usuarios no actúan de manera aislada, sino que forman parte de un entramado institucional más amplio que incluye a entidades rectoras, gobiernos regionales y locales, proyectos especiales de irrigación y organizaciones de la sociedad civil. La coordinación efectiva con la Autoridad Nacional del Agua, las Autoridades Administrativas del Agua y las Autoridades Locales de Agua resulta indispensable para asegurar la coherencia entre las políticas públicas, la normativa vigente y las prácticas de gestión a nivel local. Esta articulación permite, además, acceder a asistencia técnica, financiamiento y programas de fortalecimiento promovidos por el Estado y otros actores.

El fortalecimiento institucional también está estrechamente vinculado a la **legitimidad y gobernanza interna** de las organizaciones de usuarios. Procesos electorales transparentes, rendición de cuentas periódica, acceso a la información y participación efectiva de los usuarios en la toma de decisiones contribuyen a consolidar organizaciones más democráticas y representativas. Una institución fortalecida desde el punto de vista de su gobernanza interna tiene mayor capacidad para implementar medidas orientadas a la protección de la calidad del agua, resolver conflictos y promover cambios en las prácticas de uso del recurso.

En contextos como el Sector Hidráulico Chira, donde confluyen alta demanda de agua, presiones económicas y desafíos ambientales, el fortalecimiento institucional se convierte en una condición necesaria para avanzar hacia la sostenibilidad. Instituciones débiles o desarticuladas difícilmente pueden enfrentar problemas como la contaminación del agua, la ineficiencia en la distribución o la resistencia al cambio por parte de los usuarios. Por el contrario, organizaciones fortalecidas están en mejores condiciones de planificar estratégicamente, aplicar instrumentos de gestión ambiental y liderar procesos de transformación en el territorio.

En síntesis, el fortalecimiento institucional no debe entenderse como una acción puntual, sino como un **proceso continuo y progresivo** orientado a mejorar la capacidad de las organizaciones de usuarios para gestionar el agua de riego de manera eficiente, equitativa y ambientalmente responsable. Integrado a las estrategias de gobernanza, planificación y educación ambiental, el fortalecimiento institucional constituye un eje transversal para consolidar una gestión sustentable del agua de riego con impacto

duradero en los sistemas agrícolas y en el bienestar de las comunidades rurales.

5.2.2. Educación ambiental

La educación ambiental se configura como una estrategia transversal e indispensable para la gestión sustentable del agua de riego, en tanto busca **transformar conocimientos, actitudes y prácticas** de los usuarios y de las organizaciones responsables del manejo del recurso hídrico. Más allá de la transmisión de información técnica, la educación ambiental apunta a generar una comprensión integral de la relación entre las actividades agrícolas, el agua y el medio ambiente, promoviendo cambios culturales orientados al uso responsable y a la conservación del recurso.

En los sistemas de riego agrícolas, la educación ambiental adquiere especial relevancia debido a que gran parte de los impactos sobre la calidad y disponibilidad del agua se originan en decisiones cotidianas adoptadas por los propios usuarios, como la aplicación de agroquímicos, los métodos de riego utilizados o el manejo de efluentes. En este contexto, la educación ambiental permite visibilizar las consecuencias ambientales y sociales de dichas prácticas, fomentando una mayor conciencia sobre los límites del sistema hídrico y la necesidad de adoptar enfoques preventivos y sostenibles.

Desde una perspectiva institucional, la educación ambiental debe ser entendida como un **proceso permanente y planificado**, integrado a los instrumentos de gestión de las organizaciones de usuarios. Esto implica diseñar programas de capacitación y sensibilización que respondan a las características del territorio, al perfil de los usuarios y a los principales problemas ambientales identificados. La formación de directivos, personal técnico y usuarios en temas como calidad del agua, gestión integrada de los recursos hídricos y normatividad ambiental fortalece las capacidades institucionales y mejora la toma de decisiones en el manejo del riego.

La educación ambiental también cumple un rol clave en el **fortalecimiento de la participación** y la corresponsabilidad. Usuarios informados y sensibilizados tienden a involucrarse de manera más activa en los procesos de planificación, monitoreo y control del uso del agua, contribuyendo a la reducción de conflictos y al cumplimiento de las normas establecidas. En este sentido, la educación ambiental no solo tiene un efecto individual, sino que genera impactos colectivos al consolidar una cultura organizacional

orientada a la sostenibilidad.

Un aspecto relevante de la educación ambiental aplicada a la gestión del agua de riego es su **enfoque práctico y contextualizado**. Las acciones educativas deben vincularse directamente con las problemáticas locales, utilizando ejemplos concretos del territorio, experiencias de los propios usuarios y resultados de monitoreos ambientales. Talleres participativos, jornadas de campo, demostraciones prácticas y materiales educativos adaptados al contexto rural resultan herramientas eficaces para facilitar la apropiación de los contenidos y promover cambios reales en las prácticas agrícolas.

Asimismo, la educación ambiental debe articularse con los esfuerzos de las entidades públicas competentes en materia de recursos hídricos y ambiente. La coordinación con la Autoridad Nacional del Agua, las autoridades educativas y los gobiernos locales permite alinear los programas de capacitación con las políticas nacionales y regionales, optimizar recursos y ampliar el alcance de las acciones formativas. Esta articulación resulta especialmente importante para incorporar la educación ambiental en espacios formales e informales, incluyendo instituciones educativas del ámbito rural.

En territorios como el Sector Hidráulico Chira, donde los estudios evidencian limitados niveles de capacitación sobre calidad del agua y conservación ambiental, la educación ambiental se presenta como una herramienta estratégica para revertir dichas debilidades. Programas sistemáticos de sensibilización pueden contribuir a reducir la contaminación del agua, mejorar la eficiencia en el uso del recurso y fortalecer el compromiso de los usuarios con la protección del medio ambiente.

En síntesis, la educación ambiental constituye un eje fundamental de las propuestas para una gestión sustentable del agua de riego. Su implementación efectiva permite integrar el componente humano a la gestión hídrica, promoviendo cambios de comportamiento que complementan las acciones técnicas e institucionales. Al fortalecer la conciencia ambiental, la participación y la corresponsabilidad, la educación ambiental se consolida como un instrumento clave para garantizar la sostenibilidad del agua de riego y la resiliencia de los sistemas agrícolas en el largo plazo.

5.2.3. Mejora de la gestión técnica del riego

La mejora de la gestión técnica del riego constituye un componente central para avanzar hacia una gestión sustentable del agua en los sistemas agrícolas, ya que incide directamente en la **eficiencia del uso del recurso, la reducción de pérdidas y la protección de la calidad del agua**. En contextos donde la disponibilidad hídrica es variable y la presión del uso agrario es elevada, optimizar los aspectos técnicos del riego se convierte en una condición indispensable para garantizar la sostenibilidad productiva y ambiental.

Desde el punto de vista operativo, la gestión técnica del riego comprende el conjunto de procesos relacionados con la **captación, conducción, distribución, medición y control del agua**. La experiencia evidencia que gran parte de las ineficiencias se originan en infraestructuras deterioradas, canales sin revestir, sistemas de control obsoletos y prácticas de riego poco adecuadas a las características de los cultivos y del suelo. En este sentido, la mejora técnica implica tanto la modernización de la infraestructura hidráulica como la optimización de los procedimientos de operación y mantenimiento.

Un elemento clave es el **fortalecimiento de los sistemas de medición y control del caudal**. La instalación y uso sistemático de estructuras de aforo, compuertas calibradas y dispositivos de medición permiten conocer con mayor precisión los volúmenes distribuidos, reducir la discrecionalidad en la entrega del agua y asegurar una asignación más equitativa entre los usuarios. La medición confiable constituye, además, la base para una adecuada planificación del riego y para el cálculo realista de las tarifas por uso del agua.

La mejora de la gestión técnica también involucra la **adecuación de los módulos y turnos de riego** a las necesidades reales de los cultivos. El uso de criterios técnicos basados en requerimientos hídricos, tipo de suelo y condiciones climáticas contribuye a evitar el riego excesivo, que suele generar pérdidas por percolación, salinización de suelos y arrastre de contaminantes hacia los cuerpos de agua. En este marco, la programación del riego debe articularse con los planes de aprovechamiento de la disponibilidad hídrica y con los instrumentos de planificación anual del recurso.

La **incorporación progresiva de tecnologías de riego más eficientes**, como el riego presurizado, por goteo o microaspersión, representa otra línea estratégica de mejora técnica. Si bien su implementación puede enfrentar limitaciones económicas y organizacionales, estos sistemas permiten reducir significativamente el consumo de agua, mejorar la productividad agrícola y disminuir los impactos ambientales asociados al riego por gravedad. Su adopción requiere, no obstante, acompañamiento técnico, capacitación y esquemas de financiamiento adecuados para los usuarios.

Asimismo, la gestión técnica del riego debe integrar el **mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura hidráulica** como una práctica sistemática. Canales colmatados, estructuras deterioradas y filtraciones no solo reducen la eficiencia de conducción, sino que incrementan los costos operativos y los conflictos entre usuarios. La planificación del mantenimiento, respaldada por presupuestos realistas y por la participación de los usuarios, contribuye a prolongar la vida útil de la infraestructura y a mejorar la confiabilidad del servicio de riego.

Otro aspecto relevante es la **articulación entre la gestión técnica y los instrumentos administrativos**, como el padrón de usuarios, los programas de distribución y los sistemas de cobranza. La automatización y actualización de estos instrumentos facilita el seguimiento del uso del agua, mejora la transparencia en la gestión y fortalece la sostenibilidad financiera de las organizaciones de riego. La información técnica confiable se convierte así en un insumo estratégico para la toma de decisiones institucionales.

Finalmente, la mejora de la gestión técnica del riego debe concebirse como un **proceso continuo**, adaptable a las condiciones cambiantes del territorio y del clima. La variabilidad hidrológica, asociada a fenómenos extremos, exige sistemas de riego flexibles, capaces de ajustarse a escenarios de escasez o abundancia de agua. En este contexto, la coordinación con las entidades rectoras del recurso hídrico, como la Autoridad Nacional del Agua, resulta fundamental para alinear las decisiones técnicas locales con la gestión integral de la cuenca.

En síntesis, la mejora de la gestión técnica del riego no se limita a la introducción de nuevas tecnologías, sino que implica un enfoque integral que combine infraestructura

adecuada, procedimientos eficientes, capacidades técnicas fortalecidas y una gestión institucional articulada. Este conjunto de acciones permite reducir las presiones sobre el recurso hídrico, mejorar la productividad agrícola y contribuir de manera decisiva a la sostenibilidad ambiental de los sistemas de riego.

REFLEXIONES FINALES

El desarrollo de esta obra ha permitido comprender que el uso y la gestión del agua de riego no constituyen únicamente un problema técnico de asignación y distribución de caudales, sino un **proceso socioambiental complejo**, atravesado por relaciones de poder, capacidades institucionales, prácticas culturales y dinámicas económicas que inciden directamente en la sostenibilidad del recurso. Los hallazgos evidencian que, cuando la gestión del agua se limita a una lógica operativa y administrativa, se profundizan las ineficiencias, se deteriora la calidad del agua y se debilitan los mecanismos de corresponsabilidad entre los actores involucrados.

El análisis integrado realizado a lo largo del libro muestra que la presión creciente del uso agrario, sumada a la fragilidad de los ecosistemas y a la insuficiente articulación institucional, configura un escenario de riesgo ambiental permanente. Sin embargo, también se identifican capacidades organizativas, marcos normativos y experiencias acumuladas que, adecuadamente fortalecidas, pueden constituirse en una base sólida para transitar hacia modelos de gestión más sustentables, participativos y resilientes.

Desde una perspectiva de gestión, los resultados plantean la necesidad de **superar enfoques fragmentados y sectoriales**, avanzando hacia esquemas de gestión integrada que reconozcan la interdependencia entre el agua, el suelo, la producción agrícola y la calidad ambiental. Esto implica replantear el rol de las organizaciones de usuarios, no solo como operadoras de infraestructura hidráulica, sino como actores estratégicos en la protección del recurso hídrico y en la construcción de gobernanza territorial.

Las implicancias prácticas son claras: la sostenibilidad del riego depende de la capacidad de planificar con visión de largo plazo, de incorporar criterios ambientales en la toma de decisiones cotidianas y de fortalecer instrumentos técnicos y administrativos que permitan un control efectivo del uso del agua. Asimismo, se evidencia que la gestión del riego debe integrar procesos permanentes de educación ambiental y capacitación, orientados a modificar conductas y percepciones históricamente arraigadas en torno al

uso del recurso.

El caso del Sector Hidráulico Chira trasciende su especificidad territorial y se proyecta como una **experiencia referencial** para otros sistemas de riego con características similares. Su análisis pone en evidencia problemáticas comunes a numerosos territorios agrícolas de América Latina: alta dependencia del riego por gravedad, presión productiva creciente, conflictos por la distribución del agua y limitaciones institucionales para enfrentar la contaminación y la degradación ambiental.

Al mismo tiempo, el caso Chira demuestra que es posible generar propuestas de mejora desde el interior de las propias organizaciones de usuarios, articulando diagnósticos participativos, análisis sistémicos e indicadores de sustentabilidad. Este enfoque ofrece lecciones valiosas para otros sistemas hidráulicos, especialmente en contextos donde la gestión del agua requiere equilibrar demandas productivas con la conservación de ecosistemas y la seguridad hídrica de las poblaciones.

Los retos que se desprenden de este estudio son múltiples y de carácter estructural. En primer lugar, persiste el desafío de **adaptarse a un contexto de cambio climático**, donde la variabilidad hídrica, las sequías y los eventos extremos incrementan la incertidumbre sobre la disponibilidad del agua. En segundo lugar, resulta indispensable fortalecer la gobernanza del agua, promoviendo mayor coordinación interinstitucional, transparencia en la gestión y participación efectiva de los usuarios en los procesos de decisión.

Otro reto central es avanzar hacia una gestión basada en información confiable y monitoreo continuo, que permita anticipar impactos, evaluar políticas y ajustar estrategias de manera oportuna. Finalmente, se plantea el desafío cultural de consolidar una visión del agua como bien común y estratégico, cuya protección no es una carga adicional para los usuarios, sino una condición indispensable para la sostenibilidad productiva y ambiental de los territorios agrícolas.

En conjunto, estas reflexiones finales reafirman que la gestión ambiental del agua de riego no puede entenderse como un objetivo estático, sino como un **proceso dinámico de aprendizaje, adaptación y corresponsabilidad**, en el que el conocimiento, la institucionalidad y la participación social convergen para asegurar el futuro del recurso

hídrico y de las comunidades que dependen de él.

BIBLIOGRAFIA

Aguirre M. (2002). Los sistemas de indicadores ambientales y su papel en la información e integración del medio ambiente. Punto Focal Nacional de la Agencia Europea de Medio Ambiente. Subdirección General de Calidad Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente.

Autoridad Nacional del Agua - Autoridad Administrativa del Agua Jequetepeque-Zarumilla – Administración Local de Agua Chira (2018, mayo 29). Informe técnico del primer monitoreo participativo de la calidad de agua superficial en la cuenca Chira año 2018.

Autoridad Nacional del Agua (2018, febrero 13). Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA- Aprueban la Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales. - Lima – Perú.

Autoridad Nacional del Agua. (2015, diciembre 23). Resolución Jefatural. Nº 307-2015-ANA, establecen disposiciones para la formulación y aprobación de las tarifas por utilización de la infraestructura hidráulica mayor y menor y gestión de agua subterránea.

Autoridad Nacional del Agua. (2015, octubre 15). Plan de Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca Chira.

Autoridad Nacional del Agua. (2016, enero 11). Resolución Jefatural. Nº 010-2016-ANA, Protocolo de Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos.

Autoridad Nacional del Agua. (2016, febrero 16). Resolución Jefatural. Nº 042-2016-ANA, Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos.

Autoridad Nacional del Agua. (2022, junio 06). Resolución Jefatural N° 155-2022-ANA-Reglamento de Operadores de la Infraestructura Hidráulica- Lima – Perú.

Camou, A. (2001). Los desafíos de la Gobernabilidad: estudio preliminar y compilación.

Proyecto CONACYT-FLACSO-IISUNAM sobre Gobernabilidad 1,988y Democracia en México: una perspectiva comparada con América Latina. Plaza y Valdés Editores. México D.F.

Chapagain, A., Hoekstra, A. (2009). Manual de Huella Hídrica: Estado del Arte. Red de Huella Hídrica. Universidad de Twente. Países Bajos. Reino Unido.

Dourojeanni, A., Jouravlev, A. (2002). Evolución de Políticas Hídricas en América Latina y el Caribe. División de Recursos Naturales e Infraestructura CEPAL

FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Anuario Estadístico de la FAO. (2015). La Alimentación y la Agricultura en América Latina y el Caribe.

García H, (2015, mayo), Revista digital de Medio Ambiente "Ojeando la agenda" Nº35. Calidad del agua con fines de riego

García, R. (2011). Interdisciplinariedad y sistemas complejos. Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales. (http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/library?a=d&c=arti&d=Jpr4828)

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, L, (2010). Metodología de la Investigación. McGraw-Hill. México.

Jouravlev, M. (2003). Los Municipios y la Gestión de los Recursos Hídricos. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile.

Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chira. (2024, enero) Estatutos de la Junta de Usuarios.

Ley de Recursos Hídricos de la República del Perú. (2009, marzo 30). Ley Pub. N° 29338. Lima, Perú: El Peruano Diario Oficial de Lima.

Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental de la República del Perú. (2004, junio 08). Ley Pub. N° 28245. Lima, Perú: El Peruano Diario Oficial de Lima.

Ley que regula las Organizaciones de Usuarios de agua para el fortalecimiento de su

participación en la gestión multisectorial de los recursos hídricos. República del Perú. (2023, junio 24). Ley Pub. N° 31801. Lima, Perú: El Peruano Diario Oficial de Lima

Manteiga L. (2000) Indicadores Ambientales como Instrumento para el Desarrollo de la Política Ambiental y su Integración en otras Políticas. Estadística y Medio Ambiente. Instituto de Estadística de Andalucía. España. pp: 75-87.

Márquez, D. (2003). De la teoría a la práctica en educación ambiental: el caso del agua. Libro del Congreso Agua y Educación Ambiental: Nuevas propuestas para la acción. p. 13-21. Alicante.

MIDAGRI. (2024, junio. 24). Reglamento de la Ley 31801 que regula las Organizaciones de Usuarios de agua para el fortalecimiento de su participación en la gestión multisectorial de los recursos hídricos, República del Perú. Decreto Supremo N° 07-2024. MIDAGRI. El Peruano Diario Oficial de Lima

MINAGRI. (2015, mayo 12). Política y Estrategia Nacional de los Recursos Hídricos (PENRH). Decreto supremo Nº 006-2015-MINAGRI. El Peruano Diario Oficial de Lima.

MINAGRI. Plan Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). (2015, julio 16) Decreto supremo Nº 013-2015-MINAGRI. El Peruano Diario Oficial de Lima.

MINAGRI-PSI (2003, julio). El agua boletín técnico N° 2.

MINAM. (2005, octubre 15). Ley General del Ambiente. Ley N° 28611. MINAM El Peruano Diario oficial de Lima.

MINAM. (2009, mayo 23). Política Nacional del Ambiente. D.S. Nº 012-2009-MINAM. El Peruano Diario oficial de Lima.

MINAM. (2017, junio 7). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias. D.S. Nº 004-2017-MINAM. El Peruano Diario oficial de Lima.

Ministerio para la Transición Ecológica (1988, diciembre 4). Libro Blanco del agua,

documento de síntesis Madrid-España.

Pandia, E. (2015). Modelo presión, estado, respuesta (P-E-R), para la clasificación de indicadores ambientales y gestión de la calidad del agua caso: cuenca del río Puyango Tumbes. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima - Perú.

Red Internacional para el Desarrollo de Capacidades en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico. (2005, marzo). Planes de Gestión Integrada del Recurso Hídrico. Manual de capacitación y Guía operacional. España.

Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, República del Perú. (2010, marzo 24). Decreto Supremo N° 01-2010-AG.

Rodríguez, I.R. (2014). Evaluación ambiental del uso y gestión del agua subterránea en el partido de Tandil. Pautas para su gestión sustentable. Tesis de doctorado en Ciencias Naturales. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo.

Rondón, E. (2015). La huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y su aplicación en el Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.

Ruiz, E. (2015). "Plan estratégico Institucional de la Junta de Usuarios del Sector de Riego Sechura 2013-2017" Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Piura. Piura - Perú.

Ruiz, E. (2019). "Evaluación Ambiental del Uso y Gestión del Agua de Riego en la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Chira, Provincia de Sullana - Región Piura" Tesis de Doctor. Universidad Nacional de Piura. Piura - Perú.

Santa Cruz, D.L.G. (2007). Hacia una gestión integral de los recursos hídricos en la cuenca del Río Valles, Huasteca, México.

Solanes M, Peña H. (2003). La Gobernabilidad Efectiva del Agua en las Américas, un Tema Crítico.

Uriarte, A. A. (1988). Metodología de la Investigación Científica y Técnica de Estudio-

Lima Perú.

V Foro Mundial del Agua. (2012). Hacia una buena gobernanza para la gestión integrada de los Recursos Hídricos. Marseille, Francia.

Vilca, E. (2012). Metodología de la Investigación Científica. Trujillo. Perú. Editorial EDUNT.

Zarate, E, Kuiper. D, (2013). Evaluación de Huella Hídrica del banano para pequeños productores en Perú y Ecuador. Perú.