



Claves de la sostenibilidad: recursos hídricos, soberanía alimentaria y energética

Memorias

I Encuentro de Sostenibilidad, desafíos de la academia y la sociedad al 2030

**Claves de la sostenibilidad: recursos hídricos,
soberanía alimentaria y energética**

Memorias

I Encuentro de Sostenibilidad, desafíos de la
academia y la sociedad al 2030

UCUENCA

Claves de la sostenibilidad: recursos hídricos, soberanía alimentaria y energética

Memorias

I Encuentro de Sostenibilidad, desafíos de la academia y la sociedad al 2030

©Universidad de Cuenca, 2025

Proyecto de Vinculación con la Sociedad

Autores: Ximena Criollo Plaza, Ramiro Padilla Jiménez, Catalina Díaz Granda, Esteban Sánchez-Cordero, Esteban Andrés Ayala Sigüenza, Emilia Alejandra Barbecho Ordoñez, Ester Dávila Tavío, David Herman Peñaloza Ganán, Melissa Paulette Quintuisaca, Collaguazo Guillermina Pauta Calle, Gabriela Vázquez Guillén, Antonio Borrero Vega, Danny Ochoa Correa, Edgar Becerra Palacios, Juan Leonardo Espinoza Abad, David Acurio Páez, César Zambrano Vera, Pablo Castro Bedón, José Gonzalo Carvajal, Andrés Arciniegas Fárez, Ana Belén Cárdenas Prado y Samantha Arévalo Ávila.

María Augusta Hermida Palacios

Rectora

Juan Leonardo Espinoza Abad

Vicerrector Académico

Elena Monserrath Jerves Hermida

Vicerrectora de Investigación e Innovación

David Acurio Páez

Director General de Vinculación con la Sociedad

Marcos Sempértegui Cárdenas

Gestión editorial

Centro Editorial UCuenca Press

Dirección (e): Ángeles Martínez Donoso · **Corrección de estilo:** Mihaela Ionela Badin · **Diseño:** Jossue Cárdenas Santos · **Preprensa:** Juan Tigre Amón.

Ciudadela Universitaria

Doce de Abril y Agustín Cueva

(+ 593 7) 405 1000

Casilla postal 01.01.168

www.ucuenca.edu.ec

Primera edición 2025

Tiraje: 250 ejemplares

ISBN: 978-9978-14-619-4

Fieles al espíritu de la universidad pública, los libros de nuestra editorial son de acceso abierto y descarga libre para democratizar el conocimiento. Queda prohibida su venta.

La reproducción de este material para grupos o fines específicos, que no son personales, deben contar con la autorización de la Universidad de Cuenca.

Octubre, 2025

Cuenca-Ecuador

Índice

Introducción	5
María Augusta Hermida Palacios. Universidad de Cuenca	
Crisis ambiental y energética	11
Antonio Gaybor Secaira. CAMAREN	
Presentación	17
Gabriela Salcedo Alvear. Universidad de Cuenca	

Recursos hídricos

Gestión sostenible del agua, experiencias de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Baños	25
Ximena Criollo Plaza. Junta de Agua Potable y Sanamiento de Baños	
Efectos del cambio climático y estrategias para el uso eficiente del agua	41
Ramiro Padilla Jiménez. CAMAREN	
Gestión integral del recurso hídrico en la cuenca del Machángara	59
Catalina Díaz Granda. Comité de Conservación de Cuenca del Río Machángara	
Protección y conservación del agua en ríos: avances desde una perspectiva académica en la Universidad de Cuenca	73
Esteban Sánchez-Cordero. Universidad de Cuenca	
CESFA: un enfoque interdisciplinario para la sostenibilidad y la gestión del agua en comunidades rurales.....	81
Esteban Andrés Ayala Sigüenza, Emilia Alejandra Barbecho Ordoñez, Ester Dávila Tavío, David Herman Peñaloza Ganán y Melissa Paulette Quintuisaca Collaguazo. CESFA	

Calidad de agua y sostenibilidad	95
Guillermina Pauta Calle y Gabriela Vázquez Guillén. Universidad de Cuenca	
Soberanía energética	
Una solución hacia la sostenibilidad con la trilogía “agua, energía, alimentos”	111
Antonio Borrero Vega. Exgerente ELECAUSTRO	
Eficiencia energética, pilar de la sostenibilidad.....	123
Danny Ochoa Correa. Universidad de Cuenca	
Soberanía energética: energía fotovoltaica y eólica	133
Edgar Becerra Palacios. Universidad de Cuenca	
La crisis del sector eléctrico ecuatoriano: ¿La oportunidad para la transición energética?	139
Juan Leonardo Espinoza Abad. Universidad de Cuenca	
Soberanía alimentaria	
Sistema alimentario, entre acumulación y cuidado a la vida.....	153
David Acurio Páez. Universidad de Cuenca	
Metodología de mapas e indicadores de soberanía alimentaria.....	167
César Antonio Zambrano Vera, Pablo Xavier Castro Bedón, José Julio Gonzalo Carvajal. COPISA	
Desafíos de soberanía alimentaria, acceso y disponibilidad de alimentos en hogares de estudiantes universitarios	179
Andrés Arciniegas Fárez, Ana Belén Cárdenas Prado y Samantha Arévalo Ávila. Universidad de Cuenca	
Resumen de las mesas técnicas del Encuentro de Sostenibilidad	
Mesa 1. Recursos hídricos	197
Mesa 2. Soberanía energética.....	203
Mesa 3. Soberanía alimentaria.....	209
Bryan Castillo Cajamarca, Mireya Calle Figueroa, María Elena Quinde Lituma, Andrés Contreras Romero, Milton Delgado Torres (sistematizadores)	

Introducción

María Augusta Hermida Palacios

Rectora

Universidad de Cuenca

Hoy en día, es cada vez más evidente, para la academia y las sociedades, que la crisis climática que enfrentamos no tiene precedentes y es difícil subestimar sus consecuencias. La estabilidad de la vida en el planeta, incluida la humana, está en peligro. Es esencial que cada ciudadano, comunidad, institución y nación tome conciencia de las múltiples causas y dimensiones de esta crisis, con el fin de alcanzar acuerdos comunes y llevar a cabo transiciones que aseguren un futuro para la humanidad.

Con el fin de la Segunda Guerra Mundial y el ascenso de Truman al poder, se inició una fase del capitalismo global en la que el modelo industrialista estadounidense se consolidó como paradigma dominante y visión civilizadora a escala mundial (Escobar, 1998). La esencia de este modelo, según las palabras de Truman, consistía en “producir más para la prosperidad”, lo que implicaba extraer recursos y producir de manera intensiva con el apoyo del conocimiento tecnológico. A partir de esta dinámica económica, se estableció una clasificación global de las naciones en desarrolladas y subdesarrolladas, deslegitimando otras formas de relaciones económicas, sociales y culturales.

No obstante, tras décadas de hiperproducción, la paz prometida por la Doctrina Truman no se ha materializado. Por el contrario, las condiciones biofísicas, económicas y culturales de los continentes revelan un aumento de la violencia, la pobreza y el deterioro social y ambiental. Este fenómeno ha ocurrido en paralelo a un crecimiento

económico desmedido, acompañado de una creciente concentración de la riqueza, ajustes estructurales, endeudamiento perpetuo y la exclusión de la mayoría de la población en los procesos de toma de decisiones políticas.

Según OXFAM, en 2023, el 1 % más rico del Norte Global extrajo 30 millones de dólares por hora del Sur Global, a través del sistema financiero internacional, diseñado para perpetuar la riqueza de los más ricos. En 2024, la riqueza de los multimillonarios creció tres veces más rápido que en 2023, mientras que el número de personas que viven en la pobreza apenas ha variado desde 1990.

La clasificación de algunos países como subdesarrollados solo es posible al imponer el molde estándar de producción del Norte Global. Sin embargo, por el bien de la humanidad y del planeta, es fundamental liberarse de ese paradigma mental y explorar con determinación nuevos enfoques alternativos al desarrollo, trazando caminos propios hacia transiciones sostenibles. Es posible proponer alternativas de vida y convivencia que respeten los límites naturales y garanticen el derecho de todas las personas a una vida digna.

El crecimiento económico infinito es imposible en un planeta con recursos limitados. No obstante, el mito del crecimiento sigue vigente, respaldado por los fundamentos morales y civilizatorios del sistema. Según Serge Latouche, persiste la creencia de que todas las personas podrán acumular riqueza gracias a las supuestas bondades de la economía, la industria, la ciencia y la tecnología, las cuales garantizarían una acumulación continua. De este modo, el concepto de desarrollo reduce la vida humana a la mera satisfacción de necesidades fisiológicas y económicas, ignorando la diversidad de valores y otras formas de vida que podrían enriquecer la existencia humana.

Varios pensadores orientales, como Gandhi y Krishnamurti, sostenían que la civilización occidental estaba profundamente enferma. Esta enfermedad se manifiesta culturalmente en las ideas y prácticas de competencia. La competencia, por su naturaleza, es violenta y constituye un rasgo central de la sociedad capitalista. Se refleja en todos los niveles: entre naciones, sistemas políticos, mercados, grupos, familias e individuos. Desde la perspectiva de

varios pensadores constructivistas y posestructuralistas, la competencia individualista es una dinámica omnipresente de la subjetividad moderna que trasciende el ámbito económico y los mercados, impregnando la vida cotidiana en sus dimensiones personal, social y cultural.

En el ámbito ecológico, según el Stockholm Resilience Centre, existen nueve límites planetarios interrelacionados que condicionan la estabilidad del sistema terrestre y la seguridad para la vida humana: cambio climático, integridad de la biosfera, entidades químicas artificiales, capa de ozono, aerosoles atmosféricos, acidificación de los océanos, ciclos biogeoquímicos del nitrógeno y fósforo, cambios en el agua dulce y uso del suelo. Actualmente, se han transgredido seis de estos límites: cambio climático, pérdida de biodiversidad, deforestación, alteración de los ciclos biogeoquímicos, presencia de entidades químicas artificiales y disponibilidad de agua dulce, lo que pone en riesgo la sostenibilidad de la vida planetaria.

Además, el cambio climático está estrechamente ligado a la desigualdad económica. Las emisiones de gases de efecto invernadero, generadas principalmente por los países más ricos, afectan de manera desproporcionada a los más pobres. Estas brechas también se están ampliando dentro de los propios territorios. Según el Informe sobre la Desigualdad Global 2022 del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, las disparidades han aumentado considerablemente en las últimas dos décadas. En la escala global de ingresos, la brecha entre el 10 % más rico y el 50 % más pobre de la población dentro de los países casi se ha duplicado. Esto está estrechamente relacionado con las desigualdades ecológicas, ya que, a nivel mundial, el 10 % más rico de los emisores de CO₂ es responsable de cerca del 50 % de todas las emisiones, mientras que el 50 % más pobre produce solo el 12 %, reflejando la estrecha relación entre las desigualdades sociales y ecológicas.

Por lo tanto, la responsabilidad de la crisis climática no puede atribuirse de manera uniforme a toda la humanidad. La tesis dominante del Antropoceno plantea una nueva era geológica en la que las actividades humanas se han convertido en la principal fuerza que altera los sistemas biofísicos de la Tierra, atribuyendo esta responsabilidad

de manera generalizada y sin distinciones a la humanidad en su conjunto. Sin embargo, ¿es justo responsabilizar por igual a los pueblos indígenas de América del Norte, América Central o América del Sur? ¿A las comunidades rurales de África? ¿A las comunidades agrícolas en Suiza y Japón, a las pesquerías de Maine, en Estados Unidos, o de Indonesia? ¿A las comunidades afrodescendientes del Pacífico? ¿A las comunidades indígenas de la India? ¿O a las barriadas urbanas y sectores campesinos que han desarrollado formas de convivencia para satisfacer las condiciones mínimas de subsistencia? Evidentemente, no.

Jason Moore (2015) propone el paradigma del Capitaloceno, identificando al sistema capitalista como la principal fuerza transformadora del planeta. A diferencia del Antropoceno, que atribuye la crisis ecológica a la humanidad en términos generales, el Capitaloceno sostiene que son las dinámicas propias del capitalismo —un sistema basado en la explotación continua de la naturaleza, el trabajo y los recursos— las que impulsan la devastación ecológica. Este enfoque subraya cómo, desde su expansión en el siglo XVI, el capitalismo ha organizado la relación entre humanos y naturaleza, promoviendo una extracción intensiva de recursos y una degradación ambiental al servicio de la acumulación capitalista. Por ejemplo, según la FAO, del total del agua consumida a nivel mundial, el 70 % se destina a la agricultura, el 20 % a la industria y solo un 10 % al consumo doméstico.

La crisis ecológica no es una consecuencia inevitable de la actividad humana en sí, sino de un modelo económico que convierte a la naturaleza en un recurso barato y desechable con el fin de maximizar el crecimiento económico. En este sentido, el capitalismo no es solo un sistema económico, sino un modo de organización de la naturaleza que genera crisis ecológicas como resultado inherente de su lógica expansiva. Por lo tanto, para repensar las relaciones socioecológicas globales, es necesario situar al sistema capitalista como el problema central.

El modo de vida dominante es insostenible. Sin embargo, han existido y existen otros modos de vida cuya coexistencia y autonomía son posibles. Un rasgo común en estos modos de vida es una cosmovisión en la que la

naturaleza ocupa un lugar central y se reconoce la interdependencia entre la vida humana y la biodiversidad. De hecho, la Constitución de Ecuador incorporó los derechos de la naturaleza en su articulado, influenciada por la cosmovisión andina, que concibe la naturaleza desde una perspectiva espiritual y relacional.

El concepto de sostenibilidad ha sido objeto de debate durante décadas y, en la actualidad, resulta controvertido y polisémico. Además, ha sido permeado y banalizado por las fuerzas del mercado. No obstante, para recuperar su sentido esencial, es necesario plantear una pregunta fundamental: ¿qué se busca realmente sostener desde cada paradigma? ¿El sistema o la vida?

Finalmente, en relación con la sostenibilidad, la universidad juega un rol crítico fundamental. No es posible dar solución a los problemas modernos exclusivamente desde los paradigmas de la propia modernidad. Es necesario poner en crisis paradigmas, teorías y visiones del mundo actuales para dar lugar a nuevas entradas ontológicas.

Estamos convencidos de que, en la convergencia del conocimiento científico acumulado por la humanidad con los saberes comunitarios y las prácticas y experiencias locales de todo el mundo, pueden emerger nuevas visiones del mundo. La universidad puede representar al pluriverso a través de la transdisciplinariedad.

La utopía nos hace sentir que, a diferencia del presente, en un mundo futuro, todas las vidas importarán por igual.

Crisis ambiental y energética

Antonio Gaybor Secaira

Presidente del Foro Nacional Hídrico

Secretario Ejecutivo del Consorcio CAMAREN

Vivimos una nueva etapa oscura de la humanidad, con una crisis ambiental sin precedentes, la primacía de la guerra sobre la paz y la profundización de la inequidad. La naturaleza está en franco proceso de destrucción. Cada año sentimos el avance de la fuerza destructora de la vida, de la casa grande de la cual formamos parte.

La expresión “falta agua” se ha vuelto común en las comunidades, entre las organizaciones de agricultores y diversos grupos urbanos. Las fuentes hídricas que abastecen tanto los sistemas de riego como el consumo humano están disminuyendo a un ritmo alarmante. En muchos casos, ya no hay suficiente agua para cubrir las necesidades de las familias y las fincas. Sin embargo, en lugar de abordar esta problemática, las autoridades locales y nacionales, ya sea por acción u omisión, permiten e incluso fomentan procesos destructivos de los ecosistemas acuáticos.

Muchos ríos en el mundo y en Ecuador atraviesan una crisis. En los últimos cuatro meses, hemos sido testigos de la disminución de los caudales en los ríos de Cuenca. En algunas zonas, solo quedan los lechos de los ríos, que ahora se utilizan como canchas deportivas o como rutas de transporte terrestre. La disminución de los caudales de los ríos es evidente en todas las regiones. El pulmón más grande de la humanidad se está incendiando: la sequía azota la Amazonía, diezmando parte de su biodiversidad y afectando a los pueblos y ciudades ribereñas. Los “ríos voladores”,

como los denominan algunos investigadores e instituciones de Brasil y otras partes, son gigantescas masas de nubes que se desplazan desde la Amazonía, atraviesan los Andes y se dirigen hacia el sur del continente. Estas masas pierden su carga de agua, lo que genera cambios significativos en el ciclo hidrológico de gran parte de nuestros países.

La reducción de los caudales de los ríos y los niveles de los acuíferos es, sin lugar a dudas, una consecuencia directa de la crisis climática global, de la cual también somos responsables. Esta situación está estrechamente relacionada con la forma en que gestionamos los ecosistemas “generadores de agua” a nivel local, la expansión de la frontera agrícola en ecosistemas frágiles, las prácticas productivas destructivas que empleamos y la implementación de estrategias extractivistas en el uso del agua, basadas en la errónea creencia de que este recurso es inagotable. Los sistemas de agua para consumo y riego se diseñaron sin tener en cuenta la sostenibilidad de las fuentes hídricas. Hoy sabemos que no se debe captar agua para cualquier fin sin contar con estrategias concretas y permanentes de recuperación y conservación de las fuentes.

Pero no solo hemos perdido cantidad de agua, los ríos que hasta hace pocas décadas eran ecosistemas cristalinos y llenos de vida, hoy todos están contaminados, algunos más agónicos que otros.

La contaminación del agua es, en gran parte, responsabilidad de los municipios, así como de la agricultura extensiva, que depende del uso intensivo de agroquímicos y fertilizantes sintéticos, y de la industria. La explotación petrolera, la minería y la industria camaronera son factores clave en la contaminación de muchos ríos y ecosistemas costeros del Ecuador. No pocas concesiones mineras se superponen a fuentes de agua, incluidas aquellas que abastecen sistemas de agua para consumo doméstico y riego, lo que tiene impactos destructivos sobre la salud de la población y los ecosistemas, incluyendo los suelos. Cabe recordar que esto es ilegal e inconstitucional. Lo que queda claro es que la codicia por la ganancia prevalece sobre la salud y la vida de los pueblos.

Los sistemas comunitarios

Lo comunitario es una necesidad inherente al ser humano. Somos seres sociales por naturaleza, y deseamos vivir en conexión con los demás. Sin embargo, el sistema capitalista nos ha impulsado hacia la lógica del éxito individual y la competencia. Bajo el dogma de que el mercado es el mejor y más eficiente asignador de recursos, se organiza la sociedad, la economía y la política. Pero los hechos nos muestran que la acumulación de capital ocurre a costa de la destrucción de la naturaleza y la sobreexplotación de la fuerza de trabajo. También nos revela que el mercado, por sí solo, no es un medio eficiente para asignar “recursos”, especialmente desde una perspectiva ambiental y social a largo plazo.

Los sistemas comunitarios de agua en Ecuador tienen una larga tradición. Muchos de estos fueron establecidos por las propias comunidades y pueblos. Hoy en día, juegan un papel crucial, abasteciendo al menos el 20 % de las necesidades de la población, aunque siguen siendo marginados por las políticas públicas. Muchos de estos sistemas enfrentan limitaciones debido a la escasez de agua, la contaminación y también a problemas socio-organizativos.

El derecho humano al agua es una responsabilidad del Estado; corresponde al gobierno central y a los GAD cumplir con esta disposición constitucional, asegurando que las poblaciones rurales y urbanas tengan acceso a agua potable, ya sea a través del sector público o comunitario. Para garantizar este derecho, es posible trabajar en alianza público-comunitaria, respetando la autonomía de las organizaciones.

Sin embargo, la política de los municipios y las empresas públicas, por lo general, prioriza la atención a las cabeceras cantonales, dejando de lado el apoyo a los sistemas comunitarios. El tratamiento de aguas residuales, salvo en pocos casos, no forma parte de la agenda de los GAD.

La crisis energética y ambiental

A pesar de la disminución de los caudales, observada en las últimas décadas, Ecuador sigue siendo un país con

abundantes recursos hídricos, los cuales podrían ser utilizados para la generación de energía hidroeléctrica, cubriendo gran parte de la demanda y beneficiando a una población mucho mayor que la actual. Desde la década de los 70 hasta principios de los 90, INECEL diseñó numerosos proyectos de pequeña, mediana y gran envergadura, incluyendo el plan maestro aprobado a principios de los 90. La energía es fundamental para la vida y, cada vez más, necesitamos mayores cantidades, pero lo que está en cuestión son las fuentes de generación de esta energía.

Ecuador, al ser un país tropical y ecuatorial, andino y con cuencas que desembocan en la Amazonía y el Pacífico, posee una gran diversidad de climas, con períodos secos y de lluvias que facilitan una generación hidroeléctrica más estable a lo largo del año. La energía hidroeléctrica seguirá siendo, por mucho tiempo, un pilar fundamental para la soberanía energética. Sin embargo, después de haber avanzado en esta dirección, hoy nos enfrentamos a la oscuridad, marcada por cortes de energía sin precedentes, que provocan una crisis social generalizada que pudo haberse evitado, al menos en gran parte, si se hubieran concluido los proyectos hidroeléctricos en marcha. Esto debería haberse complementado con la rehabilitación y el mantenimiento de plantas térmicas, así como la incorporación de nuevas instalaciones. De haber existido una visión real de soberanía energética, se habrían implementado otros proyectos nuevos previamente identificados y estudiados.

La crisis actual en Ecuador ha incrementado la comprensión de la sociedad sobre la crisis energética, que en gran medida es de carácter político. El desafío ahora es avanzar hacia la soberanía energética basada en fuentes limpias. Muchos de los proyectos hidroeléctricos deberían ser de pequeña y mediana escala, con una diversificación en las inversiones, incluida la participación de las propias comunidades locales.

El mundo atraviesa una crisis energética sin precedentes. Durante las últimas cinco décadas, el crecimiento del consumo de energía ha superado al crecimiento poblacional. El consumo de energía por persona aumenta sistemáticamente, al igual que el consumo total. En el

futuro, necesitaremos más energía, y el desafío radica en el desarrollo de energías limpias.

Cuando se menciona la crisis climática, se insinúa que todos somos responsables. Parafraseando a Eduardo Galeano: cuando dicen que todos somos culpables, lo que realmente se busca es ocultar a los verdaderos responsables. Es cierto que todos de alguna manera estamos involucrados, pero la causa radica en el modelo de desarrollo adoptado por la humanidad, que comenzó a consolidarse durante la Revolución Industrial y se profundizó a partir de mediados del siglo XX. El capital busca con ansias producir y vender más mercancías, generando así una sociedad consumista, para lo cual se activa una vasta maquinaria de producción y servicios. La fuente energética predominante sigue siendo los combustibles fósiles. Hoy en día, el 77 % de la energía mundial proviene de estos combustibles, responsables del efecto invernadero, distribuidos de la siguiente manera: petróleo (30 %), carbón (25 %) y gas natural (22 %), sin contar la biomasa. Es sorprendente que la generación hidroeléctrica aporte solo el 6 %, mientras que el resto proviene de fuentes como la eólica, la nuclear, la solar, entre otras. Sin embargo, en Ecuador, logramos una participación mucho mayor de generación hidroeléctrica.

El sistema global es el principal generador de la crisis ambiental. Actualmente, todos los indicadores sobre los devastadores impactos de la crisis climática siguen una tendencia ascendente: aumento de la temperatura, mayor calentamiento y nivel del mar, incremento de los deshielos, cambios en el ciclo hidrológico, tormentas y sequías más intensas, extinción de gran parte de la biodiversidad, menos agua, mayor contaminación del aire, más incertidumbre y una crisis social y de salud en expansión. Los acuerdos internacionales solo se cumplen parcialmente, y los mayores contaminadores son, a menudo, los que menos cumplen con dichos acuerdos, e incluso abandonan sus compromisos.

No cabe duda de que el futuro energético depende del desarrollo de energías más limpias, lo que permitirá reducir la huella de carbono y las emisiones contaminantes. El punto de no retorno podría estar relativamente cerca si no detenemos esta tragedia que el planeta, y por supuesto la humanidad, están soportando.

Debemos cambiar nuestra forma de vivir, lo que implica dejar atrás el modelo de desarrollo actual y, por ende, el modelo energético basado en el uso de combustibles fósiles. Este modelo, cuyo control geopolítico fomenta la violencia y las guerras prolongadas, beneficia al negocio de las armas. Todo orden social es construido, no es neutro, y por ello las transformaciones son posibles. En el país y a nivel local, es urgente actuar ahora para cambiar esta cruda realidad, desarrollando procesos productivos resilientes y ecológicos.

En esta etapa de emergencia, corresponde a la generación actual asumir estos desafíos. En este contexto general, la lucha por el agua es la lucha por la vida de la humanidad y de la naturaleza. Afortunadamente, la sociedad está comenzando a abrir caminos para detener la crisis ambiental, favorecer la paz y avanzar hacia una sociedad más equitativa, solidaria y democrática.

Presentación

Gabriela Salcedo Alvear

Especialista de Vinculación con la Sociedad
Universidad de Cuenca

La falta de respuestas efectivas y eficaces para abordar la complejidad de las necesidades sociales y de los problemas emergentes de la crisis climática llevó a reflexionar sobre las acciones que debían generarse a nivel gubernamental y social. En este contexto, la Universidad de Cuenca, junto a CAMAREN, HEIFER Ecuador y COPISA, reconoció que la solución a los problemas globales radica en la implementación de estrategias colectivas, plurales y cooperativas, promoviendo el compromiso de todos los sectores de la sociedad.

Con este propósito, el "I Encuentro de Sostenibilidad, desafíos de la academia y la sociedad al 2030" convocó a estudiantes, especialistas, docentes, investigadores, entidades gubernamentales, organizaciones sociales y público en general. Durante el evento se trataron tres ejes estratégicos: recursos hídricos, soberanía energética y soberanía alimentaria, a partir del análisis de problemáticas, el intercambio de ideas y la construcción de propuestas conjuntas, orientadas a promover estrategias innovadoras y sostenibles, con capacidad de incidencia, tanto a nivel local como global.

La presente *Memoria Técnica* reúne los artículos resultantes de este proceso de diálogo y reflexión colectiva. Cada contribución ofrece lineamientos, metodologías y experiencias orientadas a la gestión sostenible de los recursos naturales y a la construcción de alternativas frente a los

retos del cambio climático y el calentamiento global. Este libro constituye, por tanto, un testimonio del compromiso institucional y social con la sostenibilidad y un insumo académico para orientar decisiones y fomentar la cooperación entre la academia, las comunidades y las instituciones.

Los artículos de este documento se organizan en torno a los ejes planteados durante el encuentro de sostenibilidad, los cuales sirvieron como marco para guiar las reflexiones y los aportes realizados.

En el eje de recursos hídricos, se presenta la experiencia de la Junta de Agua Potable de Baños de Cuenca, un modelo de gestión comunitaria que, mediante programas de uso eficiente y de normativa para el buen uso del agua, logró reducir pérdidas en la red de distribución, mejorar los sistemas de potabilización y fortalecer la conciencia ambiental de la comunidad. Esta experiencia demuestra cómo la participación organizada puede aportar soluciones sostenibles a los desafíos del acceso y la seguridad hídrica.

En este mismo eje, se incluye la experiencia de la cuenca del río Machángara, donde un Comité de Conservación conformado por entidades públicas, privadas, comunitarias y la academia ha impulsado, desde 1998, un modelo de gestión integral del recurso hídrico. A través del Plan de Manejo del Área de Recarga Hídrica 2021-2031, se han implementado acciones de reforestación, conservación de ecosistemas estratégicos y promoción de prácticas productivas sostenibles. Estos esfuerzos han contribuido a mejorar los servicios ecosistémicos, garantizar agua potable para la ciudad de Cuenca y fortalecer la seguridad hídrica y ambiental de la región.

El Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Cuenca aborda las amenazas que enfrentan los ríos de montaña a causa de las actividades humanas, presentando los avances de los proyectos de protección y conservación que impulsa en el territorio. Desde una perspectiva académica, se examina la relación entre la calidad del agua y el uso de herramientas avanzadas, como la modelación hidrodinámica para la gestión de los ríos. El análisis cobra importancia ante los desafíos de la contaminación bacteriológica y parasitaria, provocada por la gestión inadecuada de las aguas residuales depositadas en los ríos de Cuenca.

También se desarrolla un análisis sobre la calidad del agua y su dependencia de factores climáticos y geológicos, las principales fuentes de contaminación y los métodos de medición a través de índices de calidad del agua. Se proponen acciones orientadas al cumplimiento del ODS 6: agua limpia y saneamiento, destacando la importancia del monitoreo y el uso sostenible del recurso.

En otro apartado, se advierte sobre una etapa de “agoría hídrica” en los páramos y áreas de recarga hídrica de Azuay y Cañar, marcada por la intervención humana, las concesiones antitécnicas y los conflictos sociales en torno al caudal disponible para riego y consumo. Se enfatiza la necesidad de mecanismos políticos y legales que permitan la restauración ecológica y fortalezcan la gobernanza participativa del recurso.

Finalmente, se presenta la experiencia del Club Estudiantil “Sin Fronteras por el Agua” (CESFA), que demuestra cómo las iniciativas interdisciplinarias estudiantiles pueden transformar el conocimiento académico en soluciones concretas para comunidades rurales.

A través de un diagnóstico participativos, talleres de sensibilización y proyectos técnicos en saneamiento y captación de agua, se ha contribuido a mejorar el acceso al recurso y a fortalecer la conciencia ambiental y la capacidad de autogestión comunitaria.

El segundo capítulo inicia con una reflexión sobre la trilogía agua-energía-alimentos, como base del principio de sostenibilidad, destacando la necesidad de un enfoque integral y participativo. A partir de la experiencia en la cuenca del río Machángara, se muestra cómo la interdependencia entre estos tres componentes exige gestionar el agua de forma armónica, ética y renovable, dado que sostiene tanto la generación hidroeléctrica como la producción de alimentos, y obliga a que ambos sectores contribuyan activamente a su conservación. La experiencia del Comité de Conservación evidencia que este modelo integral puede traducirse en beneficios ambientales, sociales y económicos duraderos. Dentro de este eje se resalta el potencial de la energía fotovoltaica y eólica, como fuentes renovables capaces de transformar el sistema eléctrico. Estas tecnologías permiten reducir emisiones, disminuir la dependencia

de combustibles fósiles y descentralizar la generación, fortaleciendo la soberanía energética y el empoderamiento comunitario. A pesar de desafíos como la intermitencia, los costos iniciales y ciertos impactos locales asociados a su instalación y ciclo de vida, la integración de ambas fuentes ofrece una alternativa viable hacia un modelo energético más justo y sostenible.

Otra contribución de este eje aborda la eficiencia energética como componente esencial de la sostenibilidad. Se destacan sus aplicaciones en hogares, industria y transporte, ámbitos donde Ecuador aún enfrenta limitaciones por falta de inversión, dependencia de hidroenergía y persistencia de subsidios a combustibles fósiles. El análisis subraya la necesidad de implementar de manera efectiva la Ley Orgánica de Eficiencia Energética, promover incentivos para tecnologías limpias y acelerar la modernización del sistema eléctrico, con el fin de reducir el desperdicio y avanzar hacia un uso más racional de la energía.

Para cerrar este eje, se examina la crisis estructural del sector eléctrico ecuatoriano, marcada por la alta dependencia de la generación hidroeléctrica, la falta de diversificación de la matriz y la escasa inversión en infraestructura de transmisión y distribución. Estos factores han provocado racionamientos y vulnerabilidad ante periodos de sequía, además de una creciente dependencia de importaciones energéticas. El análisis plantea que superar esta crisis demanda un cambio de paradigma hacia un modelo descentralizado, diversificado y participativo, que garantice la sostenibilidad y la justicia energética.

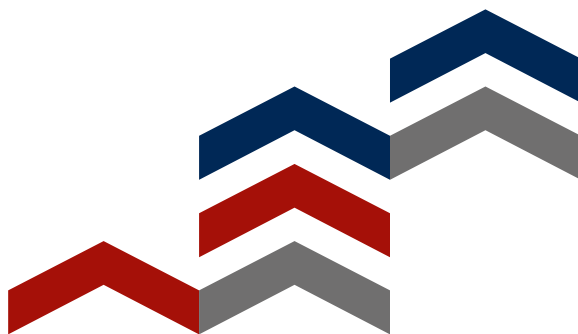
Finalmente, el tercer eje del encuentro trata sobre la soberanía alimentaria, destacando la estrecha relación entre la producción, el acceso y el consumo de alimentos con la justicia social, la cultura y el cuidado de la vida. Se plantea un análisis crítico del sistema alimentario contemporáneo, en el que los alimentos, más allá de su función nutricional, se han convertido en símbolos de poder y acumulación dentro de la economía política. Este recorrido histórico muestra cómo la producción y el consumo de alimentos han estado vinculados a procesos de dominación, desigualdad y mercantilización, pero también a la posibilidad de construir alternativas centradas en la vida y el bienestar colectivo.

Posteriormente, se presenta la metodología desarrollada por COPISA para elaborar mapas de superficie agrícola y pecuaria destinados al consumo interno, así como indicadores participativos de soberanía alimentaria, que visibilizan el rol de pequeños y medianos productores, medir el acceso equitativo a los recursos y fortalecer la capacidad del país para evaluar y orientar sus políticas públicas en torno a este derecho fundamental.

Finalmente, se incluye un estudio aplicado en hogares de estudiantes universitarios, que revela cómo el acceso y la disponibilidad de alimentos dependen de factores como el gasto familiar, la procedencia de los productos y la preferencia por alimentos procesados. Este análisis pone en evidencia los desafíos para diversificar la dieta y alcanzar la seguridad alimentaria a largo plazo, mostrando que la soberanía alimentaria no es solo un debate global o nacional, sino también una realidad cotidiana que afecta directamente a las familias y comunidades locales. En conjunto, estos aportes permiten comprender la soberanía alimentaria como un campo en disputa, donde convergen tensiones políticas y económicas, pero también se abren caminos para fortalecer la autonomía, la equidad y la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios.

El "I Encuentro de Sostenibilidad, desafíos de la academia y la sociedad al 2030" demostró que los grandes cambios comienzan con la acción colectiva y el trabajo conjunto de diversos actores. Estos espacios, donde confluyen comunidades, instituciones, academia y sector productivo, son fundamentales para generar propuestas, debatir alternativas y construir acuerdos comunes. Así, quedan registradas experiencias que muestran que existen caminos reales hacia un desarrollo más justo y equilibrado: cuidando el agua, usando la energía de forma responsable y asegurando alimentos sanos para todos. La sostenibilidad no depende únicamente de los gobiernos o de las instituciones; requiere del compromiso de la sociedad en su conjunto. Está en nuestras manos transformar la manera en que producimos, consumimos y cuidamos nuestro entorno.

Esta publicación es, sobre todo, una invitación a seguir construyendo un futuro más justo, solidario y en equilibrio con la naturaleza.



Recursos hídricos



Gestión sostenible del agua, experiencias de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento de Baños

Ximena Criollo Plaza
Junta de Agua Potable de Baños

Resumen

Ecuador ha adoptado modelos alternativos de gestión del agua, contribuyendo a la sostenibilidad y a una mejor gobernanza de este recurso. La transición de la gestión pública y privada a un enfoque comunitario está siendo discutida, particularmente en las áreas rurales. La Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento Baños (JAAPyS Baños) de Cuenca tiene como objetivo mejorar el acceso al agua en la parroquia de Baños mediante la construcción de nueva infraestructura y la mejora de los servicios. La administración 2023-2024 implementó dos programas destinados a desarrollar políticas que fomenten la gestión y protección de los recursos hídricos, incluyendo la reducción del agua no potabilizada, la mejora de los sistemas hidrológicos y el fortalecimiento de la gestión ambiental.

Palabras clave: gestión comunitaria del agua, gestión sostenible del agua, uso eficiente del agua, control de pérdidas, JAAP-Baños Cuenca.

Introducción

La administración o gestión comunitaria del agua en Ecuador tiene un origen remoto en las costumbres ancestrales de las comunidades andinas, fortalecidas con el paso del tiempo, especialmente desde las reformas constitucionales que buscan una mayor equidad y sostenibilidad en el acceso y uso de este recurso esencial (Lizcaino et al., 2022). Desde tiempos precolombinos, las comunidades indígenas en Ecuador gestionaban los recursos hídricos de forma colectiva y organizada, estableciendo normas para la distribución y conservación del agua. Estos sistemas, basados en un profundo conocimiento de la naturaleza y las cuencas hidrográficas locales, han perdurado hasta la actualidad en muchas comunidades rurales y de montaña.

La gestión del agua estaba vinculada a formas de organización social que aseguraban una distribución equitativa (Cañizares et al., 2016; Sandoval-Moreno y Günther, 2013). Las decisiones sobre el uso del agua se tomaban en asambleas comunales, Juntas de Agua o Asociaciones de Regantes. El sistema de gestión del agua en Ecuador, basado en principios de solidaridad y reciprocidad, fue centralizado por el Estado entre 1960 y 1990. El Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS) abastecía de agua a ciudades importantes como Quito y Guayaquil; sin embargo, este modelo de gestión no atendió adecuadamente las necesidades de la población en las comunidades rurales, debido a la falta de participación comunitaria en la toma de decisiones y a un enfoque que no se adaptaba a las realidades locales. En la década de 1990, las comunidades comenzaron a organizarse para gestionar sus propios sistemas de agua, promoviendo un enfoque más democrático y participativo, en el cual los propios consumidores del agua deciden sobre su uso y conservación (López, 2013).

Así, la gestión comunitaria del agua en Ecuador fue reconocida en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (LORHUyA) en 2014, lo que permitió la constitución jurídica de las Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAP). De esta manera, las organizaciones comunitarias comenzaron a posicionarse ante las diferentes instituciones como actores con intereses y demandas

comunes, transformando sus formas de actuación en procesos con cierta autonomía y articulando con actores sociales e instituciones públicas, en busca del bienestar de la población (Bastidas y García, 2019).

Las organizaciones comunitarias de gestión y manejo de agua para consumo humano se estructuran mediante una JAAP o a través del gobierno comunitario. Sin embargo, independientemente de su estructura, tienen en común que sus consumidores viven en un sistema comunitario, donde se practican principios y valores de la cosmovisión indígena andina, tales como: la toma de decisiones comunitarias en asambleas, el aporte de mano de obra a través de las mingas, el aporte económico denominado “tarifa” y la relación de armonía con la naturaleza, incluido el cuidado de las fuentes de agua.

Existe un proceso democrático para elegir a los dirigentes, además de la exigencia de rendición de cuentas en cuanto a la gestión y administración financiera, lo que se convierte en una práctica generalizada en este tipo de organizaciones (Perugachi y Cachipiendo, 2020). Las JAAP son entidades sin fines de lucro que prestan el servicio público de agua potable, fundamentándose en criterios de eficiencia económica, sostenibilidad de los recursos hídricos, calidad en la prestación del servicio y equidad en el reparto del agua (Días y Ruiz, 2018). A diferencia de las juntas de agua, las empresas públicas generalmente prestan el servicio en las cabeceras cantonales y están adscritas a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. En este caso, no existe participación de los consumidores en la gestión o manejo del agua. Sus representantes son designados por los gobiernos municipales de turno y mantienen una representación de los consumidores solo como veedores.

Además, las JAAP actualmente están reguladas por el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). Sin embargo, anteriormente estaban bajo la regulación de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), creada mediante el Decreto Ejecutivo 1088 en mayo de 2008 (Moreano et al., 2016; Pres. Rep. del Ecuador, 2003), como una entidad adscrita a la Presidencia de la República. En 2013, se transfirieron todas las competencias y atribuciones relacionadas con el agua potable y el saneamiento del

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). No obstante, en marzo de 2020, con el Decreto Ejecutivo 1007, se ordenó la fusión del Ministerio del Ambiente (MAE) y la Secretaría del Agua, creándose así el Ministerio de Ambiente y Agua (Pres. Rep. del Ecuador, 2020). Igualmente, el Decreto Ejecutivo 310 de abril de 2014 (Ibíd., 2014) creó la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), un organismo técnico-administrativo cuyo enfoque se centra en la regulación y el control de la gestión integral de los recursos hídricos, la gestión de la calidad y cantidad del agua en sus fuentes y zonas de recarga, la calidad de los servicios públicos relacionados con el sector agua, y los destinos, usos y aprovechamientos económicos del agua.

Gestión comunitaria del agua en Ecuador, desafíos y oportunidades

La gestión comunitaria es la forma predominante de prestación de los servicios de agua en la zona rural, estimándose la existencia de unas 2750 JAAP en todo el país (Camaren, 2011). Aunque la Constitución del Ecuador y la LORHUYA reconocen la posibilidad de que los servicios de agua potable y saneamiento sean prestados a través de las JAAP, al no ser organizaciones de derecho público, estas no pueden gestionar fondos públicos ni, en el hipotético caso de que tuvieran capacidad crediticia, acceder a préstamos del Banco de Desarrollo (SENAGUA, 2016). Los gobiernos locales, las organizaciones comunitarias y los proveedores de servicios privados, si los hubiere, deben ser los administradores y proveedores de servicios a nivel local.

Esto requiere la aplicación de leyes y mecanismos financieros adecuados que les proporcionen las facultades y recursos necesarios para ejercer dichas funciones (Iza y Aguilar, 2009). La Constitución ecuatoriana reconoce el agua como un bien público fundamental para el desarrollo sostenible. Aunque existen aspectos positivos en la gestión y protección de los recursos hídricos que fomentan su cuidado, la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua aún no ha sido aprobada. Lamentablemente, como las organizaciones comunitarias dependen de la política gubernamental para brindar

servicios públicos, el desarrollo de estas políticas no siempre refleja las necesidades reales de las comunidades rurales, lo que puede generar problemas de aplicación con las regulaciones (Jiménez et al., 2018).

En la gestión integrada de cuencas como mecanismo para impulsar el desarrollo de las poblaciones involucradas en estas áreas territoriales, es necesario rescatar algunas leyes sobre el agua que están enmarcadas en el Plan Nacional del Agua. Estas leyes están relacionadas con los gobiernos regionales autónomos (Art. 262), gobiernos provinciales (Art. 263) y gobiernos municipales (Art. 264), que deberán impulsar esta gestión (Rodríguez, 2019).

La JAAPyS Baños de Cuenca

La JAAPyS Baños de Cuenca tiene una historia estrechamente vinculada al crecimiento y desarrollo de la parroquia de Baños, en el cantón Cuenca, provincia de Azuay, Ecuador. Antes de la creación formal de la Junta, la parroquia enfrentaba grandes desafíos en cuanto al acceso y calidad del agua. La provisión dependía de fuentes naturales como vertientes y pozos, muchos de los cuales no ofrecían agua de manera continua o adecuada para el consumo humano. A medida que la parroquia creció, también lo hizo la demanda de agua potable.

En las décadas de 1960 y 1970, se implementaron proyectos para mejorar el acceso al agua potable, con apoyo internacional. Se utilizaron fuentes más confiables y se construyeron infraestructuras de distribución. La JAAPyS Baños de Cuenca fue oficialmente constituida en 1971, con la colaboración gubernamental y de organismos, como CARE. El objetivo principal de la Junta fue proporcionar un acceso regular y seguro al agua potable para las comunidades de Baños, gestionando los recursos hídricos de manera más eficiente y mejorando la infraestructura existente. Un aspecto destacable fue la participación de los propios habitantes de la parroquia, con la mano de obra para las obras iniciales, lo que reflejaba un fuerte componente comunitario en la gestión del recurso hídrico.

El proyecto incluyó la construcción de una planta de tratamiento, el entubado de los canales de riego existentes y la expansión de las redes de distribución de agua. Con el tiempo, la infraestructura fue mejorando y ampliándose para garantizar que más familias de Baños tuvieran acceso a agua potable de calidad. La creación de la actual JAAPyS Baños de Cuenca fue un hito en la historia de la parroquia, ya que permitió superar los problemas de escasez y calidad del agua que enfrentaba la población. Desde su fundación, la Junta ha sido un ejemplo de gestión comunitaria, con un modelo que ha involucrado a los habitantes de la parroquia en la toma de decisiones y en el mantenimiento del sistema.

A lo largo de su trayectoria, en 1983 se le otorgó la concesión para el aprovechamiento y manejo del agua, y en 2016 la entidad obtuvo personería jurídica bajo el nombre de Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento-Baños (JAAPyS Baños), consolidando así su estructura legal y administrativa.

Infraestructura y capacidades operativas

El sistema de potabilización de la JAAPyS-Baños tiene un caudal aproximado de 110 l/s, lo que permite cubrir las necesidades de la población. Este sistema está compuesto por dos Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), ubicadas en las localidades de Cochapamba y Rudio, que garantizan la calidad del agua distribuida mediante un proceso de tratamiento adecuado a los estándares sanitarios vigentes.

En términos de infraestructura, el sistema de distribución de agua cuenta con una red de 19,44 km de líneas de conducción y 124,86 km de redes de distribución, lo que permite transportar el agua desde las plantas de tratamiento hasta los puntos de consumo. La cobertura del servicio abarca un área de 2 127 hectáreas, distribuidas en 8 sectores y 40 subsectores, lo que asegura el abastecimiento de agua potable a una población significativa dentro de la zona de influencia.

Figura 1

*Planta Cochapamba,
Q potabilización 80
l/s 2024*



Figura 2

*Planta Rudio, Q
potabilización 30 l/s
2024*



A noviembre de 2024, se registraba 8 902 consumidores activos dentro de la parroquia Baños, aunque existen subsectores ubicados en la parte urbana de la parroquia Yanuncay. Estos subsectores cumplen con la dotación diaria de agua, según lo establecido por SENAGUA (2012), para aproximadamente 35 608 personas.

Innovación y buenas prácticas

A lo largo de la historia, el suministro de agua potable en ciudades de diferentes tamaños y escalas ha sido un factor clave para la existencia y desarrollo de la vida, basándose principalmente en las características de la vida humana y su entorno (Arroyo y López, 2015). Actualmente, el suministro de agua depende, por un lado, de objetivos políticos de lucro, económicos, de desarrollo y bienestar social, y por otro, de cuestiones relacionadas con el cambio climático y la escasez de recursos técnicos, políticos, sociales, ambientales, administrativos y económicos. Se entiende que el abastecimiento de agua es solo una parte de un sistema más amplio de provisión de bienes y servicios que contribuyen al desarrollo social (Bastidas y García, 2019).

A partir de este panorama, se desprende que la gestión debe tomar acciones inmediatas para controlar y cuidar el medio ambiente. Para solucionar el problema del abastecimiento de agua potable a la población, es necesario considerar diversas variables relacionadas (técnicas, operativas, administrativas, sociales, jerárquicas) mediante análisis adecuados que aseguren soluciones sostenibles a largo plazo y eviten problemas derivados de la mala inversión de recursos (Martínez y Villalejo, 2018).

Para la Junta, dada la situación actual en la que comunidades y poblaciones enteras sufren las consecuencias de problemas ambientales, ha sido una prioridad enfocarse en el cuidado de las zonas de recarga hídrica, sin descuidar la concientización sobre las acciones de protección del líquido vital. En este sentido, se ha considerado fundamental la aplicación de diversas estrategias sociales y técnicas orientadas a la seguridad hídrica, que no solo permitan una adecuada y oportuna organización, sino también el fortalecimiento de la participación, cooperación y pertenencia en cuanto a la conservación de las zonas de importancia hídrica (Urquiza y Billi, 2020).

Considerando que la seguridad hídrica es la capacidad de una región para brindar a todas las personas acceso equitativo al agua en cantidad y calidad suficiente para promover el desarrollo social a largo plazo, la JAAPyS Baños implementó dos programas en 2024. Estos programas, a

través de un análisis técnico y administrativo, fueron considerados viables para promover el uso eficiente del agua dentro de su área de cobertura (Criollo y Nieves, 2024).

Programa de Uso Eficiente del Agua

Es una iniciativa clave para gestionar de manera sostenible los recursos hídricos en un contexto de crecimiento urbano y rural (Cortés, 1991). La parroquia Baños y sus áreas rurales enfrentan desafíos relacionados con el suministro de agua debido a factores como el cambio climático, el crecimiento demográfico, la contaminación y el uso ineficiente de este recurso vital (García et al., 2007). El programa tiene como objetivo garantizar el acceso sostenible y a largo plazo al agua, promover el uso eficiente y proteger los recursos hídricos.

Dentro de los principales objetivos se contempló fomentar y promover la conservación del agua y su uso racional, de modo que los consumidores reduzcan su consumo mediante la sensibilización y la aplicación de tecnologías de ahorro. Además, se busca educar a la población sobre este bien finito, la importancia de su uso eficiente y la prevención del desperdicio. Adoptar estos hábitos permitirá mejorar la eficiencia en la distribución, especialmente en sectores como la agricultura, donde estos recursos se utilizan en gran medida, y garantizar la sostenibilidad de los sistemas hídricos, manteniendo un equilibrio entre oferta y demanda, especialmente durante épocas de sequía o escasez (Gil et al., 2014; Pacheco y López, 2019).

Asimismo, dentro de la planificación operativa anual del área de gestión ambiental, se propusieron proyectos como la creación de un banco de semillas, la captación de lluvia (Melián, 2002; Palacio, 2010) y el fortalecimiento del vivero con el que cuenta JAAPyS-Baños.

Programa de Implementación de Normativa para Buen Uso del Agua

Implementar programas que regulen el uso del agua de manera equitativa es fundamental para garantizar una gestión sostenible y fomentar la eficiencia en su aprovechamiento,

especialmente en zonas con estrés hídrico. Más allá de establecer sanciones, estos programas deben orientarse a fortalecer una cultura de cuidado y responsabilidad frente al recurso hídrico (Jouravlev y Matus, 2020).

En este contexto, la JAAPyS-Baños estableció un manual para reducir el uso excesivo e inadecuado de agua, mediante el establecimiento de sanciones que desalienten prácticas como el desperdicio, uso ilegal o ineficiente. Con ello, se busca promover el uso responsable y la educación sobre el cuidado del agua, garantizando el abastecimiento sostenible y asegurando que las futuras generaciones tengan acceso al recurso de manera equitativa.

Metodologías empleadas

Los programas aplicados se desarrollaron bajo un paradigma interpretativo, ya que fueron concebidos como una alternativa de solución frente a una problemática ambiental, basándose en un diagnóstico exhaustivo de las necesidades actuales, procesos de interpretación y tendencias futuras, así como en actividades participativas.

En lo referente a educación ambiental, esta fue diseñada para guiar a los estudiantes a través de estrategias de aprendizaje significativo, que posibiliten el desarrollo de habilidades para una aplicación real en sus hogares (Pacheco y López, 2019). Para ambos programas, se implementaron estrategias que mejoran la gestión y el uso del agua en JAAPyS-Baños. Concretamente, se enfocaron en mejorar los sistemas de suministro de agua, reemplazar tuberías viejas, reparar fugas e introducir tecnologías más eficientes, como sistemas de medición, control de pérdidas y conservación ambiental.

El programa tiene como objetivo concienciar a la ciudadanía sobre la importancia del agua como recurso agotable a través de campañas educativas, en las cuales participaron 12 unidades escolares de la zona. El reciclaje y la reutilización del agua incluyen iniciativas como la recolección de agua de lluvia, lo que ayuda a reducir la presión sobre las fuentes de agua potable (Durán, 2010). Además, se lleva a cabo una gestión integrada de cuencas, que abarca la protección de los recursos hídricos, la creación de un

banco de semillas para reforestación con especies nativas en áreas clave, y la protección de los ecosistemas acuáticos necesarios para garantizar el suministro de agua (Garcés, 2011; Ortiz et al., 2018). También se ha implementado un sistema de monitoreo para detectar excesos de consumo y fugas en la red de suministro de agua.

Principales resultados

Con la reducción de pérdidas de agua en casi un 15 %, se ha logrado conservar el recurso y garantizar su suministro continuo, especialmente durante la época de sequía. Al mismo tiempo, se ha observado una mejora significativa en la eficiencia del sistema de distribución, lo que ha contribuido a la reducción de costos operativos. En noviembre de 2023, el 54,71 % de los medidores tenían una antigüedad superior a 10 años. A septiembre de 2024, se había reemplazado el 39,32 % de los medidores antiguos, lo que ha permitido contar actualmente con el 84,61 % del sistema de micro medición con medidores de menos de 6 años. Esto ha facilitado la recuperación del 3 % del consumo no facturado. Gracias a la detección rápida de problemas, se ha mejorado la calidad del servicio y la satisfacción de los consumidores.

La implementación de la normativa para el buen uso del agua y la comunicación digital también ha fortalecido la relación con los consumidores, alentándolos a tener un mayor cuidado en el uso del líquido vital y contribuyendo a la sostenibilidad hídrica. Sin embargo, en relación con las prácticas de riego eficiente, aún no se dispone de datos estadísticos que permitan conocer cuánto ha mejorado la productividad agrícola o si se ha reducido el consumo excesivo de agua en muchos sectores.

A pesar de los considerables avances obtenidos en este período, aún persisten desafíos, como el acceso limitado a tecnologías de riego eficiente en ciertos sectores, la necesidad de una mayor capacitación para los agricultores y la protección efectiva de las fuentes de agua, especialmente en la comuna Hato de Zhiñan, que abarca casi el 50 % del área de interés hídrico para la JAAPyS-Baños, frente a la contaminación por abonos y la deforestación. Estos y otros aspectos permanecen como tareas pendientes.

Desafíos y consideraciones finales

La gestión del agua en Ecuador es un tema complejo que involucra dimensiones sociales, económicas y políticas. La Constitución de 2008 reconoce el derecho de las comunidades a utilizar, gestionar y beneficiarse de los recursos naturales renovables, incluido el agua. Esto garantiza el acceso al agua y promueve un desarrollo comunitario sostenible (Const. República, 2008).

Por otro lado, un desafío importante para las JAAP en la gestión de los recursos hídricos comunitarios es su limitada capacidad legal para acceder a fondos públicos y créditos del gobierno. Aunque el agua es considerada un bien público, las JAAP, al no ser entidades de derecho público, enfrentan restricciones que limitan su capacidad para acceder a recursos financieros que podrían mejorar sus infraestructuras y gestión (Lorhuy, 2014).

La LORHUYA impone restricciones que dificultan el acceso a recursos financieros para mejorar la infraestructura y la gestión. El debate sobre la privatización del agua ha generado tensiones y protestas, a pesar de la prohibición constitucional. Se ha propuesto como solución la gestión mixta, pero esto conlleva el riesgo de anteponer los intereses comerciales a las necesidades sociales. La descentralización y la gestión integrada de las cuencas fluviales son clave para fortalecer la gestión local del agua y requieren cooperación entre el gobierno y las organizaciones de la sociedad civil. La falta de leyes y mecanismos financieros apropiados sigue siendo un obstáculo para mejorar la gestión de los recursos hídricos en el país (Iza y Aguilar, 2009).

Finalmente, se proyecta que los programas de la JAAPyS-Baños seguirán desarrollándose mediante nuevas inversiones en infraestructura, mayor capacitación e introducción de tecnologías innovadoras para la gestión sostenible del agua. Actualmente, se trabaja para involucrar a las comunidades de la zona alta de Baños en la gestión del agua, asegurando que las soluciones sean sostenibles, a largo plazo y adaptadas a las condiciones actuales. En resumen, el programa persiste como una iniciativa que busca garantizar una gestión adecuada de los recursos hídricos mediante la modernización de infraestructuras,

sensibilización comunitaria y la promoción de tecnologías eficientes. A pesar de los desafíos, estos esfuerzos son fundamentales para la prosperidad de la JAAPyS-Baños y la sostenibilidad de los recursos hídricos de la microcuenca del río Minas.

Referencias

- Arroyo, A. y E. Lopez. (2015). *Los caminos del agua*. S/c. S/e.
- Bastidas, S. y M. Garcia. (2019). La gestión comunitaria en proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento como base de sostenibilidad y de construcción de tejido social. *Sustainability (Switzerland)* <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng>
- Camaren. E. (2011). *La gestión comunitaria del agua para consumo humano y el saneamiento en el Ecuador*. S/c. S/e.
- Cañizares, S., Guaricela, A., Lascano, M., Medina, M., Moncayo, P. y M. Zalamea. (2016). Gestión comunitaria del agua: Junta administradora de agua potable regional de Zhidmad. *Revista IURIS*, 1(15), 159–174.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Alteridad*, 2(2), 74. <https://doi.org/10.17163/alt.v2n2.2007.04>
- Cortés, F. (1991). *Uso eficiente del agua*. Méjico: Ingeniería Hidráulica en México.
- Criollo, X. y D. Nieves. (2024). Levantamiento de la línea base social y ambiental de la microcuenca del río Minas para la generación de un plan de conservación comunitario basado en el aprovechamiento hídrico sostenible en la parroquia Baños, Azuay, Ecuador. S/c, S/e.
- Días, J. y M. Ruiz. (2018). Reformas y desarrollo del Ecuador contemporáneo. https://www.google.com.ec/books/edition/Reformas_y_desarrollo_en_el_Ecuador_cont/viGDwAAQBAJ?hl=esygbpv=1ydq=JAAP+ecuadorypg=PA209yprintsec=frontcover
- Durán, P. (2010). *Captación de agua de lluvia, alternativa sustentable*. Congreso Nacional del Medio Ambiente.
- Garcés, J. (2011). Paradigmas del conocimiento y sistemas de gestión de los recursos hídricos: La gestión integrada de cuencas hidrográficas. *Revista Virtual REDESMA*. <http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rvr/v5n1/a05.pdf>
- García, M., Carbajal, Y. y H. Jiménez. (2007). La gestión integrada de los recursos hídricos como estrategia de adaptación al cambio climático. *Ingeniería y Competitividad*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291323498002>
- Gil, M., Reyes, H., Márquez, L. y A. Cardona. (2014). Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales. *Investigación y Ciencia de La Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 63, 67–73. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2014633612>
- Iza, A. y G. Aguilar. (2009). *Gobernanza de aguas compartidas*. <https://books.google.com.ec/books?hl=esylr=yid=DXyl3Ppos-del agua omar izayf=false>
- Jiménez, P., Ordoñez, C. y K. Paz. (2018). La gestión comunitaria del agua: un acercamiento a la trayectoria de la organización comunitaria Acuabuitrera. 112. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/17337/CB-0591421.pdf?sequence=1yisAllowed=y>
- Jouravlev, A. y S. Matus. (2020). Reflexiones sobre la gestión del agua en América Latina y el Caribe Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL.
- Lizcaino, C., Chamorro, D., Vega, E. y R. Cachimuel. (2022). Legal Provisions of Community Water Management and Indige-. 514–522.

- López, C. (2013). Gestión comunitaria del agua en un contexto de cambio climático como consecuencia de la crisis global ambiental: Un estudio de caso en la comunidad de Chimborazo, Parroquia de San Juan, Ecuador.
- Lorhuy, A. (2014). Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental. *Registro Oficial Suplemento N° 305*, 43. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12114/623>
- Martínez, Y y V. Villalejo. (2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Ingeniería Hidráulica Y Ambiental*, XXXIX, 58–72. <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v39n1/riha05118.pdf>
- Melián, M. (2002). Incendios y bancos de semillas forestales en la Comunidad Valenciana. 2.
- Moreano, M., Hopfgartner, K. y A. Santillana. (2016). La política económica de la reforma a la gobernanza del agua y las implicaciones para la desigualdad territorial - El caso de Ecuador. *Serie Documento de Trabajo N°201*. Grupo Desarrollo Con Cohesión Territorial, Programa Cohesión Territorial Para El Desarrollo, 201(May).
- Ortiz, M., Jiménez, D. y D. Duarte. (2018). Bancos de semillas: herramienta sostenible para la conservación de la biodiversidad en el municipio de Ubaque, en *Cundinamarca* (Colombia). 15(1).
- Pacheco, M. y J. López. (2019). Estrategias pedagógicas y tecnológicas para promover el ahorro y uso eficiente del agua en las instituciones educativas. *Espacios*, 40(2456), 30. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n29/a19v40n29p30.pdf>
- Palacio, N. (2010). Rainwater system proposal as an alternative to save drinking water in the educational institution María Auxiliadora from Caldas, Antioquia. *Gestión y Ambiente*, 2, 25–40.
- Perugachi, J. y C. Cachipuendo. (2020). La lucha por el agua: gestión Comunitaria del Proyecto de Agua Potable Pesillo-Imbabura. <https://doi.org/10.7476/9789978105764>
- Pres. Rep. del Ecuador. (2003). Decreto Oficial 1088.
- Pres. Rep. del Ecuador. (2014). Decreto Oficial 310.
- Pres. Rep. del Ecuador. (2020). Decreto Oficial 1007.
- Rodríguez, E. (2019). Demandas de los servicios de las cuencas hidrográficas y su valor económico.
- Sandoval-Moreno, J. y Günther, M. (2013). La gestión comunitaria del agua en México y Ecuador: otros acercamientos a la sustentabilidad. *Ra Ximhai*, 9, 165–180. <https://doi.org/10.35197/rx.09.02.e.2013.12.as>
- Senagua. (2012). Normas para estudio de sistemas de abastecimiento de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1.000 habitantes. *Código Ecuatoriano de La Construcción*, 6, 420. http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_urbana_para_estudios_y_disenos.pdf
- _____. (2016). *Estrategia Nacional de Agua y Saneamiento*. Revista Senagua, 80.
- Urquiza, A. y M. Billi. (2020). *Seguridad hídrica y energética en América Latina y el Caribe Definición y aproximación territorial para el análisis*. S/c. S/e.

Efectos del cambio climático y estrategias para el uso eficiente del agua

Ramiro Padilla Jiménez

CAMAREN

El agua es el elemento vital para la vida de los seres vivos, un recurso renovable hoy en día escaso y limitado. De toda el agua existente en el planeta, el 97,5 % corresponde a los mares, mientras que el 2,5 % restante es agua dulce. De este porcentaje, el 69,7 % es agua polar, el 30 % es agua subterránea y apenas el 0,3 % corresponde a agua dulce superficial disponible para el uso de los humanos y demás seres vivos.

El presente artículo aborda la preservación del agua como una responsabilidad colectiva e irrenunciable tanto del Estado como de la sociedad. Destaca la importancia de incorporar la dimensión ambiental hídrica en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), mediante una gestión basada en criterios de calidad ambiental, evaluaciones estratégicas de riesgo e impacto, y auditorías ambientales. Se subraya la necesidad de realizar análisis de vulnerabilidad ambiental para reducir riesgos y promover un equilibrio entre el uso y la protección de los recursos hídricos.

Palabras clave: cambio climático, recurso renovable, uso eficiente del agua, agonía hídrica.

Introducción

Para seguir considerando al agua como un recurso renovable, tenemos la desafiante tarea de cuidar y controlar su uso, tratamiento, liberación, circulación, preservación, restauración, entre otros aspectos. De lo contrario, los efectos del cambio climático, a través del calentamiento global, se vuelven cada vez más contundentes, con variaciones climáticas sin precedentes, como prolongadas sequías, fluctuaciones extremas de temperatura, lluvias torrenciales en épocas inesperadas, incrementos sustanciales de la intensidad de las lluvias, desastres naturales como deslizamientos, inundaciones, desaparición de nevados, entre otros. Todo ello afecta gravemente la seguridad alimentaria, pues ya encontramos poblaciones enteras que sufren de hambre, pero, sobre todo, impacta la economía al no disponer de suficiente caudal para la generación hidroeléctrica. Estamos atravesando una etapa de “agonía hídrica”.

Al analizar la disponibilidad de recursos naturales, observamos que las áreas de recarga hídrica (páramos, bosques, humedales, etc.) están drásticamente intervenidas, lo que genera conflictos sociales por el caudal disponible de agua tanto para consumo humano como para riego. En la mayoría de los casos, estos conflictos están legitimados por el Estado, con escrituras individuales y caudales adjudicados sin una medida adecuada. Si se mantienen estos escenarios de acceso y explotación de los páramos y concesiones de agua desmedidas, se prevé la aparición de conflictos sociales impredecibles, pues cada vez disminuye de manera descontrolada la calidad y cantidad de agua, y los páramos ya no son las “fábricas de agua” que eran.

El punto crítico detectado, si persiste la situación, es que, si por el momento apenas se cubre alrededor del 20 % al 25 % de la superficie regable, este porcentaje seguirá disminuyendo, lo que afectará drásticamente la seguridad alimentaria de la región, dado que la población sigue creciendo y habrá una mayor demanda para consumo humano, con menos disponibilidad para la producción de alimentos. Por ello, es fundamental generar políticas públicas orientadas al manejo racional de los recursos naturales, así como actividades que permitan una adecuada cosecha de

agua, a través de la construcción de embalses que mitiguen y se adapten a los efectos del cambio climático, junto con la presurización de los sistemas de riego sustentada en la gestión sostenible de los recursos naturales.

En este contexto, es importante buscar los mecanismos políticos, administrativos, legales, socioorganizativos y técnico-ambientales que permitan efectivamente entrar en un proceso de restauración ecológica de las áreas de recarga hídrica, al menos en las zonas más prioritarias o en estado de “agonía hídrica”. De este modo, se podrá recuperar los diferentes ecosistemas que brinden los servicios ambientales de forma natural, especialmente su función de captar, cosechar, almacenar y disponer de suficiente cantidad y calidad de agua para beneficio de la propia naturaleza, en simbiosis con los diferentes actores que se benefician de ella. El agua escasea de forma alarmante, y las entidades con responsabilidades exclusivas, especialmente los niveles de gobierno locales, no están tomando medidas para prevenir este fenómeno natural.

Breves antecedentes históricos del acceso al agua

La configuración y establecimiento de haciendas en condiciones similares para todo el país, pero con mayor énfasis en la región austral, se consolidaron principalmente a finales del siglo XVIII y durante el siglo XIX. En 1735, la conocida doctrina indígena de Hatun Cañar estaba bajo la administración de los jesuitas; para 1810, pasó a ser gestionada por la Curia Diocesana como parte de los bienes de los jesuitas, los cuales fueron entregados al Seminario Mayor San Luís, donde jóvenes se formaban para ejercer el sacerdocio. Las haciendas administradas por la Curia Diocesana de Cuenca, debido a su magnitud, subarrendaron tierras a familias de Cuenca, como los Crespo, Monsalve, Vintimilla, Malo y Maldonado.

Para enfrentar los procesos productivos en períodos de sequía o de sobreabundancia de agua, en 1770 los arrendatarios identificaron la disponibilidad de aguas en las áreas de recarga hídrica en los diferentes sectores de Azuay y Cañar. Para no perder la cosecha, se construyeron canales de riego que iban de 20 km a 50 km, en varios proyectos,

utilizando mano de obra de los peones de hacienda, lo que generó las primeras propiedades del agua (1770-1780). Desde entonces, las haciendas de este sector ya contaban con su propio recurso hídrico.

Es importante destacar que el hecho de haber construido un canal de riego otorgó a los hacendados el derecho de propiedad sobre el mismo, incluidas las fuentes de agua. A partir de entonces, se establecieron mingas de mantenimiento una vez al año, las cuales se convirtieron en una práctica esencial para la conservación de estos derechos. Tras varios años de funcionamiento bajo esta lógica, llegó el proceso de reforma agraria, alrededor de 1960, en el cual los campesinos huasipungueros o peones de hacienda accedieron a un pedazo de terreno o huasipungo como legítimo derecho por su trabajo vinculado a la hacienda. En esta dinámica, en las décadas de 1960 y 1970, se promovieron organizaciones comunitarias para acceder a la tierra, tanto de estancia como de páramo (Brassel et al., 2008, pp. 17-33).

En este proceso en el que los campesinos acceden a la tierra, también se traspasan los derechos de agua que disponía la hacienda, siguiendo más o menos los esquemas de funcionamiento de distribución del agua por sectores o comunidades, con una frecuencia mensual. A partir de 1973, el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI) promulgó la primera Ley de Aguas, que estableció una serie de requisitos a cumplir por parte de los usuarios de los sistemas de riego apoyados por el Estado y los sistemas de riego comunitarios, entre ellos: disponer de un directorio de aguas, aplicar reglamentos de uso del agua, gestionar las concesiones de agua, entre otros.

Una de las problemáticas históricas ha sido la falta de adjudicación formal de las aguas de riego, ya que existen canales con más de 200 años de existencia que aún no han sido legalizados ni cuentan con la adjudicación correspondiente. La gran mayoría de los sistemas de riego que sí disponen de adjudicación, tienen caudales adjudicados irreales. Por ejemplo, el sistema de riego de Patococha en Cañar tiene un caudal adjudicado (Q_a) de 600 l/s, mientras que en el verano el caudal disponible (Q_d) es de solo 60 l/s. De manera similar, el sistema de riego de Santa Isabel en

Azuay tiene un caudal adjudicado (Qa) de 1 200 l/s, pero durante el estiaje el caudal disponible (Qd) es de solo 200 l/s.

Gestión del territorio con enfoque de cuenca hidrográfica

Para establecer un trabajo con enfoque de cuenca hidrográfica, con la finalidad de proteger, mitigar, restaurar, renovar, rediseñar, reparar, abastecer, recuperar, regenerar, entre otros, los ecosistemas que permiten abastecer de agua para suplir las necesidades básicas de las poblaciones, es fundamental contar con un direccionamiento estratégico que facilite una participación efectiva a nivel gubernamental, institucional y comunitario. A pesar de la urgencia de este enfoque, actualmente no existe una instancia que coordine este trabajo, lo que hace imprescindible dimensionar propuestas estratégicas de protección, conservación y restauración dentro del Plan de Ordenamiento de Espacios Naturales con Alto Valor Ecológico, debidamente consensuado entre los diferentes actores territoriales.

Las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrográficas se dividen en zona alta, media y baja, y todas enfrentan una intervención incontrolada, con ecosistemas muy afectados, especialmente en la zona alta, donde se encuentran las áreas de recarga hídrica. En estos ecosistemas, los páramos han sido transformados en pastizales, los humedales presentan drenaje por excesos de agua, y especies como el aguarongo (*Baccharis trimera*), que es muy eficiente para captar y almacenar agua en ecosistemas de altura, están actualmente extinguidas. También han desaparecido los chaparros y bosquetes, y la paja de páramo (*Stipa ichu*) está casi extinta. La forestación artificial con especies de pino (*Pinus radiata*) es dispersa, y existen varios caminos de tercer orden (Calispa et al., 2023). En este contexto, a pesar de las lluvias intensas, no hay una “esponja” natural que las retenga, por lo que el agua se evacua rápidamente.

En este sentido, surge la pregunta: ¿cómo establecer procedimientos para un trabajo mancomunado entre lo institucional, lo organizacional-comunitario y la sociedad civil en general, que permita generar un verdadero plan de

governabilidad para el uso racional de los recursos naturales en un enfoque de cuenca hidrográfica?

La agudización del cambio climático, como principal efecto del calentamiento global, es cada vez más evidente en la región, pero las instituciones públicas, privadas y la sociedad civil no tienen una incidencia significativa para mitigar ni adaptarse a los efectos del cambio climático. En particular, el rol del Estado está ausente; no existen directrices claras para actuar frente a las demandas reales que el cambio climático impone. Y, ¿qué ocurre con las organizaciones de regantes, las organizaciones de las JAAP y la sociedad civil en general? No hay una instancia que lidere ni convoque un proceso real de reflexión y acción frente a esta crisis.

Avance del desarrollo local y RRNN

Luego de la era petrolera en Ecuador, iniciada en 1972, el modelo de desarrollo basado en un Estado centralista, opaco y con la dilapidación de los escasos recursos económicos, no podía hacer frente a las diversas y complejas demandas de la sociedad ecuatoriana. Esto llevó a la incapacidad del Estado para manejar los problemas locales (Oleas, 2013). Fue entonces cuando los gobiernos seccionales comenzaron a revertir las tendencias centralistas, cansados de mendigar recursos políticamente a los gobiernos de turno, dando inicio a los municipios alternativos.

Esta nueva propuesta surgió de manera generalizada en América Latina, con la aparición de actores excluidos, organizaciones sociales y el movimiento indígena. Este último, como una poderosa revitalización étnica, no solo cuestionó el fracaso de un Estado unitario y centralista, sino que propuso su renovación desde los poderes locales, planteando un cambio en la base misma de los sistemas de dominación local. La particularidad de este proceso se centra en la presencia renovada de diversos actores locales, principalmente organizaciones sociales y étnicas de primero, segundo y tercer grado, que buscan participar en las decisiones de política pública. Estas iniciativas se expresan a través de los gobiernos locales, JP, GADM, GADP, pero también a través de las organizaciones de cuencas

hidrográficas y corredores transversales que intentaban formar regiones.

En este contexto, emergen los modelos de gestión alternativos en el país, con gobiernos alternativos liderados por indígenas, como en el caso de Cotacachi, Cayambe, Guamote, Nabón, y en la última década, Cañar. Estos han mostrado buenos resultados, rescatando los procesos participativos de los actores locales en la toma de decisiones para el desarrollo de sus territorios, considerando los tres pilares fundamentales del desarrollo sostenible: lo social, con espacios definidos para la participación en la toma de decisiones (asambleas cantonales, parroquiales y comunales); lo ambiental, con esquemas y procedimientos que promueven el cuidado de la “casa común”, generando ciudadanía ambiental; y lo económico, con el desarrollo local que no afecta los intereses de la colectividad ni las condiciones de la naturaleza, mediante un sistema de planificación eficiente, con énfasis en los emprendimientos productivos para dinamizar la economía campesina principalmente.

En el caso de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (JP, GADM, GADP), se mantiene un modelo de gestión tradicionalista, en el que se realizan esfuerzos significativos para el desarrollo local, con varias prioridades orientadas por la voluntad política del administrador de turno. Sin embargo, estos esfuerzos no se centran en resolver los problemas prioritarios que realmente marcan la vida de sus habitantes. En este contexto, la sobreexplotación de los recursos hídricos en la región, junto a factores como el calentamiento global derivado del cambio climático, están provocando alteraciones en el clima que de manera natural no ocurrirían. Esto desemboca en efectos y fenómenos meteorológicos violentos, como sequías, incendios, variaciones extremas de temperatura, muerte de especies animales y vegetales, lluvias torrenciales de alta intensidad, desbordamientos de ríos, lagos y la destrucción de los medios de subsistencia, especialmente en los sectores rurales más empobrecidos.

Agua concesionada para proyectos de riego

Este capítulo aborda una situación compleja y difícil de comprender. Si bien la concesión del agua está a cargo de la

autoridad correspondiente, esta se lleva a cabo de manera antitécnica. Comúnmente, los sistemas de riego presentan caudales elevados, como el caso de Patococha en Cañar (600 l/s), cuando el caudal durante el estiaje no supera los 70 l/s, o Santa Isabel en Azuay (1 200 l/s concesionados), cuando durante el estiaje no llega a los 200 l/s. Esta discrepancia entre los caudales concesionados y los disponibles es recurrente en varios proyectos de riego, sin importar su tamaño: grande, mediano o pequeño. Esto ha provocado múltiples conflictos por el acceso al agua.

El derecho al agua de riego se ve afectado por la falta de políticas públicas claras en su gestión. La mayoría de los 650 sistemas de riego de las provincias de Cañar y Azuay se construyen de manera artesanal. Las estructuras, que van desde la bocatoma del canal hasta la conducción principal, la distribución secundaria y la red parcelaria, están incompletas y presentan tramos con tuberías, en tierra o cemento, lo que hace que los sistemas sean ineficientes, perdiendo o no llevando el agua captada en su totalidad a los cultivos.

Además, los métodos de aplicación de riego utilizados no son los más adecuados. La mayoría se realiza por gravedad, con una eficiencia de apenas el 25 %. Esto significa que de cada 100 litros que llegan a la parcela, solo 25 litros se utilizan efectivamente, mientras que los 75 litros restantes se pierden. Esta ineficiencia también genera problemas ambientales, como la erosión del suelo. Los sistemas de riego por aspersión, implementados de manera rudimentaria, están alejados de los parámetros técnicos recomendados, lo que afecta aún más la eficiencia. Los sistemas de riego por goteo son escasos en la región, y solo se utilizan en cultivos bajo invernadero o en algunos casos en el cultivo de fresa, que no se cultiva en grandes extensiones.

Recientemente, han surgido importantes iniciativas para planificar, diseñar e implementar sistemas de riego presurizados. El financiamiento proviene de fondos destinados a riego que el Estado debe transferir a los GAD provinciales para que ejerzan su competencia exclusiva. Sin embargo, estos fondos son insuficientes, y existen retrasos en las transferencias, tanto en tiempo como en montos, lo que obstaculiza el desarrollo de la planificación.

Caracterización de actores

El análisis socio-organizativo e institucional de los actores integra la participación de los líderes de las cuencas hidrográficas, entendidas como territorios con potencial productivo en el marco de una gestión sustentable y sostenible que respete los recursos naturales, como el agua y el suelo, así como las organizaciones comunitarias, las instituciones públicas y privadas, y los gobiernos locales, entre otros actores. En este contexto, los gobiernos locales (juntas parroquiales, GAD municipales y GAD provinciales) deberían asumir un rol protagónico mediante la implementación de planes de gestión ambiental y de producción hídrica.

Los actores comunitarios e institucionales trabajan con un objetivo específico de acuerdo con su competencia. Se debe promover un enfoque de cuenca hidrográfica mancomunada en sintonía con el desarrollo local, siendo la propuesta de trabajo liderada por el gobierno local.

Es preocupante el análisis del rol que desempeñan los gobiernos locales, ya que revela que las Juntas Parroquiales ubicadas en las microcuencas, a pesar de tener un dominio territorial significativo y asumir funciones de gestión del desarrollo local, no ejercen un protagonismo efectivo en el manejo de los recursos naturales de sus jurisdicciones. De igual manera, los GAD Municipales no participan activamente en los procesos de gestión por cuencas hidrográficas, a pesar de estar al tanto de la vulneración de ecosistemas, la contaminación de las fuentes hídricas destinadas al abastecimiento de los Sistemas de Agua Potable (SPA) y de su responsabilidad como ente competente en la planificación del uso y ocupación del suelo. Los gobiernos provinciales, por su parte, tampoco muestran un involucramiento sustantivo. Sin embargo, en su calidad de autoridad ambiental y como entes responsables de la gestión con enfoque de cuenca, les corresponde desarrollar políticas públicas orientadas al manejo sostenible y equilibrado de los recursos naturales en su ámbito territorial.

En el territorio operan diversas instituciones, tanto gubernamentales (como el INIAP, MAG, MAATE, la Universidad de Cuenca, los Ministerios de Salud y Educación, ARCA, ELECAUSTRO y CELEC) como no

gubernamentales (entre ellas, cooperativas de ahorro y universidades particulares), que desarrollan acciones puntuales orientadas al desarrollo local. Estas acciones incluyen asistencia técnica agropecuaria, procesos de forestación y reforestación, servicios de salud y educación, comercialización, acceso a créditos, entre otras, cada una alineada con sus propios objetivos institucionales y metodologías de intervención. Asimismo, se identifican múltiples formas de organización social, como asociaciones de productores, organizaciones comunitarias, juntas de regantes y juntas de agua potable. No obstante, se evidencia una débil o inexistente presencia de las autoridades competentes en materia de agua y medio ambiente en los procesos territoriales.

En este contexto, es fundamental identificar actores relevantes para una intervención en la microcuenca con el enfoque planteado. Los actores clave deberían ser el GAD Municipal, las juntas parroquiales, pero también una representación de las instancias organizativas de regantes y agua potable, así como de la sociedad civil urbana y de la población que vive dentro de la microcuenca. Estamos trazando la creación de un Comité de Gestión de Microcuenca que coordine los diferentes procesos, se involucre en la planificación, organización, gestión, liderazgo y que proponga y convoque acciones. En resumen, este comité debe fortalecer el tejido social en las comunidades situadas en las cuencas hidrográficas, de manera que se involucren activamente en las propuestas de restauración de los ecosistemas en las áreas de recarga hídrica.

Caracterización de las organizaciones

En la región existen alrededor de 650 sistemas de riego, y según la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (Asamblea Nacional, 2014), deberían existir igualmente alrededor de 650 Juntas de Regantes debidamente regularizadas y funcionando conforme a la ley. Esto implica que deben adquirir personería jurídica, actuar con directivas reconocidas ante la autoridad del agua, tener derecho de adjudicación de agua, y contar con estatutos y reglamentos internos de funcionamiento. Además, se requiere que dispongan de

planes para una adecuada administración, operación y mantenimiento de los sistemas, tales como: un padrón de usuarios actualizado, catastros de riego, un esquema de frecuencias y turnos de riego, un plan de cultivos, un plan de gestión social del riego, un plan de tarifas de riego, un plan operativo anual de gestión de la dirigencia de riego, y un plan de trabajo en el marco del funcionamiento operativo de la cuenca hidrográfica, entre otros. Sin embargo, la realidad es que el 80 % de las organizaciones no cuentan con estos requisitos.

La gestión social es la columna vertebral de un sistema de riego. Sin ella, el sistema se vuelve caótico, altamente dependiente y dirigencialmente crítico, respondiendo principalmente a liderazgos sectoriales. Estos sistemas de riego comunitarios son complejos, con centenares de años de historia, acuerdos, consensos y lógicas de funcionamiento en torno a los derechos y reparto de beneficios, todos sustentados en el cuidado de la *Pachamama* y la cultura ecológica de acuerdo con la tradición andina.

En los sistemas de riego comunitario, no se dispone de esquemas estructurados de A, O y M (administración, operación y mantenimiento) que permitan definir un modelo de gestión para las Juntas de Regantes, especialmente en lo que respecta a su capacidad operativa y la administración del patrimonio. Esto impide disponer de estados de cuenta actualizados y afecta principalmente la gestión gerencial, al no contar con una visión de autonomía en su funcionamiento como sistema de riego.

Son muy pocas las organizaciones que cuentan con algunas de estas herramientas. La mayoría no dispone del derecho de adjudicación de agua, carecen de una estructura organizacional formal, reglamento interno, catastros, padrón de usuarios definidos, cuotas de aporte para gastos de gestión, ni derechos de reparto. Además, las directivas suelen manejar espacios de poder vitalicios. En general, los usuarios de los sistemas de riego no tienen capacitación adecuada para el manejo del agua, para la elaboración de un plan de cultivos, para acceder a créditos, ni mucho menos para la comercialización de sus productos.

Propuesta de intervención

Zona alta

La apuesta se centra en buscar respuestas estratégicas y coordinadas entre los diferentes actores: GAD, instituciones del Estado responsables del manejo del agua y el ambiente, instancias no gubernamentales, organizaciones sociales y comunitarias, entre otros, para abordar una problemática ambiental que se vuelve cada vez más crítica. En algunos casos, ya se encuentra en agonía, generando conflictos y sin un panorama claro de solución, ya que está afectando de manera irreversible la calidad de vida de los habitantes. Por ello, es urgente establecer un plan de vida que permita restaurar, mitigar, preservar y reparar los ecosistemas y las áreas de recarga hídrica de esta importante región. En esta perspectiva, proponemos las siguientes estrategias como hoja de ruta para iniciar el debate:

- La creación de un Comité de Gestión por Cuenca y Subcuenca Hidrográfica, con un plan de intervención que inicialmente permita generar confianza entre los diferentes actores.
- Establecer una instancia mancomunada entre los gobiernos locales, desde donde se implemente la Mesa Temática de Ambiente y Agua, fortaleciendo la coordinación interinstitucional para la gestión financiera, la coordinación técnica y, a su vez, definiendo un plan de gobernanza.
- Actualización de la ordenanza de gestión ambiental municipal y provincial, acorde al Plan de Ordenamiento de Espacios Naturales con Alto Valor Ecológico, en el marco mancomunado de manejo de los recursos naturales.
- La conformación de un Fondo del Agua, lo que implica definir aportes de los diferentes actores urbanos (agua potable), rurales (agua potable y de riego), institucionales con competencia (municipios, juntas parroquiales, hidroeléctricas, entre otros), donantes, etc.

- Vinculación con la investigación científica generada por las universidades de la región, nacionales e internacionales, con el fin de medir y normar técnica y estadísticamente los avances y retrocesos de los ecosistemas.
- Cumplimiento riguroso y efectivo de los acuerdos establecidos.

El manejo de las áreas de recarga hídrica en las provincias de Cañar y Azuay se encuentra en una situación crítica debido a que estas áreas representan el único patrimonio natural ambiental hídrico disponible para potenciar el desarrollo económico local. Ambientalmente, las cuencas hidrográficas de la región ya no son capaces de abastecer de agua potable y de riego a la actual población, que supera el millón de habitantes.

Los PDOT provinciales no le dan la importancia que requieren los recursos naturales, lo que ha llevado a que muy poco se haga al respecto. Al hacer un cruce de información entre la capacidad de uso de las tierras en el PDOT de Biblián, se observa que apenas el 1,04 % de los terrenos son de clase III, lo que implica limitaciones en su uso. En tanto, la zona alta, que es la principal área de recarga hídrica, tiene suelos de clase IV, VII y VIII, es decir, suelos inapropiados para la agricultura y ganadería. A pesar de esto, los agricultores continúan realizando sus actividades en estas tierras. En la zona media, predominan los suelos de clase IV, V, VI y VII, lo que también implica limitaciones para el desarrollo agrícola.

Actualmente, las áreas de recarga hídrica en la región no están siendo aprovechadas en su capacidad potencial. A 3 500 m.s.n.m., enfrentan limitaciones debido a las condiciones climáticas, los suelos, entre otros factores. En el PDOT no se definen propuestas con estrategias claras de intervención, a pesar de que se describe parte de la problemática. En este contexto, el MAATE juega un rol preponderante, ya que tiene competencias en materia de autoridad y regulación ambiental e hídrica. A continuación, se plantean algunas actividades y acciones que podrían desarrollarse a partir de la voluntad política de sus autoridades:

- Preservación de ecosistemas: se entiende como aquellos remanentes que, a pesar de haber sido intervenidos, aún conservan el potencial para su recuperación y conservación. En las áreas de recarga hídrica de la región, aún quedan espacios de páramo, donde se evidencian especies como la paja (*Stipa icchu*), frailejones (*Espeletia pycnophylla*), almohadilas (*Werneria nubigena*), chuquiragua (*Chuquiraga jussieui*) y algunas especies de quinua, yagual o árbol de papel (*Polylepis incana*) en vestigios de chaparros. Aunque estas zonas han sido afectadas por la quema de los pajonales para la actividad ganadera, se estima que aún no han alcanzado el umbral de irreversibilidad.

En la zona alta de las microcuencas, es fundamental establecer estrategias de gestión entre los GAD municipales, en coordinación con los GAD provinciales y el MAATE. Tras un estudio previo, se podría declarar esta zona como área de protección ambiental o de reserva hídrica. Esto implicaría la prohibición de toda acción antrópica, como la roturación de pajonales para cambiar por pastos mejorados, la quema de pajonales para pastoreo de ganado, la destrucción de bosquetes y la tala de los pequeños relictos que aún quedan. También es necesario implementar medidas de compensación para los propietarios de estos terrenos, quienes tienen escrituras individuales y deben estar debidamente inventariados. Un ejemplo significativo de esta estrategia se encuentra en la cuenca del Machángara.

Es fundamental recalcar la estrategia innovadora de una participación efectiva de la comunidad (organizaciones comunitarias, organizaciones de regantes, etc.) en la toma de decisiones, a través de los comités de gestión.

- Restauración de ecosistemas: esta acción se entiende como la búsqueda de estrategias operativas que permitan reducir, mitigar y, en lo posible, revertir los daños producidos en el medio físico, para que se recupere la estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas originales. Sin embargo, es importante reconocer que la degradación

ambiental, por su naturaleza, conlleva ya una pérdida neta irreversible. ¿Cuánta degradación han sufrido nuestras zonas altas? De momento no se sabe, y será necesario determinarlo a través de un estudio técnico.

Las zonas altas están muy intervenidas, y el avance de la frontera agrícola no tiene límites, dado que se trata de propiedades individuales, las cuales están sometidas en un 90 % a sistemas de pastizales con tecnología moderna. Es decir, cuentan con un sistema de fertilización basado en la aplicación de gallinaza en una proporción de 12 a 15 tn/ha/año; en algunos casos también aplican urea, con cantidades de 4 a 5 qq/ha/año. En el mejor de los casos, los rendimientos alcanzan entre 0,6 y 0,8 UBA/ha/año, debido a que la principal limitante en estas áreas es la altura y la temperatura.

En este contexto, es fundamental definir acciones estratégicas que permitan mitigar y revertir la degradación de los ecosistemas intervenidos. La propuesta se enfoca en intervenir en 2 500 ha durante un período de 5 años, bajo el siguiente esquema:

- Restauración de especies: paja (*Stipa ichu*), frailejones/aguarongo (*Espeletia pycnophylla*), yagual (*Polylepis incana*).
- Exoneración del pago de impuestos prediales a los usuarios ubicados en la zona declarada como reserva hídrica.
- Establecimiento de un costo compensatorio por medidas de compensación ambiental, que transfiera el dominio de las propiedades al esquema de reserva hídrica. Un costo referencial sería de \$30/ha/año, correspondiente al pago por concepto del Plan Socio Bosque/Páramo del ex Ministerio del Ambiente (MAE), en la actualidad, MAATE.
- Implementación de un plan de comunicación para difundir los acuerdos establecidos con todos los involucrados.
- Incentivos para propietarios de terrenos en la zona declarada como reserva hídrica, con apoyos para

mejorar la productividad de sus tierras en áreas potenciales de producción dentro de la microcuenca (zona media) y/o fuera de ella.

- Incorporación del acuerdo en la reforma de la ordenanza de manejo y preservación de los municipios y el gobierno provincial.
- Cumplimiento estricto de los acuerdos entre los diferentes actores institucionales y organizacionales.

Lo importante en la implementación de estas acciones es la protección de las áreas de reservas y/o recargas hídricas, lo que representa una tarea que todos los niveles de gobierno y las comunidades deben procurar con unidad de objetivos.

El rediseño productivo en zonas de pastizales es un tema complejo. Su actual conformación tiene sustento legal, ya que la frontera agrícola se ha ampliado con la aprobación del propio Estado, permitiendo el acceso a las áreas comunales de páramo para pastoreo extensivo. Posteriormente, se procedió a lotizar y entregar títulos de propiedad individual a los propietarios, otorgándoles así la licencia para transformar las áreas de páramo en potreros, lo que ha resultado en la destrucción de los ecosistemas que existían hasta entonces. Estos ecosistemas desempeñaban una función fundamental en la cosecha de agua, la regulación de los flujos hídricos y la disponibilidad permanente de agua en cantidad y calidad.

Zona media y baja

Es importante considerar las acciones operativas descritas en los acápites anteriores, así como las estrategias definidas, que se constituyen como aplicaciones universales para todas las zonas de las áreas hidrográficas a restaurarse.

Los gobiernos provinciales han desarrollado estrategias para la gestión del agua basadas en el enfoque de cuenca hidrográfica, priorizando la protección y restauración de las áreas de recarga hídrica. Además, han implementado políticas públicas orientadas a la modernización y optimización de los sistemas de riego.

Desde una perspectiva estratégica, es fundamental concentrar los esfuerzos productivos en las zonas media y baja, ya que constituyen los ejes vertebradores de la economía productiva del territorio regional. No obstante, es necesario señalar que, a pesar de su potencial, estas áreas presentan muchas limitantes en su capacidad de acción.

Por lo tanto, se debe concentrar el desarrollo del proceso productivo en las zonas media y baja. Para ello, se propone intensificar la asistencia técnica y la transferencia de tecnología en áreas clave, como la mejora de pasturas, la tecnificación del riego parcelario y la mejora genética de los bovinos, entre otras actividades.

En síntesis, en la planificación territorial, la gestión del uso del suelo es lo más relevante, ya que permite asignar los usos permitidos. En este caso, se debe redefinir los procesos de uso de la tierra, enfocándose en la restauración de ecosistemas para que cumplan con el noble propósito de la cosecha natural de agua. Además, se busca regular y reducir los riesgos presentes en la zona, como el efecto de la sobresaturación de agua en determinadas épocas del año, mientras se controla y compensa la cantidad y calidad del agua para toda la población. Con ello, se habrán potenciado los servicios ambientales que esta región ofrece.

Referencias

- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Pub. Asamblea Nacional.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*. Registro Oficial Suplemento No. 305, 6 de agosto de 2014.
- Brassel, F., Herrera, S., y Laforge, M. (Eds.). (2008). *¿Reforma Agraria en el Ecuador?: Viejos temas, nuevos argumentos*. Quito: SIPAE-CLACSO.
- Calispa, M., Vásconez Paredes, F. J., Santamaría Freire, S. y Samaniego Eguiguren, P. (2023). Los suelos de los páramos del Ecuador. En R. Hofstede, P. Mena-Vásconez y E. Suárez Robalino (Eds.), *Los páramos del Ecuador: pasado, presente y futuro* (pp. 40-75). Quito: USFQ Press.
- Oleas, M. A. (2013). *Ecuador 1972-1999: reformas y desarrollo contemporáneo*. Quito: Ediciones Abya-Yala.
- Organización de las Naciones Unidas. (2008). *Conferencias de la ONU sobre medio ambiente* (en línea). Disponible en http://www.cinu.org.mx/temas/des_sost/conf.htm#tierra

Gestión integral del recurso hídrico en la cuenca del Machángara

Catalina Díaz Granda

Comité de Conservación de la Cuenca del Río Machángara

Resumen

La gestión integral del recurso hídrico implica el manejo y uso eficiente de los recursos ecosistémicos de una cuenca hidrográfica, lo cual permite maximizar el bienestar de la población local y garantizar la conservación de los ecosistemas. En la cuenca del río Machángara, la gestión del recurso hídrico se lleva a cabo desde un comité creado para su conservación: una asociación de entidades del sector comunitario, constituida en 1998 bajo un convenio de cooperación interinstitucional. Este convenio ha facilitado la formulación participativa del plan de manejo del área de recarga hídrica, a través de planes operativos anuales elaborados y ejecutados por las comunidades locales, gobiernos autónomos descentralizados parroquiales e instituciones que actúan en la cuenca.

Esta perspectiva ha producido resultados significativos en los recursos ecosistémicos y la conservación del páramo, bosque y chaparro, contribuyendo a un desarrollo con rostro humano y ambiental. La gestión del agua es vista como un derecho más allá de lo humano.

Palabras clave: gestión del recurso hídrico, conservación ecosistémica, organización comunitaria, coordinación comunal-institucional-academia.

Introducción

El agua pertenece al grupo de los recursos naturales renovables, y su valoración puede realizarse en función de la función que cumple: como bien final de consumo, bien intermedio de producción o bien de capital.

Entre los aspectos relevantes se destaca su importancia en el desarrollo social, sus implicancias culturales, su carácter fluido y su condición de derecho humano para la supervivencia. Por ello, la Constitución de la República, en su artículo 12, establece que “el derecho humano al agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible y esencial para la vida”.

El agua es el elemento dinamizador de una cuenca hidrográfica que cumple varias funciones, entre ellas, la provisión de servicios ambientales, como la regulación del clima, la generación de espacios de encuentro técnico-social, a más de ser el espacio proveedor del recurso hídrico; por ello, una cuenca es un “ámbito de biodiversidad complejo, sistémico, con una historia de formación geológica y etnocultural, en la que se generan interacciones de carácter ambiental, cultural, económico y social, siendo el agua el elemento dinamizador y cohesionador”.

Por ello, su gestión requiere la colaboración de actores públicos, privados y de la población local, unidos en una comunión de voluntades con el objetivo de proteger y cuidar la biodiversidad de los ecosistemas y sus funciones ecológicas. El propósito es generar beneficios, mejorar el bienestar y promover el buen vivir de las comunidades tanto dentro como fuera de la cuenca hidrográfica, lo que convierte a la cuenca en una cuenca hidrosocial.

En esta dinámica, la gestión de las cuencas hidrográficas siempre ha sido una prioridad en las políticas de Estado. Así lo refleja la Constitución de la República del Ecuador de 1998, en su artículo 233, que asigna la competencia a los gobiernos provinciales. Posteriormente, la Constitución de 2008, en su artículo 411, establece que el Estado garantizará

la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

La cuenca del río Machangara

Es una cuenca de montaña que se localiza administrativamente en las parroquias Checa, Chiquintad, Sinincay, Sayausí, Octavio Cordero Palacios y Sidcay del cantón Cuenca, en la provincia del Azuay, y en las parroquias Nazón y Gualleturo de la provincia del Cañar. Tiene una superficie de 32 500 hectáreas, de las cuales, el 75 % corresponden al Refugio de Vida Silvestre Machángara-Tomebamba, que ostenta dicha categoría debido a la importante diversidad de flora y fauna, además de los servicios ecosistémicos que genera a partir del uso múltiple del agua.

También, es una cuenca regulada a través de los embalses de Chanlud (con una capacidad de 17 millones de metros cúbicos) y El Labrado (con una capacidad de 6 millones de metros cúbicos) en la parte alta. Esta condición permite el aprovechamiento del agua en cascada, otorgándole el carácter de multipropósito. Así, mediante las centrales de Saucay y Saymirín de la Empresa Electro Generadora del Austro (ELECAUSTRO), se genera 39,5 MW de energía hidroeléctrica. Además, desde la planta de agua de Tixán de ETAPA-EP, se provee de agua potable al 60 % de la población cuencana, así como de riego para la producción agroecológica en 1 450 hectáreas, beneficiando a 3 900 usuarios de las Juntas de Riego y Drenaje Machángara, Checa-Sidcay-Ricaurte y el canal Sociedad Ricaurte, y agua para 134 industrias del Parque Industrial.

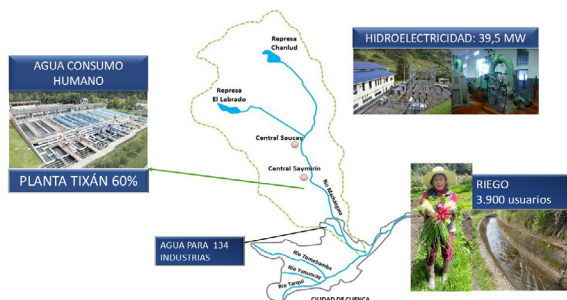


Figura 1

Esquema del aprovechamiento de agua en la cuenca del Machángara

Problemática

Al igual que en muchas otras cuencas, en la de Machángara se enfrentan problemas relacionados con la quema de pajonal y el cambio de uso de suelo en páramos, bosques y chaparrales, debido a la expansión de la frontera agropecuaria. A esto se suman los impactos del cambio climático, siendo la sequía hidrológica la principal amenaza climática identificada para la cuenca.

Los sectores más expuestos a esta amenaza incluyen la agricultura, la generación hidroeléctrica, el ámbito social y el medioambiental, lo que podría generar impactos significativos como la paralización de la generación hidroeléctrica, la reducción de la productividad, la pérdida de biodiversidad y el deterioro agropecuario.

En este contexto, es necesario generar acciones que compatibilicen la producción con la conservación ecosistémica. Para ello, el 28 de julio de 1998 se conformó el Comité de Conservación de la Cuenca del Río Machángara, con la participación de instituciones del sector público, comunitario y la academia, asociadas en razón de sus competencias, con el fin de contribuir a la protección de los recursos naturales de la cuenca del río Machángara. Actualmente, los constituyentes son:

- GAD parroquial rural de Checa
- GAD parroquial rural de Chiquintad
- GAD parroquial rural de Gualleturo
- GAD parroquial rural de Nazón

- Junta de Riego y Drenaje Machángara
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE)
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
- Gobierno Provincial del Azuay
- Empresa Electro Generadora del Austro (ELECAUSTRO)
- Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca (ETAPA-EP)
- Universidad de Cuenca

Figura 2
Constituyentes
del Comité de
Conservación



El objetivo de su creación es "lograr una efectiva coordinación entre las instituciones y los usuarios de la cuenca del Machángara, e involucrar a sus líderes en programas de desarrollo sustentable como medio para la gestión integral de los recursos naturales". Entre los fines que se plantean, están los siguientes:

- Promover la gestión integral del recurso hídrico en la cuenca media y alta del río Machángara.

- Planificar acciones para el uso adecuado del suelo, en función de la vocación del suelo de la cuenca.
- Coordinar el uso responsable del recurso hídrico en la cuenca.
- Difundir estrategias de manejo comunal–institucional de los recursos naturales de la cuenca del Machángara.
- Gestionar y coordinar los acuerdos entre los socios del Comité de Conservación de la cuenca del río Machángara, así como con los actores clave de la cuenca, para la implementación efectiva de las estrategias de conservación.

Para cumplir con estos fines, se establece una arquitectura organizacional integrada por:

- Asamblea General: máximo órgano de decisión, conformado por máximas autoridades o representantes legales de las diferentes instituciones que lo integran.
- Directorio: instancia conformada por el/la presidente, vicepresidente, director de la Comisión Técnica, y secretaria/o del Comité.
- Comisión Técnica: órgano de coordinación conformado por los técnicos delegados principales y alternos de cada institución integrante, con un director y un subdirector.
- Secretaría Técnica: cumple un rol transversal a todas las instancias, ya que es el nexo entre la parte gerencial, la técnica y las comunidades.

MODELO DE GESTIÓN

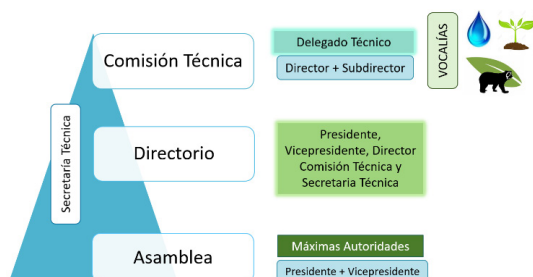


Figura 3

Organigrama del Comité de Conservación de la cuenca del río Machángara (ETAPA EP, s. f.-b)

Accionar estratégico

La gestión de una cuenca hidrográfica es un proceso dinámico, participativo y estratégico. Por ello, en 2021, con el apoyo económico del proyecto de "Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en el Agua en los Andes (AICCA)", cuyo propósito es generar y compartir conocimiento técnico sobre adaptación climática para la formulación de políticas y acciones (GEF/CAF y CONDESAN, 2018), se formuló el Plan de Gestión Integral del Área de Recarga Hídrica de la Subcuenca del Río Machángara 2021-2031.

Visión: el Área de Recarga Hídrica de la Subcuenca del Río Machángara será un referente de buena gestión a nivel local, nacional e internacional. Contará con una base de participación ampliada a los actores públicos, privados y comunitarios de su zona de influencia, quienes desarrollarán una cogestión sostenible del área de recarga hídrica que satisface la demanda multisectorial del agua y contribuye a la sostenibilidad de los valores de conservación y servicios ecosistémicos, con el fin de disminuir la vulnerabilidad ante los posibles impactos del cambio climático. La población de su zona de influencia estará empoderada y será corresponsable en la conservación, implementando buenas prácticas productivas y ambientales.

Misión: conservar el Área de Recarga Hídrica de la Cuenca del Río Machángara en corresponsabilidad con los actores locales, para satisfacer la demanda de agua en cantidad, calidad y oportunidad.

Objetivos estratégicos

1. Mantener la integridad del Área de Recarga Hídrica y sus servicios ecosistémicos, principalmente el agua, a través de la protección de sus valores de conservación, de manera que se incremente su capacidad de resiliencia frente a posibles impactos del cambio climático.
2. Reorientar la agricultura y ganadería de la zona mediante la integración de prácticas sostenibles que no comprometan la sustentabilidad del territorio.

3. Diseñar e implementar un plan de gestión de riesgo con su correspondiente estrategia de monitoreo, para hacer frente a posibles eventos adversos.
4. Consolidar un sistema de gobierno participativo multiactor y multinivel, que integre los intereses y compromisos de los usuarios y los actores públicos, privados y comunitarios en la gestión sostenible del área de recarga hídrica.
5. Alcanzar niveles importantes de apropiación y participación de los actores locales en la gestión del área de recarga hídrica, a través del fortalecimiento de la estrategia de educación y comunicación permanentes.

Para el cumplimiento de estos objetivos estratégicos, se estructuran las acciones en la cuenca en base a programas y proyectos organizados en el Plan de Manejo del Área de Recarga Hídrica, divididos en cuatro componentes: ambiental, social, económico y comunicacional.



Figura 4

*Componentes del
Plan de Manejo del
Área de Recarga
Hídrica*

Principales resultados

Conciliar los distintos usos y aprovechamientos del agua, teniendo como referente la conservación, protección y la sostenibilidad ecosistémica, al mismo tiempo que se aporta al mejoramiento de las condiciones de vida de la población de la cuenca, es prioridad para el Comité de Conservación de la Cuenca del Río Machángara. Por ello, con base en los cuatro componentes del Plan de Manejo, alineados a los ODS y al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, se

priorizan de manera participativa con los integrantes de la Comisión Técnica y los actores locales. Los programas y proyectos se ejecutan a través del Plan Operativo Anual (POA), aprobado por la Asamblea General. Para su implementación, se firma un convenio de cooperación interinstitucional en el cual, conforme a las competencias de cada institución, se establecen los aportes técnicos y económicos para la ejecución.

En el componente ambiental, se desarrollan cuatro líneas estratégicas: control y vigilancia, rehabilitación de ecosistemas alterados, fortalecimiento del sistema de monitoreo hidrometeorológico y monitoreo de la calidad y cantidad de agua y biodiversidad.

En cuanto a la rehabilitación de ecosistemas alterados, se trabaja en el programa de protección de fuentes hídricas con participación comunitaria. Bajo el lema “Pon tu huella, siembra un árbol”, se han sembrado 466 000 plantas forestales multipropósito (hasta la fecha), en diversos sistemas agroforestales y silvopastoriles, donde también se han implementado programas de conservación y rehabilitación de suelos. Además, se ha implementado un total de 24 km de filtros biológicos en las márgenes de ríos y quebradas, contribuyendo a la conectividad biológica, lo que mejora la calidad del agua, estabiliza las márgenes y favorece la conservación ecosistémica.

En esta misma línea estratégica, se desarrolla el programa de áreas de conservación institucional, liderado por el Ministerio de Ambiente, que declaró 41 800 hectáreas como Refugio de Vida Silvestre Machángara-Tomebamba. De estas, 19 000 hectáreas localizadas en la cuenca se han integrado al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), garantizando la conservación ecosistémica y la provisión de servicios ambientales como el agua para consumo humano, riego, regulación del clima y la generación de alternativas para el desarrollo sostenible inclusivo.

En la línea estratégica de control y vigilancia, se implementa el programa de Prevención y Control de Incendios Forestales, identificado como una de las principales acciones antrópicas que se presentan durante el verano y que afectan importantes ecosistemas proveedores de agua, como los bosques, páramos y humedales. Por ello,

ELECAUSTRO, a través de convenios con los Gobiernos Autónomos Parroquiales Rurales de Checa y Chiquintad, mantiene dos cuadrillas de 14 personas cada una. Además de realizar el mantenimiento vial en estas parroquias, los miembros de las cuadrillas, quienes han sido capacitados como inspectores honoríficos de vida silvestre y bomberos forestales por el MAATE y el Cuerpo de Bomberos de Cuenca, también brindan apoyo en el combate de los incendios forestales. También se capacita a la población estudiantil de unidades educativas en la prevención de incendios forestales.

En el componente económico, se trabaja en el proyecto “Fortalecimiento de actividades agrícolas sostenibles como incentivo a la conservación”, cuyo objetivo es apoyar a las familias que poseen predios en el área de recarga hídrica, a mejorar la productividad en las parcelas familiares, sin aumentar la frontera agrícola. Este trabajo ha permitido incrementar la economía familiar, mejorar la seguridad alimentaria y evitar el cambio de uso de suelo en 16 000 hectáreas de pajonal y 2 081 hectáreas de chaparro, como muestra el análisis multitemporal, entre 2010 y 2017, realizado por ETAPA EP.

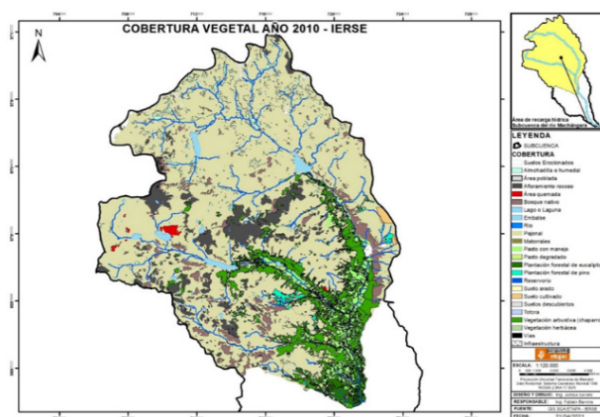
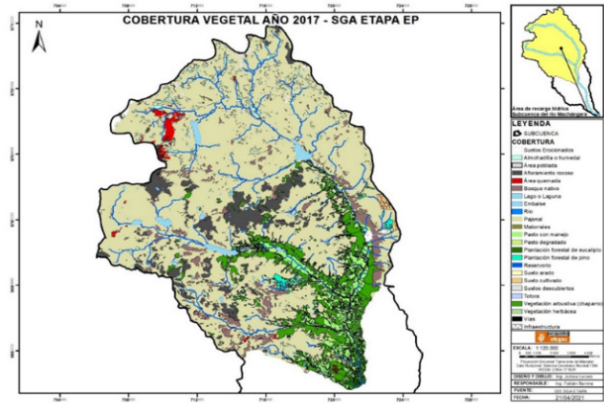


Figura 5
Mapa de cobertura vegetal de los años 2010 y 2017



Como estrategia de democratización del conocimiento, se ha capacitado a aproximadamente 500 familias de las parroquias Checa, Chiquintad y Sinincay, logrando sensibilizar y comprometer a la población en la priorización de la conservación ecosistémica en la cuenca alta.

Además, se han promovido actividades productivas en la cuenca media y baja, así como la aplicación de tecnologías para el uso eficiente del agua, como los cultivos hidropónicos, que permiten ahorrar espacio y agua. Todo esto contribuye a que la población local se convierta en gestora activa de su desarrollo.

Figura 6
*Valores de
comercialización del
grupo Saucay*

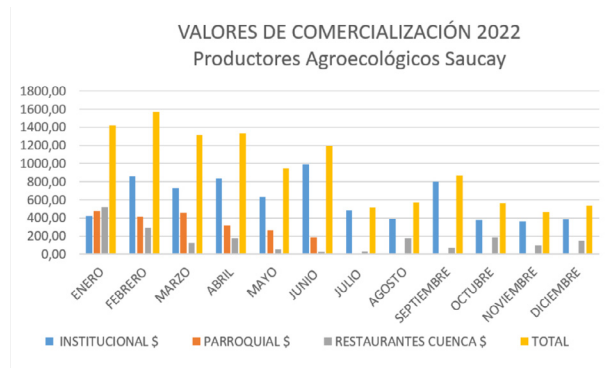




Figura 7
*Producción en
invernadero*

En el componente de Comunicación se desarrollan dos líneas estratégicas: Educación Ambiental y posicionamiento del Comité de Conservación. En Educación Ambiental, considerando que la formación programática ambiental genera conocimiento que conduce hacia una actitud sensible y responsable en el cuidado y conservación del medio ambiente, se ejecutan dos programas: Educación Ambiental Rural “Agua Vida”, llevado a cabo por ETAPA EP desde el año 2004, con las escuelas rurales de la cuenca, con el objetivo de contribuir con la gestión sostenible del agua, promoviendo la corresponsabilidad en la comunidad educativa, para garantizar la seguridad hídrica, en el marco del ODS 13. Mediante métodos lúdicos, se ha capacitado hasta la fecha a 2 507 estudiantes, 565 padres de familia y 109

profesores. Además, el involucramiento de la comunidad educativa ha generado espacios de aprendizaje, como los huertos escolares, que contribuyen a la seguridad alimentaria y mejoran la nutrición infantil.

El segundo programa, Educación Ambiental "Aprendiendo con Energía" es ejecutado por ELECAUSTRO desde 2006 con las escuelas urbanas del cantón Cuenca. Su objetivo es establecer las bases de una educación ambiental práctica, contribuyendo a la formación integral de los niños mediante estrategias y herramientas que permitan reducir las agresiones ambientales. Cada año, en diciembre, se realiza un concurso de maquetas con material reciclado, del cual resultan siete escuelas ganadoras que reciben una visita guiada al Complejo Hidroeléctrico Machángara. Allí, los estudiantes tienen la oportunidad de involucrarse en el proceso de generación de energía hidroeléctrica, observar la preservación de la naturaleza y participar en actividades didácticas vinculadas a la conservación de la biodiversidad.

Hasta el momento, 3 300 niños han participado en este programa. Las acciones de la cuenca se difunden a través de la cuenta de la red social X, @cmt_machangara.

Conclusión

Los avances en la gestión de la cuenca del Machángara dan cuenta que el trabajo interinstitucional es sostenible por el compromiso que existe de las autoridades institucionales, lo que se refleja en que los Planes Operativos Anuales (POA) del Comité son parte de los POA de los constituyentes.

Implementar programas productivos que compatibilicen la conservación con la producción, beneficia a la población local en el mejoramiento de la economía familiar, a la soberanía alimentaria, y a la conservación y sostenibilidad ecosistémica. La formación de capacidades a más de ser una democratización del conocimiento es forjar líderes gestores de su propio desarrollo, desde la realidad y conocimiento local.

Referencias

- Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*, Art. 12. Registro Oficial No. 449 (20 de octubre de 2008).
- Empresa Pública ETAPA EP. (s. f.). *Comité de conservación de la cuenca del río Machángara*. ETAPA EP. Recuperado de <https://www.etapa.net.ec/gestion-ambiental/manejo-de-las-cuencas-hidrograficas/comite/>
- Empresa Pública ETAPA EP. (s. f.). *Comité de Conservación de la cuenca del río Machángara*. Recuperado de <https://webnueva.etapa.net.ec/informacion/gestion-ambiental/manejo-de-cuencas-hidrograficas/comite-de-conservacion-de-la-cuenca-del-machangara>
- Global Environment Facility; CAF-Banco de Desarrollo de América Latina & CONDESAN. (2018). *Proyecto de Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en los Recursos Hídricos de los Andes (AICCA)*: Ecuador. Documento Propuesta del Proyecto (PRODOC), 8 marzo 2018. FLACSO / Ministerio del Ambiente del Ecuador.

Protección y conservación del agua en ríos: avances desde una perspectiva académica en la Universidad de Cuenca

Esteban Sánchez-Cordero
Universidad de Cuenca

Resumen

Los ríos desempeñan un papel esencial como fuentes de agua dulce, hábitats ecológicos y reguladores naturales, pero enfrentan crecientes amenazas debido a las actividades humanas. Este artículo destaca los avances realizados por los miembros del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Cuenca en la protección y conservación del agua en ríos, desde una perspectiva académica integral. Las investigaciones abordan dos ejes principales: la relación entre la calidad del agua y las actividades humanas, y el uso de herramientas avanzadas, como la modelización hidrodinámica, para la gestión sostenible de los ríos. Los estudios revelan que los altos niveles de contaminación bacteriológica y parasitaria, provocados por la gestión inadecuada de aguas residuales, requieren soluciones tecnológicas y regulatorias. Además, los avances en modelización, como GLUE y redes neuronales, han mejorado la precisión de las predicciones en ríos de montaña. Estas contribuciones fortalecen la base científica y ofrecen estrategias prácticas para la protección hídrica en Ecuador y contextos similares.

Palabras clave: protección hídrica, calidad del agua, modelización avanzada.

Introducción

El agua es uno de los recursos más preciados y esenciales para la vida, y los ríos desempeñan un papel fundamental como fuentes de agua dulce, ecosistemas diversos y reguladores naturales. Sin embargo, la creciente presión de las actividades humanas, como la urbanización, la agricultura intensiva y la industria, ha intensificado los riesgos para estos cuerpos de agua, comprometiendo su calidad, disponibilidad y biodiversidad. A nivel mundial, la degradación de los ríos ha despertado un interés significativo en la comunidad científica, lo que ha llevado a un enfoque sistemático en su protección y conservación.

Desde una perspectiva histórica, las primeras iniciativas para estudiar y proteger los ríos se remontan a civilizaciones antiguas como las mesopotámicas y egipcias, que dependían directamente de estos cuerpos de agua para el desarrollo agrícola y social. De manera similar, el Imperio Inca, en los Andes, demostró un profundo conocimiento de los sistemas fluviales. Los incas construyeron avanzados acueductos y canales de riego, no solo para optimizar el uso del agua en la agricultura, sino también para preservar la calidad de las fuentes hídricas, gestionando cuidadosamente los recursos en su complejo entorno montañoso. En la era moderna, la investigación científica comenzó a consolidarse a través de estudios pioneros en hidrología y ecología fluvial, que sentaron las bases para comprender los procesos naturales que regulan los sistemas fluviales.

Estudios recientes han destacado la relación entre la calidad del agua y las actividades humanas, señalando la importancia de abordar la contaminación difusa y puntual como factores críticos para la sostenibilidad de los ríos. Por otro lado, los avances en la modelización hidrodinámica y la gestión integrada de cuencas han proporcionado herramientas clave para evaluar y mitigar los impactos negativos en los sistemas fluviales. Para gestionar estos impactos y evaluar el riesgo asociado, se emplean modelos hidrodinámicos que permiten predecir el comportamiento de los flujos en ríos.

Este manuscrito tiene como objetivo resaltar los estudios realizados por los miembros del Departamento de

Ingeniería Civil de la Universidad de Cuenca, los cuales se enfocan en la protección y conservación del agua en ríos desde una perspectiva académica integral. Las investigaciones abordan, en primer lugar, la estrecha relación entre la calidad del agua y las actividades humanas, analizando cómo esta interacción afecta tanto a los ecosistemas acuáticos como a la disponibilidad del recurso hídrico. Por otro lado, exploran la modelización hidrodinámica como herramienta clave para comprender el comportamiento de los cuerpos de agua y proponer estrategias de gestión sostenible. Estas contribuciones no solo amplían el conocimiento científico en el ámbito regional, sino que también buscan ofrecer soluciones prácticas para enfrentar los desafíos actuales en la gestión del agua.

Relación entre la calidad del agua y las actividades humanas

A lo largo de los últimos años, varios estudios realizados por los miembros del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Cuenca han aportado valiosos conocimientos sobre la relación entre las actividades humanas y la calidad del agua en Ecuador. Estos estudios abarcan desde el tratamiento de aguas residuales hasta el monitoreo de contaminantes bacteriológicos y parasitarios en los ríos, reflejando la necesidad urgente de desarrollar soluciones sostenibles para mejorar el acceso al agua potable y la gestión de los recursos hídricos.

Duque-Sarango et al. (2023) evaluaron la efectividad de un sistema de desinfección con luz ultravioleta (UV) para eliminar bacterias fecales en los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales, con el objetivo de determinar la calidad del efluente que se devuelve al río. El estudio subraya la relevancia de controlar las condiciones del ambiente post-tratamiento para asegurar la calidad del agua, lo que es fundamental para la protección de los ecosistemas acuáticos y la salud pública.

Por su parte, Pauta et al. (2024) se centraron en la reutilización de los efluentes provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales en Cuenca, Ecuador. En su investigación, compararon los métodos convencionales de

tratamiento con la oxidación avanzada para mejorar la calidad del agua tratada, evaluando su viabilidad para diversos usos como riego agrícola y uso recreativo. Los resultados mostraron que ninguna de las técnicas evaluadas resuelve completamente las limitaciones del efluente, especialmente en lo que respecta a materia orgánica, nutrientes y turbidez. Este estudio pone de manifiesto la necesidad urgente de establecer marcos regulatorios adecuados para la reutilización del agua en Ecuador y promover prácticas sostenibles que ayuden a mitigar la escasez hídrica.

Finalmente, el artículo de Pauta et al. (2024) también investigó la presencia de parásitos y bacterias en los ríos de Cuenca. El estudio reveló altos niveles de contaminación bacteriana y parasitaria, especialmente en el río Machángara, que fueron atribuibles a las descargas de aguas residuales domésticas no tratadas. La presencia de microorganismos como *Cryptosporidium* y *Giardia*, que son resistentes a la desinfección convencional, destaca la necesidad de un monitoreo continuo y de mejorar los sistemas de tratamiento de aguas residuales, tanto en áreas urbanas como rurales, para salvaguardar la salud pública y el medioambiente.

Modelización hidrodinámica de ríos

La modelización hidrodinámica es esencial para la comprensión del comportamiento de los flujos en ríos, especialmente en los complejos entornos de los ríos de montaña, donde la morfología y la rugosidad juegan un papel crucial. Diversos estudios han investigado las metodologías para calibrar y mejorar los modelos unidimensionales (1D) aplicados a estas regiones, destacando la importancia de parámetros como el coeficiente de rugosidad.

Cedillo et al. (2024) y Cedillo et al. (2021) analizan la diferencia entre la rugosidad física medida en campo y la rugosidad efectiva calibrada en los modelos hidrodinámicos 1D, encontrando que el valor de la rugosidad varía dependiendo de la morfología del río (cascada, pozas escalonadas o lecho plano). Estos estudios subrayan que las diferencias entre ambos tipos de rugosidad pueden influir en la precisión de las predicciones del flujo, particularmente en entornos con

morfologías complejas como los ríos de montaña.

Además, varios de estos trabajos exploran la implementación de la Estimación Generalizada de Incertidumbre por Máxima Verosimilitud (Generalized Likelihood Uncertainty Estimation-GLUE), una técnica que permite propagar la incertidumbre en los parámetros del modelo, como la rugosidad. Cedillo et al. (2024) destacan que la elección de la función de verosimilitud y el umbral de corte son factores determinantes para reducir la incertidumbre en los resultados del modelo. Estos factores son cruciales para asegurar que los parámetros calibrados sean representativos del comportamiento real del río, especialmente cuando los modelos simplifican las condiciones del flujo.

En paralelo, la aplicación de tecnologías innovadoras, como las Redes Neuronales Informadas por la Física (Physics-Informed Neural Networks-PINN) y el aprendizaje profundo informado por la física (Physical Informed Deep Learning-PIDL), ha mostrado un gran potencial para mejorar la predictibilidad en modelos de flujo. Cedillo et al. (2022) y Cedillo et al. (2021) investigan el uso de estas metodologías para predecir perfiles de agua en ríos de montaña con morfologías complejas, logrando una capacidad predictiva destacada en flujos lentos y rápidos, aunque con algunos desafíos en la coincidencia exacta de la ubicación y la longitud de los saltos hidráulicos.

El uso de modelos unidimensionales, como el HEC-RAS, sigue siendo ampliamente relevante en la modelización hidrodinámica, como se evidencia en los estudios de Cedillo et al. (2021) y Cedillo et al. (2024), quienes subrayan la necesidad de mejorar el proceso de calibración de los parámetros de rugosidad. Estos trabajos sugieren que el ajuste adecuado de la rugosidad en modelos hidrodinámicos es fundamental para garantizar predicciones precisas en ríos de montaña, considerando no solo los datos de campo, sino también las variaciones morfológicas y el comportamiento no lineal de los flujos.

Consideraciones finales

La protección y conservación del agua en los ríos exige un

enfoque multidisciplinario que combine la comprensión de los problemas existentes, el análisis científico y la implementación de herramientas innovadoras para enfrentar los desafíos actuales. Este manuscrito destaca las investigaciones realizadas por los miembros del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Cuenca, enfocadas en analizar la interacción entre las actividades humanas y la calidad del agua, así como en incorporar avances en la modelización hidrodinámica.

En primer lugar, los estudios realizados evidencian que los problemas de calidad del agua, como la contaminación bacteriológica y parasitaria, están directamente asociados a las actividades humanas, especialmente a la gestión inadecuada de aguas residuales. Los hallazgos subrayan además la necesidad de implementar tecnologías más avanzadas de tratamiento, establecer marcos regulatorios sólidos y promover prácticas sostenibles para mitigar los impactos de la contaminación en la salud pública y en los ecosistemas acuáticos.

En segundo lugar, los avances en la modelización hidrodinámica se presentan como herramientas fundamentales para la gestión sostenible de los ríos. Investigaciones sobre la calibración de modelos en ríos de montaña resaltan la relevancia de parámetros como el coeficiente de rugosidad para mejorar la precisión en las predicciones de flujo. Además, la aplicación de técnicas como GLUE y redes neuronales informadas por la física ha permitido reducir la incertidumbre en los modelos, proporcionando soluciones prometedoras para abordar los retos de la modelización en entornos fluviales complejos.

Finalmente, este manuscrito enfatiza las contribuciones del Departamento de Ingeniería Civil, destacando cómo sus investigaciones no solo refuerzan la base científica para la conservación de los ríos en Ecuador, sino que también establecen un precedente valioso para futuras iniciativas de protección hídrica en regiones con desafíos similares. Asimismo, los trabajos realizados promueven el desarrollo de estrategias innovadoras que integran conocimientos científicos avanzados con enfoques prácticos diseñados para abordar problemas locales de manera efectiva.

Referencias

- Cedillo, S., Á. Vázquez-Patiño, A. Sánchez-Cordero, P. Duque-Sarango, y E. Sánchez-Cordero. «Effect of the Likelihood Function on the Calibration of the Effective Manning Roughness Factor» *Water*, 2024: 16, 2879. <https://doi.org/10.3390/w16202879>.
- Cedillo, S., E. Sánchez-Cordero, L. Timbe, E. Samaniego, y A. Alvarado. «Patterns of Difference between Physical and 1-D Calibrated Effective Roughness Parameters in Mountain Rivers» *Water*, 2021: 13, 3202. <https://doi.org/10.3390/w13223202>.
- Cedillo, S., Núñez, AG., Sánchez-Cordero, E. et al. «Physics-Informed Neural Network water surface predictability for 1D steady-state open channel cases with different flow types and complex bed profile shapes» *Adv. Model. and Simul. in Eng. Sci.*, 2022: 9, 10. <https://doi.org/10.1186/s40323-022-00226-8>.
- Cedillo, S., Sánchez-Cordero, E., Duque-Sarango, P. et al. «Analysis of the Likelihood Function and Cutoff Threshold in the GLUE Procedure for Calibration of the Resistance Parameters of Mountain Rivers.» *Water Resour Manage*, 2024: 38, 4361-4377. <https://doi.org/10.1007/s11269-024-03869-x>.
- Cedillo, S., Sánchez-Cordero, E., Samaniego, E., Alvarado, A. «Exploratory Study of Physic Informed Deep Learning Applied to a Step-Pool for Different Flow Magnitudes.» En *Communication, Smart Technologies and Innovation for Society. Smart Innovation Smart Innovation, Systems and Technologies* vol 252., de Á., López-López, P.C., Salgado-Guerrero, J.P. (eds) In: Rocha. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4126-8_26, 2022
- Cedillo, S., Timbe, L., Sanchez-Cordero E., Samaniego, E., Narea, K., Alvarado, A. «Differences Between Effective and Physical Roughness Parameter- A Headwater Mountain River Experiment.» 2021: pp. 1-4, doi: 10.1109/ETCM53643.2021.9590636.
- Duque-Sarango, P., L. Romero-Martínez, V. Pinos-Vélez, E. Sánchez-Cordero, y E. Samaniego. «Comparative Study of UV Radiation Resistance and Reactivation Characteristics of E. coli ATCC 8739 and Native Strains: Implications for Water Disinfection.» *Sustainability*, 2023 : 15, 9559. <https://doi.org/10.3390/su15129559>.
- Pauta, G., G. Vázquez, V. Carrillo, y C. Torres. «Bacterial and Parasitic Characterization of the Rivers in Cuenca, Ecuador.» *Water*, 2024: 16, 2016. <https://doi.org/10.3390/w16142016>.
- Pauta, G., G. Vázquez, V. Carrillo, y C. Torres. «Comparative Analysis of Conventional Treatment and Advanced Oxidation Applied to Effluent from Stabilization Ponds in Terms of Subsequent Reuse of Treated Water. .» *Water*, 2024: 16, 3400. <https://doi.org/10.3390/w16142016>.

CESFA: un enfoque interdisciplinario para la sostenibilidad y la gestión del agua en comunidades rurales

Esteban Andrés Ayala Sigüenza
Emilia Alejandra Barbecho Ordoñez
Ester Dávila Tavío
David Herman Peñaloza Ganán
Melissa Paulette Quintuisaca Collaguazo

CESFA

Resumen

El Club Estudiantil Sin Fronteras por el Agua (CESFA) representa una iniciativa innovadora en el ámbito de la sostenibilidad, consolidándose como una organización interdisciplinaria de pregrado, donde el conocimiento académico se traduce en acciones concretas de impacto social, mediante proyectos especializados en comunidades rurales. Este artículo explora la metodología aplicada por CESFA y los principales resultados de su accionar en los territorios, evidenciando cómo las iniciativas estudiantiles pueden contribuir significativamente a la solución de problemas complejos relacionados con los recursos hídricos.

Palabras clave: CESFA, gestión del agua, saneamiento, recursos hídricos.

Introducción

CESFA trabaja en la gestión y el manejo eficiente de recursos hídricos. En el contexto actual, resulta preocupante que numerosas comunidades rurales continúen enfrentando obstáculos significativos para acceder a estos servicios esenciales, como el acceso al agua potable y al saneamiento, los cuales constituyen un derecho humano fundamental, ratificado en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua del Ecuador. En su artículo 4, se expresa que el acceso al agua es un derecho humano y que el Estado debe garantizar su acceso de forma equitativa, así como la gestión integral y participativa (República del Ecuador, 2014).

La fortaleza distintiva de CESFA radica en su capacidad para integrar diversas disciplinas académicas en la ejecución de sus proyectos. Esta colaboración interdisciplinaria ha permitido desarrollar una metodología integral que comprende estudios técnicos, investigación social, análisis de muestras y encuestas, para finalmente establecer una propuesta de soluciones que responden efectivamente a las necesidades específicas de cada comunidad.

Esta metodología se basa en intervención, participación, restauración y fortalecimiento, y evaluación y seguimiento. Y tiene como base el diálogo y la construcción colectiva del conocimiento, promoviendo encuentros y construyendo proyectos que permitan el empoderamiento de las comunidades en la gestión de sus recursos hídricos. Al mismo tiempo, contribuyen a la sostenibilidad de las estrategias territoriales asociadas al agua y fomentan procesos de investigación participativa (Parrilla et al., 2016; Cuéllar y Kandel, 2015).

Metodología

La metodología implementada por CESFA busca garantizar un abordaje integral y sistemático de las problemáticas asociadas a la gestión hídrica en comunidades rurales (Hernández et al., 2014). A continuación, se describirán cada uno de estos componentes.

Intervención

Involucra todas aquellas acciones necesarias mediante las cuales las áreas que conforman CESFA buscan recopilar el máximo de información posible en cada una de las comunidades con las cuales se va a trabajar. Esta fase se divide en:

a) Contacto

El proceso inicia con acercamientos con líderes comunitarios como puentes de comunicación. Este primer paso permite el acceso directo a la comunidad para obtener los acuerdos necesarios ante la intervención del club, facilitando el trabajo dentro del territorio.

b) Investigación y diagnóstico

Una vez en territorio, se realiza una evaluación diagnóstica de la situación actual mediante un enfoque multidisciplinario. Desde la perspectiva sociológica, se llevan a cabo encuestas y entrevistas para comprender las percepciones comunitarias sobre el acceso al agua y su influencia en la dinámica social de la comunidad. Esta fase incluye la recopilación de información socioeconómica, costumbres y tradiciones, y la forma en que se gestionan los recursos a nivel comunitario.

Simultáneamente, el equipo jurídico examina el marco normativo vigente y el cumplimiento de los derechos y deberes relacionados con el manejo de los recursos hídricos y ambientales en contextos rurales.

Por otro lado, el ámbito técnico se maneja desde un enfoque asociado a la ingeniería ambiental, ingeniería civil e ingeniería agronómica. En este sentido, se realiza un levantamiento detallado de la infraestructura civil actual relacionada al abastecimiento de agua potable y saneamiento, complementado por la identificación de fuentes naturales de agua y su relación con la producción agrícola y ganadera local. Además, se llevan a cabo análisis rigurosos de la calidad del agua, tomando en cuenta parámetros físico-químicos como color, turbidez, pH, metales, junto con un análisis microbiológico. Esto permite dimensionar el impacto que los sistemas de abastecimiento de agua y

el saneamiento tienen sobre la salud y los sistemas agro-productivos y ganaderos locales. Dentro de esta fase, se realizan las siguientes actividades:

- Aplicación de encuestas y entrevistas a miembros de las comunidades beneficiarias para identificar necesidades prioritarias.
- Levantamiento de mapas y planos de las comunidades con el fin de visualizar la infraestructura existente y las fuentes de agua disponibles.
- Toma de muestras de agua y posterior análisis en laboratorio para evaluar su calidad y determinar problemas de contaminación.
- Análisis de procesos y gestión agroproductiva y ganadera.

Participación comunitaria

La integración y participación activa de la comunidad constituye el pilar esencial de la metodología de CESFA. En este sentido, se desarrollan diferentes talleres de capacitación diseñados por sociólogos, basados en el contexto social y cultural de las comunidades, y mediante la síntesis de diferentes temas de interés, asociados a las diversas áreas de trabajo de CESFA. Dentro de esta fase, se desarrollan las siguientes actividades:

- Talleres de sensibilización y capacitación en gestión del agua y buenas prácticas de saneamiento.
- Integración de los habitantes en el diseño y ejecución de soluciones, garantizando la apropiación de las iniciativas.

Estas actividades permiten resaltar el enfoque multidisciplinario de CESFA, donde, gracias al área de Sociología, se logra diseñar estrategias de enseñanza adaptadas a la realidad cultural y social de la comunidad. Esto se complementa con el área de Jurisprudencia, a través de la explicación de los derechos y normativas sobre el acceso al agua y al saneamiento, y con las Ingenierías, mediante la enseñanza sobre la importancia del tratamiento adecuado, la

gestión sostenible del recurso, las técnicas de construcción y uso, así como la generación de manuales de operación y mantenimiento de los elementos.

Este enfoque asegura que la comunidad no solo reciba formación técnica, sino que también se apropie de los conocimientos necesarios para mantener y gestionar de manera sostenible los recursos hídricos y las infraestructuras de saneamiento, contribuyendo al éxito a largo plazo de las iniciativas implementadas.

Restauración y fortalecimiento

Los dos ejes que se abordan en esta fase van de la mano, ya que dependen del estado actual de las comunidades y de las necesidades específicas que presentan. Gracias a la identificación de estas necesidades, se podrán generar diversos procesos enfocados en la recuperación de lo que se ha perdido, el mejoramiento, el impulso y la innovación de lo que ya existe.

Las soluciones técnicas se desarrollan mediante una colaboración interdisciplinaria, basándose en la información obtenida a través del levantamiento realizado con las comunidades. Por lo tanto, comprendiendo las necesidades de la comunidad, se busca la generación de soluciones integrales que permitan el fortalecimiento o recuperación de las zonas.

Es importante destacar que esta metodología multidisciplinaria busca generar soluciones adaptadas a las condiciones locales, considerando aspectos técnicos, ambientales y socioculturales. De esta forma, las actividades desarrolladas dentro de este eje son las siguientes:

- Análisis ambiental y gestión de acciones de conservación o restauración.
- Desarrollo de proyectos como sistemas de captación de agua lluvia, filtración y tratamiento de aguas residuales.
- Aplicación de tecnologías sostenibles adaptadas a las condiciones locales e innovadoras.

Evaluación y seguimiento

La fase de evaluación y seguimiento es crucial para garantizar la sostenibilidad de las intervenciones a largo plazo. No solo se habla de un proceso futuro, sino también del momento en que las comunidades se involucran con los proyectos propuestos. Es en este momento cuando cada diseño, propuesta y capacitación se socializa, se discute y se pone a debate con los miembros de la comunidad. Esto permite conocer el grado de interés, el apoyo que se recibirá de la comunidad y cómo se pueden mejorar las propuestas.

Se busca que las asambleas generales, tanto entre directivos y voluntarios del club como con los miembros de la comunidad, lleguen a resoluciones participativas, donde cada uno aporte ideas y valide el proyecto. Además, se definen de forma clara las fechas, los costos y los compromisos de los involucrados. Una vez puestos en marcha los procesos, se pretende dar seguimiento a los mismos. En este caso:

- Los ingenieros civiles evalúan la durabilidad de la infraestructura, el rendimiento y la funcionalidad de los sistemas implementados.
- Los ingenieros ambientales monitorean continuamente la calidad del agua, los entornos y los indicadores de conservación.
- Los sociólogos analizan la percepción comunitaria sobre los cambios implementados.
- Los ingenieros agrónomos evalúan el impacto en la productividad local.
- El equipo jurídico verifica el cumplimiento continuo de los marcos legales relacionados con el uso del agua.

De esta manera, la metodología integral implementada por CESFA permite desarrollar soluciones efectivas y sostenibles que responden a las necesidades específicas de cada comunidad, garantizando la apropiación local y el impacto a largo plazo de las intervenciones. En resumen, este apartado presenta los siguientes aspectos:

- Monitoreo de la efectividad de las intervenciones.
- Capacitaciones sobre conservación, mantenimiento, operación y gestión social-jurídica-financiera.
- Evaluación del impacto social y ambiental mediante indicadores establecidos.

Resultados

La implementación de los proyectos de CESFA ha generado resultados significativos en las comunidades rurales intervenidas. A continuación, se sintetizan los principales resultados obtenidos:

En las comunidades de Sumsum y Latapamba de la parroquia Baños, se centraron en el análisis y evaluación para la instalación de sistemas de saneamiento. La primera fase del proyecto consistió en un diagnóstico realizado mediante 32 entrevistas y encuestas a usuarios del sistema de agua, representantes de hogar y personas aledañas en el área de influencia de estos futuros sistemas. Este diagnóstico permitió evaluar la viabilidad del sistema en la comunidad de Sumsum, donde se concluyó que la instalación es viable. El trabajo fue realizado por un grupo de 14 voluntarios en tres jornadas de 8 horas cada una.

Por otro lado, en la comunidad de Acchayacu de la parroquia Tarqui, un grupo de 24 voluntarios, organizados en diversos equipos, trabajó en el diagnóstico del catastro, la red de distribución, las estructuras hidroeléctricas y la calidad del agua en el sistema de tratamiento de agua potable de la comunidad. Este trabajo se llevó a cabo durante un período de seis meses y, hasta la fecha, ha tenido avances importantes.

El primer equipo, compuesto por estudiantes de ingeniería civil, ingeniería ambiental y sociología, realizó el catastro del 80 % de los usuarios de la red, lo que permitió actualizar la base de datos con las coordenadas geográficas de los usuarios, así como las situaciones y percepciones socioambientales. Se realizaron un total de 89 encuestas de 114 usuarios, lo que proporcionó una visión más precisa de las necesidades y condiciones del sistema.

Con esta información, y el registro georreferenciado del total de medidores que componen la red de

distribución, se ha logrado establecer mediante planos técnicos, la composición completa y zonificada de la red de distribución, incluyendo sus respectivos diámetros de tubería, logrando definir de forma clara y visual lo que la comunidad ya conocía, pero mediante herramientas tecnológicas y técnicas, lo que permite a la comunidad contar con documentos de gran validez para futuros proyectos. De igual forma, esta red fue evaluada hidráulicamente mediante programas de computador, donde se demostró y aseguro la viabilidad del sistema.

A la par, un equipo de estudiantes de ingeniería civil evaluó y recogió información sobre los tipos de estructuras hidrotécnicas que componen el sistema. Se identificaron un total de tres tanques de almacenamiento, dos captaciones superficiales y una subterránea, así como dos tanques rompepresiones. Además, se constató la inexistencia de un sistema de tratamiento ni de desinfección.

Finalmente, el último de los equipos de estudiantes recolectó muestras de agua de cada uno de los sistemas de almacenamiento de agua potable disponibles en las zonas de Rambran, Paquisha, Pukapungo y Parcotoma. Estas muestras fueron sometidas a los respectivos ensayos de laboratorio, cumpliendo con la normativa ecuatoriana. Los resultados obtenidos permiten asegurar la calidad del agua en cuanto a parámetros químicos. Sin embargo, los ensayos también demostraron que, al no existir un sistema de tratamiento y desinfección, los parámetros físicos y microbiológicos superan los límites establecidos por la norma, sin embargo, resalta la importancia de la conservación de las fuentes hídricas.

Concienciación y educación ambiental

El alcance comunitario de las actividades de CESFA es notable, con más de 200 beneficiarios directos e indirectos en cinco comunidades diferentes, de las cuales tres han sido intervenidas, gracias a los talleres sobre gestión del agua, diseñados con un enfoque sociológico adaptado a cada contexto cultural. Este enfoque ha permitido que las comunidades comprendan mejor la importancia del manejo sostenible del recurso hídrico. Además, gracias al

enfoque multidisciplinario de las actividades, se ha fortalecido la conciencia comunitaria sobre la necesidad de gestionar adecuadamente el agua. A su vez, este proceso ha permitido que cada voluntario se acerque más a la realidad latente del cantón, ampliando su visión y compromiso con las problemáticas locales.

Análisis y cartografía

Se ha desarrollado un sistema de mapeo hídrico que optimiza la gestión del agua en las zonas intervenidas, no solo como una respuesta técnica, sino también con un enfoque social. Este sistema permite evidenciar las percepciones de las comunidades sobre su territorio, tomando en cuenta las áreas afectadas por actividades como la agricultura, las lotizaciones, la ganadería o los asentamientos, que pueden o no influir en la calidad ambiental y en los recursos hídricos.

Este trabajo incorpora estudios de infraestructura, complementados con análisis agronómicos que establecen correlaciones entre la disponibilidad de agua, la productividad local y el uso del suelo. La información recabada ha sido fundamental para la planificación estratégica del uso del recurso, permitiendo obtener datos clave sobre la calidad del agua en las comunidades.

Con el apoyo del Laboratorio de Sanitaria de la Universidad de Cuenca, se han establecido criterios importantes que deben ser considerados, como la falta de tratamiento o una desinfección inadecuada, la presencia de color y turbidez en el agua que exceden los límites establecidos por la Norma Técnica INEN 1108 (2014). A partir de estos análisis, se ha evidenciado un alto nivel de coliformes en el agua, superando 10 veces los límites permisibles de la norma mencionada, lo que representa un riesgo significativo para la salud pública en términos de saneamiento.

Estos resultados se correlacionan con los diagnósticos obtenidos en el territorio mediante las encuestas levantadas, donde se identifica la necesidad urgente de fuentes alternas de consumo o de métodos de desinfección mucho más eficientes para mejorar la calidad del agua y garantizar la salud de la comunidad.

A



B



Figura 1

*Trabajo comunitario
en la comunidad de
Acchayacu-Tarqui.*

*A) Levantamiento
de información en
campo.*

*B) Levantamiento de
obras civiles.*

*C) Toma de muestras
para análisis de
calidad de agua.*

C



Vinculación interinstitucional

CESFA ha establecido una red robusta de colaboración interinstitucional que incluye tanto entidades académicas como gubernamentales. Desde la perspectiva sociológica, se han consolidado vínculos efectivos con actores comunitarios clave, lo que ha facilitado el impacto y la apropiación local de los proyectos. Además, la Dirección General de Vinculación con la Sociedad de la Universidad de Cuenca ha sido una aliada fundamental en el desarrollo de estas iniciativas. Asimismo, se ha fortalecido la colaboración con la Asociación Ecuatoriana de Ingenieros Sanitarios y Ambientales (AEISA), una alianza clave para la capacitación técnica y el fortalecimiento de capacidades en temas relacionados con el saneamiento y la gestión ambiental, contribuyendo al éxito de los proyectos implementados.

¿Cuál es el próximo paso?

El análisis de los resultados obtenidos por CESFA revela importantes hallazgos sobre la efectividad de los enfoques interdisciplinarios en la gestión de recursos hídricos en comunidades rurales, destacando la sostenibilidad a largo plazo como uno de los principales desafíos en la implementación de proyectos hídricos comunitarios. La experiencia de CESFA sugiere que la formación de líderes locales y el desarrollo de capacidades de autogestión son elementos críticos para garantizar la continuidad de las iniciativas más allá de la fase inicial de implementación. Este enfoque de fortalecimiento de las capacidades locales representa una evolución significativa en la manera de abordar proyectos de desarrollo rural.

Los resultados también subrayan la necesidad de equilibrar el rigor técnico con la sensibilidad social en el diseño e implementación de soluciones hídricas. El contacto de CESFA con las comunidades ha demostrado que las intervenciones más exitosas son aquellas que logran integrar efectivamente el conocimiento técnico especializado con un profundo entendimiento de las dinámicas sociales y culturales de las comunidades beneficiarias.

CESFA se presenta como un modelo efectivo de vinculación entre la academia y el desarrollo comunitario sostenible, ya que ha establecido una plataforma donde los estudiantes pueden transformar su conocimiento teórico en soluciones prácticas que aborden desafíos críticos en la gestión del agua en comunidades rurales.

La metodología desarrollada por CESFA, basada en investigación rigurosa y participación comunitaria activa, está generando resultados tangibles en la mejora del acceso al agua y la promoción de la sostenibilidad. Este enfoque no solo ha beneficiado a las comunidades participantes, sino que también ha enriquecido la formación académica de los estudiantes involucrados, proporcionándoles experiencia práctica invaluable en sus respectivos campos de estudio.

En términos de proyección futura, CESFA ha identificado tres áreas estratégicas de desarrollo. Primero, el fortalecimiento de alianzas institucionales, particularmente con la Universidad de Cuenca y organizaciones afines, para ampliar el alcance y la sostenibilidad de sus proyectos. Segundo, la institucionalización de su metodología de trabajo como un modelo replicable de intervención en la sostenibilidad comunitaria. Y tercero, el compromiso que permanece firmemente anclado en su visión original: trabajar incansablemente hacia un futuro donde el acceso equitativo al agua y la sostenibilidad no sean simplemente aspiraciones, sino realidades concretas para todas las comunidades rurales.

Referencias

- Cuéllar, N., y Kandel, S. (2007). Gestión Territorial Rural: Enfoque para fortalecer estrategias de vida de comunidades rurales pobres. *Avance de Investigación*, 1-21.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGraw-Hill.
- INEN. (2014). *NTE INEN 1108 Agua Potable. Requisitos*. Quito. Obtenido de www.inen.gob.ec
- Parrilla, Á., Raposo, M., y Martínez, E. (2016). Procesos de movilización y comunicación del conocimiento en la investigación participativa. *Universidad del Zulia*, 32(12), 2066-2087.
- República del Ecuador. (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*. Quito: República del Ecuador.
- Zambrano, J. C. (2020). Agua potable y saneamiento básico rural como política en territorios con pobreza y violencia. *Revista de Ingeniería*, 70-75.

Calidad de agua y sostenibilidad

Guillermina Pauta Calle
Gabriela Vázquez Guillén
Universidad de Cuenca

Resumen

El artículo aborda el concepto de calidad del agua y su relación con los factores climáticos y geológicos, destacando las principales acciones contaminantes que deterioran la calidad del agua, afectando especialmente los usos destinados al consumo humano. Se explica cómo se mide la calidad del agua a través de índices, los cuales se utilizan como instrumentos de gestión para el control de la contaminación. Finalmente, el artículo propone acciones posibles desde la academia para contribuir al logro de las metas del Objetivo de Desarrollo Sostenible: agua limpia y saneamiento.

Palabras clave: calidad del agua, contaminación, índices de calidad del agua, sostenibilidad.

Calidad del agua

La calidad del agua se refiere al conjunto de parámetros que determinan el estado de la masa de agua de origen. Según el uso que se le quiera dar al recurso, el agua debe cumplir con requisitos físico-químicos, microbiológicos y toxicológicos establecidos en las normativas correspondientes de cada país o región.

La calidad del agua tal como la encontramos en la naturaleza depende fundamentalmente de las características de la cuenca hidrográfica, especialmente de sus suelos y geología. Por ejemplo, el agua superficial que se origina en cuencas donde las rocas principales son impermeables, como las graníticas, contiene muy pequeñas cantidades de materiales disueltos, no más de aproximadamente 30 mg/l. Son aguas blandas, ligeramente ácidas y que pueden colorearse fácilmente de forma natural; datos importantes para nuestras condiciones, ya que el agua se capta en las zonas de páramo o en general en las cuencas altas, y el color es una de las principales características físicas que debe ser corregida mediante tratamiento.

Por otro lado, rocas permeables como la creta y la caliza originan agua limpia, dura, rica en calcio y magnesio, y ligeramente alcalina. Estas rocas forman acuíferos, por lo que en estas zonas el agua está disponible tanto en recursos superficiales como subterráneos.

El agua subterránea, en general, tiene concentraciones de material disuelto superiores a las de las aguas superficiales. Esto se debe al contacto estrecho entre el agua cargada de anhídrido carbónico y las rocas y tierra en el suelo, así como al tiempo de disolución o contacto que experimenta el agua en su paso por las formaciones geológicas.

Agua superficial y su contaminación

El término agua superficial se refiere al agua que se encuentra discurriendo o estancada en la superficie terrestre, como arroyos, quebradas, ríos, lagos y embalses. Esta agua se origina de una combinación de procedencias:

- Escorrentías superficiales: agua proveniente de la lluvia que cae sobre el suelo y fluye directamente hacia un cuerpo superficial mayor.
- Precipitación directa: lluvia que cae directamente sobre la masa de agua.
- Manto intermedio: exceso de humedad en el suelo que drena continuamente hacia el cuerpo de agua.
- Descarga de la capa freática: cuando un acuífero debajo de una masa de agua tiene un nivel lo suficientemente alto, el agua se descarga directamente hacia la masa de agua superficial.

La calidad y cantidad del agua superficial dependen de una combinación entre el clima y los factores geológicos. El perfil de lluvias, por ejemplo, es menos relevante para el agua estancada como la que se encuentra en lagos y embalses, donde el agua se recoge durante períodos largos y se almacena, manteniendo su calidad relativamente estable. En cambio, en ríos y arroyos, el agua constituye un sistema dinámico en constante movimiento, y el volumen de agua dependerá de las condiciones atmosféricas. Esto puede resultar en variaciones extremas del caudal entre el invierno y el verano debido a la mayor intensidad y frecuencia de las lluvias, lo que genera una variación espacial y temporal de la calidad del agua.

Las características de las subcuencas hidrográficas y su cobertura vegetal son factores influyentes en el coeficiente de escorrentía de las corrientes afluentes, así como en los cambios súbitos en la calidad del agua, especialmente en lo que respecta a los parámetros físicos, debido al arrastre de sólidos en suspensión por la escorrentía y al grado de erosión de los suelos.

Si consideramos la sequía como la ausencia de lluvia en una zona de estudio, el agua subterránea puede fluir hacia los cauces, constituyendo un aporte importante al caudal de los ríos. El agua subterránea, de hecho, contribuye sustancialmente al caudal base de muchos ríos, especialmente aquellos en zonas de páramo. Así, cualquier medida encaminada a proteger la calidad del agua subterránea y el suelo en que se desarrolla también protegerá indirectamente el agua superficial.

La contaminación en un ambiente acuático se refiere a la introducción directa o indirecta de sustancias o energía que provocan cambios en la composición del agua, afectando su calidad y los usos del recurso. Dentro del ciclo hidrológico, el agua puede contaminarse de diversas formas. Las precipitaciones traen consigo cantidades apreciables de materia sólida a la tierra, como polvos, polen, cenizas volcánicas, bacterias, esporas e incluso, en ocasiones, organismos más grandes, lo que provoca alteraciones en la calidad del agua.

El mar es el principal origen de las sales que se encuentran disueltas en el agua de lluvia, como cloruros, sulfatos, calcio, magnesio, sodio y potasio. Las emisiones domésticas e industriales a la atmósfera también juegan un papel importante, ya que incorporan materiales a las nubes que posteriormente son devueltos a la tierra durante la precipitación. Entre estos materiales se incluyen productos como disolventes orgánicos, y óxidos de nitrógeno y azufre, que son los responsables de la lluvia ácida.

La cantidad y tipos de impurezas en la precipitación varían dependiendo de la localización y la época del año, y estos contaminantes pueden afectar tanto a los ríos como a los lagos, alterando su calidad y comprometiendo su uso para diferentes actividades humanas y ecológicas.

Las fuentes de abastecimiento

Nuestros actuales suministros de agua provienen de dos fuentes principales del ciclo del agua: superficial y subterránea. Ambas fuentes están interrelacionadas y cada una tiene ventajas y desventajas para su utilización como fuente de abastecimiento. A medida que el agua se mueve a través del sistema de vías superficiales y subterráneas, su calidad se altera de manera significativa. Así, la calidad del agua que sale de la zona de captación será diferente del agua que ha caído en ella como precipitación.

En muchas zonas, especialmente en la sierra del Ecuador, nuestra dependencia del agua es casi exclusiva de la lluvia, tanto para la irrigación como para la provisión de agua potable. Un problema importante a considerar en el país es que las zonas con lluvias más abundantes suelen ser las de menor población. Esto significa que, en muchos

casos, es necesario transportar el agua desde las áreas con mayor precipitación hacia las de mayor demanda, lo que implica un desafío logístico y de infraestructura. Además, esto resalta la importancia de explotar y encontrar suministros alternativos de agua siempre que sea posible, para garantizar la disponibilidad y sostenibilidad del recurso.

Factores antropológicos que modifican la calidad del agua de los ríos

La agricultura tiene un impacto profundo en la calidad de los recursos hídricos debido a su naturaleza, extensión y grado de dispersión, lo que genera contaminación difusa y de difícil control. La adición de grandes cantidades de productos químicos, como fertilizantes, disminuye los nutrientes del suelo, lo que requiere el uso de más fertilizantes para reponer el nitrógeno y el fósforo consumidos por las plantas. Además, el uso de plaguicidas y herbicidas para proteger las cosechas contribuye a la contaminación del agua, ya que estas sustancias son potencialmente contaminantes.

El exceso de nitrógeno, dependiendo de la permeabilidad de los suelos, se transporta hacia las fuentes de agua subterránea, donde continúa el proceso de nitrificación, afectando especialmente la calidad del agua destinada al abastecimiento. De hecho, se ha encontrado que la agricultura orgánica puede ser tan contaminante como la convencional en términos de aporte de nitratos, e incluso en algunos casos mayor, debido a la gran cantidad de estiércol aplicado al suelo.

Por otro lado, la industria tiene efectos más localizados en la calidad del agua superficial y subterránea, ya que las actividades industriales a menudo generan residuos y productos contaminantes que se liberan en el agua. De igual forma, la urbanización, especialmente cuando las aguas residuales domésticas no son tratadas adecuadamente, se convierte en un factor importante en la contaminación de los cuerpos de agua. Estas actividades humanas aumentan la carga de contaminantes en las fuentes de agua, afectando su calidad y disponibilidad para los usos humanos y ecosistémicos.

Medición de la calidad del agua

Una manera sencilla y conveniente de medir la calidad del agua en los ríos es mediante el uso de los Índices de Calidad del Agua (ICA). Estos índices agrupan parámetros técnicos seleccionados y, a través de una escala de valoración, permiten determinar el rango de calidad del cuerpo receptor. Los índices pueden evaluar tanto la calidad físico-química como la microbiológica, e incluso la calidad biológica del agua. Dependiendo del objetivo de su uso, estos índices sirven como herramientas útiles para la gestión y el proceso de toma de decisiones por parte de las entidades encargadas del manejo y control de la calidad de los ríos.

La mayor diferencia entre estos tipos de índices es que los primeros indican las condiciones de la masa de agua en el momento en que se capta la muestra, proporcionando información instantánea de la calidad del agua. Por otro lado, los índices que evalúan la calidad biológica, al considerar el río como un ecosistema, proveen información sobre la evolución de la calidad del medio en el tiempo.

Como ejemplo de cómo se aplica el concepto de calidad del agua, se presenta un estudio realizado en el Laboratorio de Sanitaria de la Facultad de Ingeniería para evaluar la calidad del agua del río Tomebamba en 2013, llevado a cabo por Peñafiel (2014). En este estudio, se utilizó el Índice ICA del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), que emplea 18 parámetros físico-químicos y microbiológicos. Estos parámetros, analizados mediante una ecuación o modelo, permiten obtener niveles de calidad del agua, los cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Rango de clasificación del ICA de acuerdo al criterio general

ICA	Criterio general
85-100	No contaminado
70-84	Aceptable
50-69	Poco contaminado
30-49	Contaminado
0-29	Altamente contaminado

Cuando el agua presenta una fuerte contaminación, el valor del ICA se acerca o es igual a 0 %, mientras que, en aguas limpias con excelentes condiciones, el valor es de 100 %. Dependiendo de este valor, se definen los usos del recurso, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Los usos comunes de las aguas de los ríos

ICA	Criterio general	Abastecimiento público	Recreación	Pesca y vida acuática	Industrial y agrícola
100	No contaminado	No requiere purificación	Aceptable para cualquier deporte acuático	Aceptable para todos los organismos	No requiere purificación
95		Ligera purificación			Ligera purificación para algunos procesos
90					
85		Aceptable			
80					
75					
70	Poco contaminado	Aceptable pero no recomendable	Aceptable excepto para especies sensibles	Sin tratamiento para la industria normal	
65			Dudoso para especies sensibles		
60					
55					
50	Contaminado	Dudoso	Dudoso para el contacto directo	Solo organismos resistentes	Tratamiento en la mayor parte de la industria
45			Sin contacto con el agua		
40		No aceptable			
35			Altamente contaminado		No aceptable
30					
25					
20					
15					
10					
5					
0					

La Tabla 3, a continuación, muestra los valores del ICA durante el período de monitoreo, mientras que la siguiente Tabla 4 define la calidad del agua obtenida en función del valor del ICA.

Tabla 3
Índice de calidad general ICA

Punto de monitoreo		Muestreos								
Estación	Zona	06-mar-13	10-abr-13	02-may-13	04-jun-13	20-jun-13	04-jul-13	12-sep-13	03-oct-13	24-oct-13
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
1	Llaviuco	71,74	75,43	66,02	72,14	74,59	71,72	73,63	70,71	69,36
2	Sayausí	75,07	73,79	66,67	71,37	71,78	70,72	70,67	70,55	71,00
3	Puente del Vado	61,64	67,78	61,81	66,04	64,47	58,19	66,04	59,20	58,96
4	Empresa eléctrica	61,33	61,72	53,18	65,49	55,99	51,89	63,62	57,16	57,03
5	Antes de la J. con la Q. Milchichig	57,92	56,50	50,26	61,48	50,82	49,41	56,28	53,95	56,85
6	Antes de la PTAR	55,55	51,22	48,26	59,33	54,37	47,36	53,28	55,00	54,27
7	Challuabamba	52,31	49,69	41,85	49,77	46,76	44,55	47,28	48,88	49,78

Tabla 4
Criterio general ICA por muestreo y por estación

Estación	06-mar-13	10-abr-13	02-may-13	04-jun-13	20-jun-13
	M1	M2	M3	M4	M5
1	Aceptable	Aceptable	Poco contaminado	Aceptable	Aceptable
2	Aceptable	Aceptable	Poco contaminado	Aceptable	Aceptable
3	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado
4	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado
5	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado
6	Poco contaminado	Poco contaminado	Contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado
7	Poco contaminado	Contaminado	Contaminado	Contaminado	Contaminado

Estación	04-jul-13	12-sep-13	03-oct-13	24-oct-13
	M6	M7	M8	M9
1	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Poco contaminado
2	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
3	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado
4	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado
5	Contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado
6	Contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado	Poco contaminado
7	Contaminado	Contaminado	Contaminado	Contaminado

Se observa una variación temporal y espacial en la calidad del agua. A medida que el curso del río avanza, la calidad se deteriora en todos los monitoreos (variación espacial), lo que restringe los usos del recurso. En las zonas altas, donde se capta el agua para el abastecimiento humano, el deterioro es más grave. Además, en cada estación hay una variación en la calidad, según el momento del análisis (variación temporal). Empresas como ETAPA EP actualizan permanentemente los datos de calidad de sus cuerpos receptores. A la fecha de elaboración de este artículo (febrero de 2025), debido al estiaje, la calidad de los ríos es crítica.

La escasa cantidad de agua que discurre proviene de la escorrentía subterránea, y la pequeña masa de agua experimenta profundos cambios químicos y microbiológicos. Las altas temperaturas ambientales reducen la solubilidad del oxígeno en el agua, lo que favorece procesos anaeróbicos y la eliminación de productos indeseables como ácido sulfhídrico, metano, amoníaco y otros. En estas condiciones, los ríos limitan su función de “receptor de residuos” debido a su baja o nula capacidad de dilución, lo que hace que el valor del ICA probablemente no permita el “mantenimiento del ecosistema”.

Agua y desarrollo sostenible

Datos referenciales de interés:

- Unos 2 100 millones de personas no tienen acceso a agua potable (OMS/UNICEF, 2017).
- Aproximadamente 4 500 millones de personas carecen de servicios de saneamiento salubres (OMS/UNICEF, 2017).
- La escasez de agua afecta al 40 % de los habitantes del planeta (OMS).
- El 90 % de los desastres naturales están relacionados con el agua (ONU, 2017).
- El 80 % de las aguas residuales vuelven a los ecosistemas sin haber sido tratadas o reutilizadas (UNESCO, 2017).

Uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para el año 2030 es “Agua limpia y saneamiento”, lo que implica que los seres humanos deben tener acceso a agua de calidad y en cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades básicas. Este objetivo está directamente vinculado con otro de desarrollo: salud y bienestar.

Casi todos los suministros de agua dulce provienen de las precipitaciones que caen sobre el área de captación (cuenca hidrográfica). Existe una gran preocupación en la industria del agua debido a la presencia de sustancias peligrosas que pueden ser potencialmente nocivas o que afectan, en mayor o menor medida, su uso, especialmente para el consumo humano o doméstico. Entre estas sustancias se encuentran nitratos, pesticidas, patógenos, metales pesados, contaminantes emergentes, entre otros. Además, algunos constituyentes pueden ser agregados al agua durante su tratamiento y/o distribución. Las principales características químicas se registran después del tratamiento, pero la eliminación o reducción de la concentración de compuestos indeseables puede resultar costosa y técnicamente compleja. Por eso, la protección de las fuentes de agua es esencial para garantizar la calidad del agua potable: “mientras más limpia sea el agua de la fuente de abastecimiento (agua cruda), más barata será el agua tratada y más saludable para beber”.

La calidad de los cuerpos receptores, es decir, de las fuentes de abastecimiento, está constantemente amenazada. Un estudio realizado en 2017 en el Laboratorio de Sanitaria (Pauta et al., 2021) detectó la presencia de arsénico en el río Tomebamba y su relación con el período invernal. Aunque las concentraciones estaban por debajo de los niveles máximos permitidos, el estudio resalta la vulnerabilidad de la calidad del agua y la necesidad de implementar controles más estrictos.

Recomendaciones para la academia en la contribución de los ODS

Ante la grave escasez del recurso hídrico, surge la necesidad de implementar prácticas de reúso del agua a través de la investigación y el desarrollo de estrategias que fomenten la reutilización planificada del agua como una forma viable de optimizar este recurso (Vázquez, 2023). En este contexto, la academia juega un papel protagónico en la investigación y planificación, principalmente en las siguientes acciones:

Establecimiento de índices de calidad para evaluar el riesgo toxicológico de las fuentes de agua. La definición de los indicadores, así como su peso relativo dentro del índice, se basarán en estudios sobre los usos del suelo, lo que permitirá identificar las actividades de riesgo para la calidad del agua. Por ejemplo:

- En la agricultura: plaguicidas, herbicidas, etc.
- En la urbanización: antibióticos, antiinflamatorios.
- En la actividad industrial: metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos, compuestos orgánicos volátiles.
- En la actividad minera: metales pesados, ácidos minerales, cianuros, etc.

En relación con la ruralidad, una población históricamente afectada por la escasez de agua, la academia deberá asesorar en lo siguiente:

- La implementación de pequeños laboratorios de control de la calidad, donde el registro de datos sea

fundamental para la formulación de objetivos de calidad.

- El control de las fuentes de agua por la propia comunidad, a través del uso de macroinvertebrados.
- La importancia de la desinfección como mecanismo de prevención de enfermedades de origen hídrico, tales como el cólera, la fiebre tifoidea, la amibiasis, entre otras.

Desarrollar diseños y realizar experimentaciones de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas para el área rural, utilizando tecnologías apropiadas.

Ejecutar programas de monitoreo de la calidad del agua que permitan evaluar su disponibilidad, planificar su distribución, promover el uso eficiente del recurso, identificar fuentes de contaminación e implementar medidas de mitigación. Todas estas acciones son no solo ejecutables, sino también fundamentales para elevar el nivel del discurso y contribuir al logro de las metas del Objetivo de Desarrollo Sostenible: "agua limpia y saneamiento".

Referencias

- OMS. (2017). *2.1 mil millones de personas carecen de agua potable segura en el hogar; más del doble carecen de saneamiento seguro*. Organización Mundial de la Salud.
- ONU. (2017). *Agua*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/global-issues/water>
- ONU-Hábitat. (2021). *Comprender las dimensiones del problema del agua*. ONU-Hábitat. <https://onu-habitat.org/index.php/comprender-las-dimensiones-del-problema-del-agua>
- Peñañiel Romero, A. G. (2014). Evaluación de la calidad del agua del río Tomebamba mediante el índice ICA del Instituto Mexicano de tecnología del agua [Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Civil, Universidad de Cuenca]. Repositorio de la Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20919>.
- Pauta, G., Velasco, M., Vázquez, G., Abril, A. y S. Torres. (2021). Analysis and risk assessment of arsenic in the water sources of the cities Cuenca and Azogues, Ecuador. *Maskana*, 12 (2), 71–79. <https://doi.org/10.18537/mskn.12.02.08>
- Pauta, G., Velasco, M., Gutiérrez, D., Vázquez, G., Rivera, S., Morales, Ó. y A. Abril. (2019). Water quality assessment of the rivers of Cuenca city in Ecuador. *Revista de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 15(3), 45–56. <https://doi.org/10.1234/ris.a.2019.4567>
- Vázquez Guillén, G. B. (2023). Estudio comparativo de tratamientos: físico-químico y oxidación avanzada en descargas de la planta de tratamiento de aguas residuales de Cuenca, Ecuador [Proyecto de titulación, Universidad Estatal Amazónica]. *Repositorio Institucional de la Universidad Estatal Amazónica*.
- Control Sanitario. (2016). *Estrategia Nacional de Calidad del Agua 2016-2030*. https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/05/Estrategia-Nacional-de-Calidad-del-Agua_2016-2030.pdf
- Pauta, G., Vázquez, G. B., Abril, A. F., Torres, C. S., Loja, M. C., y Palta, A. J. (2020). Bacteriological indicators of fecal contamination in the rivers of Cuenca, Ecuador. *Maskana*, 11(2), 46–57. <https://doi.org/10.18537/mskn.11.01.05>.
- Pauta, G., Vázquez, G., Carrillo, V., y Torres, C. (2024). Bacterial and parasitic characterization of the rivers in Cuenca, Ecuador. *Water*, 16(14), 2016. <https://doi.org/10.3390/w16142016>
- Prats-Rico, D. (2016). La reutilización de aguas depuradas regeneradas a escala mundial: Análisis y prospectivas. *Water and Landscape*, 8, 10–21. <https://doi.org/10.17561/at.voi8.3292>



Soberanía energética



Una solución hacia la sostenibilidad con la trilogía “agua, energía, alimentos”

Antonio Borrero Vega
Exgerente ELECAUSTRO

Resumen

La sostenibilidad debe avanzar hacia la consolidación de sus presupuestos científico-técnicos, aplicados de manera práctica, efectiva y real, superando la utopía. El caso presentado como una solución válida ha sido diseñado y construido para la cuenca hidrográfica del río Machángara en la ciudad de Cuenca, bajo la organización, coordinación y dirección del Comité de Conservación de la Cuenca del Río Machángara. Este proyecto es el resultado de la búsqueda de respuestas para la conservación de esta cuenca hídrica, fundamental para el suministro de servicios ambientales a la ciudad de Cuenca, ya que abastece el 60 % del agua potable, suministra varios sistemas de riego orientados a la soberanía alimentaria y facilita la generación hidroeléctrica en las proximidades de la ciudad.

Palabras clave: sostenibilidad, conservación, energía eficiente, alimentos.

La trilogía "agua, energía, alimento"

En una cuenca hídrica, partimos de la presencia del agua como elemento fundamental de la vida. Su disponibilidad crea el entorno ideal para los asentamientos poblacionales, el aprovechamiento de la tierra para la producción agrícola y el suministro de alimentos. Si las condiciones lo permiten, también se puede aprovechar la dinámica del agua para producir hidroelectricidad, lo que beneficia a la población cercana a este entorno. El manejo de estos tres elementos indispensables para el ser humano y la sociedad —agua, energía y alimentos— debe realizarse de manera armónica, equitativa, ética y renovable, para alcanzar la sostenibilidad.



Figura 1

Trilogía "agua, energía, alimento"

Estos tres elementos conforman una trilogía simbiótica, equilibrada e interdependiente, donde cada uno respeta y apoya a los otros, formando un trípode con "patas" de igual dimensión para mantener el equilibrio.

¿Cuáles son los compromisos entre ellos? Los dos elementos dependen del agua, por lo que deben pedirla prestada y utilizarla de manera que no altere su estructura ni el ciclo natural. Es esencial que al pedir prestada el agua, los recursos físicos y humanos se destinen a su conservación y regeneración. Para ello, es posible implementar la infraestructura que permita almacenar, conducir y evitar

deterioros al entorno. También es necesario respetar el flujo normal del agua en una cantidad suficiente para la conservación de la vida acuática y el entorno físico, promoviendo tanto la cantidad como la calidad del agua.

La energía asociada a la dinámica del agua es la hidroeléctrica, que no requiere su consumo para la conversión a electricidad, aunque sí implica su conducción a través de instalaciones que faciliten la conversión.

Experiencia en la cuenca hidrográfica del río Machángara

Cuenca es atravesada por cuatro ríos de montaña que nacen en el macizo del Cajas, uno de los humedales RAMSAR del país. Estos ríos, de norte a sur, son Machángara, Tomebamba, Yanuncay y Tarquí. El río Machángara, aunque tiene la menor área de cobertura, con 32 500 hectáreas, es el principal proveedor de agua potable regulada para la ciudad. Esto es posible gracias a la participación de varias instituciones, empresas y actores que apoyan su conservación, bajo la coordinación del Comité de Conservación de la Cuenca del Río Machángara, que ha estado en funcionamiento por 26 años. Este Comité fue creado en 1998 por iniciativa de la Universidad de Cuenca, convocando a ETAPA EP, empresa de servicios de agua potable, y a la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur (más adelante, ELECAUSTRO), para coordinar acciones conjuntas en beneficio de la ciudadanía. Con el tiempo, el Comité sumó a entidades como la Prefectura del Azuay, el Ministerio del Ambiente, la Secretaría Nacional del Agua (cuando ejercía como autoridad única), la Junta de Riego y Drenaje del Machángara, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, y, más tarde, a las juntas parroquiales de Checa y Chiquintad.

En 2018, el Comité contaba con un estatuto de conformación y un Plan Operativo Anual, que han sido claves para coordinar los aportes e intervenciones de cada entidad participante. Esta cuenca fue seleccionada para el proyecto AICCA (Adaptación a los Impactos del Cambio Climático)—financiado por el GEF (Global Environment Fund) alemán y gestionado por CAF y CONDESAN (Perú)— que abarcaba a los países andinos de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia,

y operó entre 2019 y 2022. La otra cuenca hídrica del país seleccionada fue la del río Victoria, provincia del Napo.

Con el apoyo de estos recursos y del programa, otros de los ejes de acción, a más de los estudios del efecto climático en esta cuenca hídrica con proyección a los próximos 50 años, son las recomendaciones sobre la resiliencia de los habitantes y las instituciones ocupantes de la cuenca, para el futuro, basado en la metrología ambiental, hídrica, productiva y de uso del suelo, para una adecuada adaptación hacia la sostenibilidad. El enfoque que dio el Comité para el accionar del programa estaba fuertemente orientado a que se visualice los tres componentes a los que hacemos referencia: agua, energía y alimentos.

Las entidades con mayor participación son ELECAUSTRO y ETAPA EP, por su vocación de conservación y presencia en la cuenca. También es muy importante la presencia de los pobladores de la zona misma, y de propietarios que viven en las parroquias Checa y Chiquintad; ya, en la subcuenca media y baja, la presencia de los integrantes de la Junta de Riego y Drenaje del Machángara. Las instituciones rectoras del Ambiente y el Agua, tienen una participación en la regulación y control, que han sido importantes, pues el programa AICCA se ha manejado desde el Ministerio del Ambiente, en la Subsecretaría de Cambio Climático, entonces la coordinación fundamentalmente del CONDESAN ha sido a través del Ministerio (MAATE). SENAGUA, como autoridad única del agua, ha tenido un papel importante en la dotación de las autorizaciones de su uso y los programas de capacitación y difusión. Y, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, como apoyo fundamental a los pobladores en las actividades agrícolas y pecuarias, al igual que la Prefectura del Azuay, en aspectos relacionados con el riego y en actividades productivos, de asociatividad y comercialización de la producción, en alguna medida. La presencia de los GAD de Checa y Chiquintad ha sido esencial para la intervención en el accionar con cuadrillas que han apoyado en el mejoramiento vial, en la presencia y control de afecciones debidas a los incendios forestales y del pajonal, y las acciones de rescate, con personal altamente adaptado y capacitado a través de programas gestionados por el MAATE y las demás instituciones.

Agua

La cuenca del río Machángara cuenta con diversos cuerpos de agua, desde los 4 200 m.s.n.m. hasta los embalses de El Labrado (6 millones de m³) y Chanlud (17 millones de m³). Esta infraestructura incluye captaciones principales y secundarias, canales, embalses de carga, compuertas y dos centrales hidroeléctricas: Saucay (24 MW) y Saymirín (15,4 MW). ETAPA opera su planta de procesamiento de agua potable en Tixán, que abastece el 60 % del agua para Cuenca.

En el contexto del principal elemento de análisis el agua, están las instituciones muy ligadas a la metrología del agua tanto en cantidad como calidad, en cada uno de los afluentes que alimentan las dos represas, en la evaluación del manejo de los embalses y la calidad del agua de los mismos. En la operación de los afluentes y los canales de conducción. El cuidado ambiental y la medición permanente de los indicadores de presencia biótica, desde la mastofauna en la zona alta de la cuenca, como la existencia de invertebrados y vida acuática. Va desde el avistamiento de cóndores, osos de anteojos, pumas, tapires de montaña, venados, lobos de páramo, y otros animales menores que demuestran la bien cuidada pirámide alimentaria en esta cuenca preservada. La amplia presencia de avifauna, roedores, e invertebrados, con énfasis especial en ranas como el cutín, etc. En cuanto a la flora, esta es diversa desde árboles nativos variados a orquídeas, líquenes, musgos, etc.

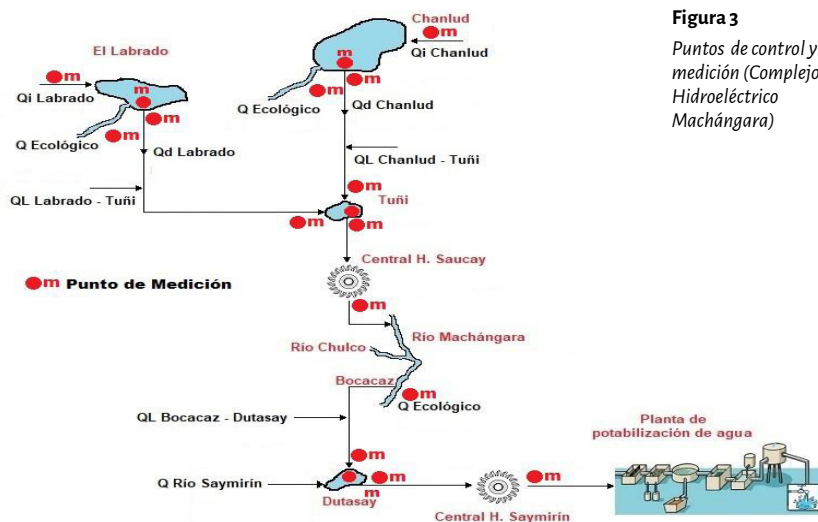
Figura 2

Monitoreo de variables ambientales



En la siguiente figura se da una muestra de los diferentes sitios en donde existen puntos de medición del agua.

Adicionalmente, se disponen de varias estaciones hidro-metereológicas. Todas estas están conectadas a un sistema SCADA que además dota de información para todas las instituciones que deseen utilizarla (ELECAUSTRO, ETAPA EP, UCuenca).



Con lo explicado de una manera general, se denota que el componente "agua", dentro de la trilogía, está apoyado por la presencia de las instituciones que manejan la energía, y los otros usos del agua, como agua potable, riego y cultivos. Es decir, hay una interdependencia activa que genera, entre ellas, una interrelación sostenible y ética.

Energía

ELECAUSTRO opera las dos represas, canales, captaciones y dos centrales de generación de Saucay y Saymirín. Estas dotan de energía eléctrica desde sus primeras instalaciones en el año 1956. Luego de ir incorporando etapas de generación y las dos represas, se ha dado la modernización de los controles y la supervisión de todas las centrales, presas, compuertas y monitoreos en general, integrando además

las estaciones meteorológicas existentes. De esta manera, se convierte en una suerte de laboratorio de medición e información que ha generado valiosa *data* utilizada, en parte, para las proyecciones que dentro del proyecto AICCA realizó la Universidad de Cuenca, como importante actor en el Comité, y socio científico del proyecto mencionado.

Figura 4
Complejo
hidroeléctrico
Machángara



“EL LABRADO”

- 6 Hm³
- 3440 msnm

“CHANLUD”

- 17 Hm³
- 3470 msnm



“SAUCAY 24 MW Y SAYMIRIN” 15,5 MW



La presencia de personal técnico de ELECAUSTRO, operadores, guardianes y guardabosques, a más de los recursos que por motivos de la generación eléctrica se han reinvertido en los proyectos de conservación, monitoreo, apoyo vial, apoyo en la lucha contra incendios, apoyo productivo, dirección y coordinación interinstitucional, han sido fundamentales, para demostrar el compromiso ético en relación con el manejo del agua y con el apoyo a los actores en territorio que cultivan el suelo en el lugar. De esta

manera se demuestra que, el otro elemento "energía", va íntimamente relacionada con el "agua" y la producción de "alimentos", que permiten una importante sostenibilidad en la cuenca del río Machángara.

Alimentos

La vocación de un espacio que ancestralmente ha sido utilizado para la producción de alimentos, donde existen asentamientos de ganadería de alta montaña, con el pastoreo de ganado bovino. Hacen que su presencia en el pajonal se convierta en una actividad que, sin dotar de mayores recursos para los propietarios, pero que por la amplia extensión y la rusticidad de la actividad, la resistencia de animales adaptados a la altura, mayor a 3 300 m.s.n.m., ha sido tradicional por años y que genera una alta presión del pisoteo sobre el suelo, el pajonal, las almohadillas de musgo, las plantas nativas y, sobre todo, la quema periódica con la necesidad de renovar el pajonal alto, por brotes nuevos que dan un pasto más palatable y digestible al ganado; además de la descarga de heces fecales que terminan contaminando los cursos de agua y permiten el arrastre de materia orgánica, que acelera la descomposición y el deterioro del agua que de otra forma sería prístina.

Esta situación no deseable de la ganadería de altura en el pajonal dificulta la conservación. La única forma de erradicarla es con la adquisición institucional como lo vienen haciendo ELECAUSTRO y ETAPA EP. La otra es con educación y compromiso de los propietarios y las comunidades. Pero el desafío es dotarles de los elementos que culturalmente les permita continuar con su vida campesina y productiva de sostenimiento.

Figura 5

Agua para riego y alimentos



AGUA PARA RIEGO --- ALIMENTOS

2.850 usuarios
1.300 ha irrigadas



En las zonas de menor altitud, donde ya no existe pajonal, bajo los 3 300 m.s.n.m., las actividades ganaderas se las ha venido haciendo con una mayor carga de bovinos, y labores de cultivo que incorporan la tala de vegetación nativa, la invasión de áreas de bosque primario y el uso de materia orgánica “gallinaza” que colocada en el suelo presenta, a más de los desechos orgánicos por heces de los animales, focos de contaminación de los cursos de agua. A partir de los 2 800 m.s.n.m., existen además algunos cultivos de maíz, fréjol, papas, mellocos, habas, para autoconsumo, con el movimiento y arada del suelo y la colocación de abonos orgánicos y químicos. Estos están ubicados en la zona de la cuenca media, donde inclusive hay viviendas habitadas y pequeños grupos de casas, normalmente junto a la carretera.

En las zonas aún de la cuenca media, pero en la cercanía de las parroquias de Checa y Chiquintad, se mantienen cultivos mayoritariamente de maíz y fréjol, y huertos variados. En esta zona ya se cuenta con sistemas de conducción de agua organizados en juntas de riego, mayoritariamente la producción es hortícola y ganadera. Muchos habitantes que viven en esta zona disponen también de propiedades en las zonas altas ya descritas.

¿Cuál es el desafío de sostenibilidad?

¿Cómo podemos relacionar los elementos anteriores con la presencia humana y su supervivencia? ¿Cómo evitar la migración hacia las ciudades, permitiendo que las comunidades rurales continúen habitando y produciendo alimentos tanto para su subsistencia como para la venta? ¿Cómo proteger las zonas que deben ser preservadas y evitar su destrucción y contaminación? Este es, sin duda, el gran desafío.

El programa diseñado por el Comité de Conservación, y apoyado con el proyecto AICCA, se enfoca en la capacitación de los pobladores que desarrollan actividades agrícolas y pecuarias. El objetivo es mejorar la eficiencia de sus prácticas, reducir el impacto ambiental y fomentar la conciencia sobre la conservación. Además, se promueve el uso de las zonas bajas para optimizar la producción y mejorar la comercialización de sus productos, garantizando precios justos mediante canales de venta estables y directos. A través de la incorporación de tecnología, como sistemas de riego eficientes (aspersión y goteo), invernaderos adaptados a cada cultivo, y sistemas de control de riego y fertirriego, se busca maximizar el uso de los recursos con el menor esfuerzo humano posible.

Es crucial que los campesinos también asuman su rol en la conservación. Esto incluye la creación de acuerdos en los que se comprometan a proteger las zonas altas, de vocación conservacionista, no intervenidas por actividades agrícolas. A cambio, se fomenta el monitoreo y la reforestación de bosques nativos en sus propiedades de altura, así como la retirada gradual del ganado de las áreas de pajonal, para un manejo más sostenible que beneficie tanto a los ecosistemas como a los productores.

Además, se implementaron filtros biológicos de protección para los cauces de agua, con la plantación de especies nativas que forman corredores biológicos, favoreciendo la circulación de fauna local, como aves y pequeños animales, y promoviendo su regeneración.

Figura 6
*Sistemas
hidropónicos en
invernadero con
automatización*



En conclusión, el apoyo a la producción de alimentos como tercer eje de la trilogía cierra el círculo y permite el equilibrio buscado. Para que este manejo sea ético, armónico y equilibrado, cada una de las partes debe comprometerse al respeto mutuo y apoyar a las otras, que a más de la suya permitirá la verdadera sostenibilidad en el tiempo.

El Comité de Conservación de la Cuenca del Río Machángara ha venido trabajando a lo largo de sus 26 años de participación en diferentes ejes, y el enfoque del manejo de la trilogía “agua, energía, alimentos”, que ya va más allá de un mero enunciado, es una práctica de vida con un gran poder de integración con resultados positivos.

Eficiencia energética, pilar de la sostenibilidad

Danny Ochoa Correa
Universidad de Cuenca

Resumen

La eficiencia energética es un concepto clave en la transición hacia modelos de desarrollo sostenible. En un mundo donde la demanda de energía sigue en aumento, es fundamental optimizar su uso para reducir los impactos ambientales y garantizar un acceso equitativo. En Ecuador, la crisis energética exacerbada en 2024 y 2025 ha puesto en evidencia la urgencia de mejorar la eficiencia en los sectores estratégicos del sistema eléctrico.

El Encuentro de Sostenibilidad, organizado por la Dirección de Vinculación de la Universidad de Cuenca, expuso estrategias para mejorar el uso racional de la energía en el país. El presente artículo amplía la discusión iniciada en dicha reunión, con un análisis sucinto de los avances y retos para alcanzar la eficiencia energética, la evaluación del marco regulatorio vigente y las medidas necesarias para consolidar el sistema.

Palabras clave: energía eficiente, sostenibilidad, desarrollo sostenible, sectores estratégicos.

La situación energética en el Ecuador

El concepto de “eficiencia energética” está asociado a propuestas que buscan reducir el consumo de electricidad o combustible, optimizando su uso y, al mismo tiempo, logrando los mismos resultados, pero con menor impacto ambiental y económico. Este concepto se aplica en múltiples ámbitos:

- En el sector residencial y comercial, implica el uso de electrodomésticos eficientes, como iluminación LED, y la implementación de mejores sistemas de aislamiento térmico en edificaciones.
- En la industria, se relaciona con la modernización de los procesos productivos y la automatización para reducir las pérdidas energéticas.
- En el transporte, se busca la transición hacia combustibles más limpios, el fomento del transporte público y la electrificación de flotas vehiculares.

En este contexto, Ecuador enfrenta importantes desafíos en materia energética, especialmente en la disponibilidad y el uso de recursos en sectores clave como electricidad, transporte e industria. Aunque el país ha logrado avances en la expansión de la infraestructura de generación eléctrica y en la modernización de ciertos sistemas de movilidad, persisten problemas estructurales que afectan la eficiencia y sostenibilidad del sistema energético en su conjunto.

El sector eléctrico, históricamente dependiente de la generación hidroeléctrica, ha experimentado crisis recurrentes debido a la falta de inversión en mantenimiento y modernización de la red de distribución, así como la ausencia de fuentes alternativas de energía (Chamorro y Mera, 2025). Las sequías han reducido la capacidad de generación en varias centrales, lo que ha obligado al uso de plantas termoeléctricas, no siempre disponibles, que funcionan con combustibles fósiles, elevando costos y emisiones contaminantes. Además, las pérdidas en la red de distribución y el uso irracional de la electricidad por parte de los consumidores han comprometido la eficiencia del suministro, afectando tanto a hogares como a industrias.

En cuanto al sector transporte, el parque vehicular depende en gran medida de combustibles fósiles, lo que genera un impacto energético por la alta demanda y económico debido a los subsidios. En general, la movilidad en el país continúa siendo contaminante e ineficiente, salvo por los proyectos de electrificación en el transporte público implementados en la provincia de Galápagos y en las ciudades de Quito, Guayaquil y Cuenca (Morejón et al., 2024; Ochoa y Sempértegui, 2024). Sin embargo, la transición hacia un modelo de movilidad sostenible sigue siendo limitada por la falta de incentivos y la ausencia de una infraestructura de carga adecuada para vehículos eléctricos.

En el sector industrial, el consumo de energía sigue siendo elevado, y muchos procesos productivos dependen de maquinaria obsoleta. La baja adopción de tecnologías eficientes, junto con la falta de financiamiento accesible para modernizar la infraestructura, ha frenado la optimización del uso energético en este ámbito.

El marco regulatorio

La Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE), promulgada en 2019, estableció un marco regulatorio para promover el uso eficiente de la energía en diversos sectores. Entre sus principales objetivos se incluyen la reducción del consumo energético en edificaciones públicas y privadas, la adopción de tecnologías eficientes y la electrificación del transporte público.

Aunque la LOEE ha generado avances, como la incorporación del etiquetado energético en electrodomésticos y el desarrollo de proyectos de eficiencia energética en algunas industrias, su implementación ha sido lenta y desigual. La falta de fiscalización ha permitido que muchas empresas e instituciones no cumplan con las disposiciones de la ley.

Uno de los mayores obstáculos para la aplicación de la LOEE es la persistencia de los subsidios a los combustibles fósiles. Mientras el diésel y la gasolina sigan recibiendo apoyo estatal, será difícil promover una transición efectiva hacia alternativas más limpias.

Para mejorar la efectividad de la LOEE, es necesario emprender tareas de fiscalización más rigurosas, establecer

sanciones para el incumplimiento de regulaciones y diseñar mecanismos de financiamiento más accesibles para proyectos de eficiencia energética. También se debe contemplar la posibilidad de reducir gradualmente los subsidios a los combustibles fósiles y redirigir esos recursos hacia la modernización del sistema eléctrico y la movilidad sostenible.

El sector de la transportación

Se incluye en esta sección otro de los sectores vitales de las urbes: el sector del transporte. El transporte es el mayor consumidor de energía en Ecuador y uno de los principales desafíos para lograr una mayor eficiencia energética (Ministerio de Energía y Minas). Actualmente, el parque automotor del país sigue dependiendo de combustibles fósiles subsidiados, lo que agrava la situación en términos de sostenibilidad y eficiencia energética.

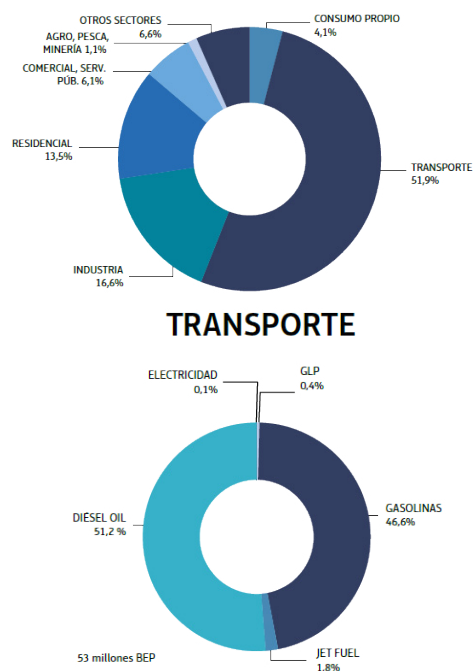


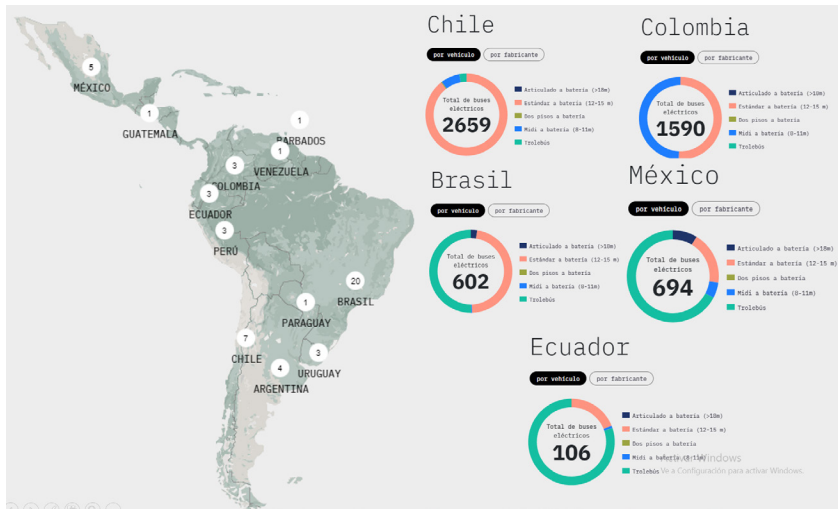
Figura 1
Consumo de energía
anual en Ecuador
(2023)

Nota. Balance Energético Nacional.

El crecimiento del parque vehicular provoca congestión de tránsito en ciudades como Quito, Guayaquil y Cuenca, elevando el consumo de combustibles y deteriorando la calidad del aire en las ciudades ecuatorianas. La ausencia de políticas de movilidad sostenible permite que el transporte privado continúe siendo la opción predominante, en detrimento del transporte público y la movilidad compartida.

Experiencias válidas para promover la electrificación del transporte público incluyen los proyectos de Trolebús y el Metro de Quito, el Tranvía de Cuenca, y las flotas de transporte eléctrico en Guayaquil y Galápagos. Estas iniciativas demuestran que es posible reducir la dependencia de combustibles fósiles y mejorar la eficiencia energética en el sector. Sin embargo, su impacto sigue siendo limitado debido a la falta de infraestructura de carga, incentivos insuficientes para la compra de vehículos eléctricos y la necesidad de renovar la flota de transporte urbano en las urbes.

Figura 2
Movilidad eléctrica
para transporte
público (2023)



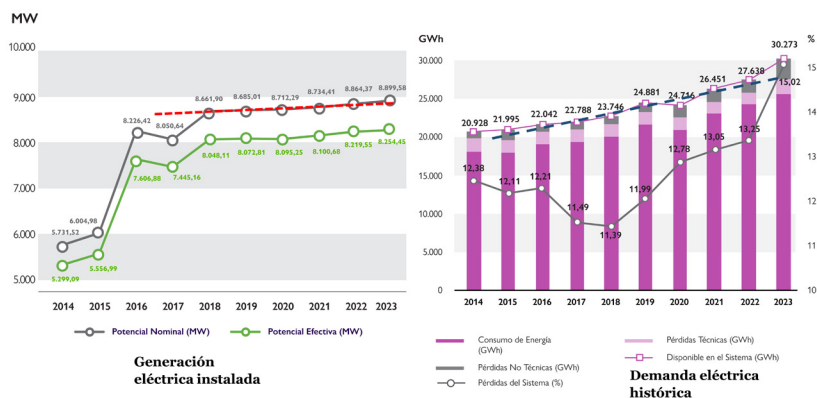
Nota. E-buses eléctricos en América Latina.

El sector eléctrico

El sistema eléctrico ecuatoriano enfrenta una crisis estructural derivada de la falta de inversión en infraestructura de generación y transmisión de energía, sumada a una creciente demanda, según datos de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables. A lo largo de los últimos años, la dependencia de la generación hidroeléctrica ha expuesto al país a vulnerabilidades significativas, especialmente en periodos de sequía, cuando la capacidad operativa de las principales centrales disminuye drásticamente.

Figura 3

Evolución de la generación y demanda eléctrica en el Ecuador



Nota. Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables.

El déficit de generación ha llevado a un aumento en la dependencia de plantas termoeléctricas (de disponibilidad limitada), que operan con combustibles fósiles, incrementando los costos de producción de energía y las emisiones contaminantes. Paralelamente, la expansión de la red de transmisión y distribución no ha seguido el ritmo del crecimiento de la demanda, lo que resulta en interrupciones obligadas del suministro eléctrico, afectando por igual a hogares, comercios e industrias.

Si bien Ecuador ha impulsado proyectos hidroeléctricos de gran escala, como Coca Codo Sinclair, y emblemáticos

como el Parque Eólico Huascachaca, la diversificación de la matriz energética sigue siendo una asignatura pendiente. A diferencia de otros países de la región, la integración de fuentes renovables no convencionales, como la solar y la eólica, ha sido limitada, y el aporte para resolver el problema del déficit de generación sigue siendo incipiente.

Para superar estos desafíos, es fundamental acelerar la inversión en generación renovable, modernizar la infraestructura de transmisión y distribución, y promover la generación distribuida mediante incentivos para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en hogares y empresas (Arévalo et al., 2025). También es crucial mejorar la eficiencia energética en el consumo, implementando regulaciones más estrictas para electrodomésticos, equipos industriales y edificaciones, de modo que la reducción del desperdicio energético se convierta en una estrategia clave para aliviar la presión sobre el sistema eléctrico.

Sin un enfoque integral que abarque inversión, diversificación y optimización del consumo, la crisis energética seguirá representando un obstáculo para el desarrollo del país y la transición hacia un modelo más sostenible.

Conclusión

La eficiencia energética representa un desafío transversal que requiere la acción coordinada de distintos sectores. Ecuador enfrenta una coyuntura en la que optimizar el uso de la energía se ha convertido en una necesidad urgente, tanto por las limitaciones del sistema eléctrico como por la dependencia de combustibles fósiles en el transporte y la industria.

El país cuenta con un marco normativo que promueve el uso racional de la energía, pero su impacto ha sido limitado por la falta de fiscalización, inversión y planificación estratégica. La diversificación de la matriz energética avanza a un ritmo lento, mientras que el transporte y la industria continúan operando con altos niveles de ineficiencia. No obstante, el acceso a financiamiento para proyectos de modernización y la reestructuración de los incentivos energéticos podrían acelerar el cambio hacia un modelo sostenible.

Más allá de las acciones gubernamentales y empresariales, la eficiencia energética también depende de decisiones individuales. El uso responsable de la electricidad en el hogar, la elección de medios de transporte más eficientes y el compromiso con prácticas sostenibles en el ámbito laboral pueden contribuir significativamente a reducir el impacto energético.

El Encuentro de Sostenibilidad, organizado por la Universidad de Cuenca, abrió el debate con discusiones ontológicas donde se plantearon estrategias para generar conciencia sobre la necesidad de adoptar soluciones inmediatas y a largo plazo. La transición hacia un sistema energético eficiente no es un objetivo inalcanzable, pero exige voluntad política, innovación tecnológica y una ciudadanía comprometida.

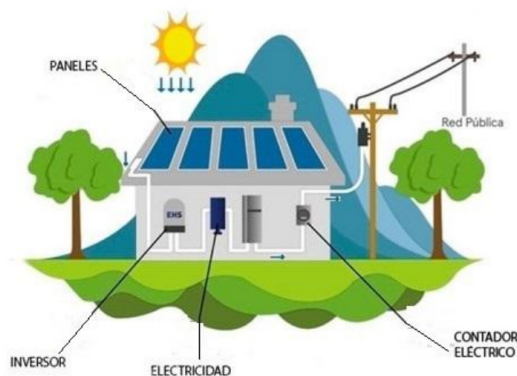


Figura 4

Evolución de la generación y demanda eléctrica en el Ecuador

Referencias

- Arévalo, P., Benavides, D. y Ochoa-Correa, D. (2025). Renewables for isolated and rural areas, the case of Ecuador, en *Towards Future Smart Power Systems with High Penetration of Renewables*. Eds., Academic Press, 2025, pp. 213-237. doi: 10.1016/B978-0-443-29871-4.00010-5.
- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR). (2023). *Estadística Anual y Multianual del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2023*. Accedido: 12 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://controlelectrico.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=26&force=1>.
- Asamblea Nacional, *Ley Orgánica de Eficiencia Energética*. (2019). Accedido: 17 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/12/20190319-S_R_O_449_19_marzo_Ley-organica-de-eficiencia-energetica.pdf
- Chamorro, J. y E. Mera. (2025). Estudio de la crisis energética en el Ecuador por la dependencia en la generación de energía hidráulica. *Rev. Científica INGENIAR Ing. Tecnol. E Investig.* ISSN 2737-6249, vol. 8, n.º 15, Art. n.º 15.
- Empresas asociadas. (2025). *E-Bus Radar-Buses eléctricos en América Latina*. Accedido: 12 de febrero de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://ebusradar.org/es/#acerca>.
- Morejón-Monteros, D. Banegas-Arias, y D. Ochoa-Correa. (2024). Impacto de la carga lenta de vehículos eléctricos en la calidad de energía de la red de distribución: Una prospección literaria. *CEDAMAZ*, vol. 14, n.º 1, Art. n.º 1, jun., doi: 10.54753/cedamaz.v14i1.2220.
- Ministerio de Energía y Minas. (2023). *Balance Energético Nacional 2023*. Accedido: 1 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2024/08/BEN_2023-final_compressed.pdf.
- Ochoa-Correa, D. y R. Sempértgui-Álvarez. (2024). Condiciones y segmentos de la transportación en las Galápagos: estado actual de la electromovilidad y oportunidades. *Rev. InGenio*, vol. 7, no 2, Art. no 2, doi: 10.18779/ingenio.v7i2.812.

Soberanía energética: energía fotovoltaica y eólica

Edgar Becerra Palacios
Universidad de Cuenca

Resumen

La energía fotovoltaica y eólica cumplen un rol fundamental en la sostenibilidad y soberanía energética, ya que provienen de dos recursos naturales inagotables: el sol y el viento. Se constituyen en fuentes de energía limpia esenciales en la transición hacia un sistema energético seguro, menos contaminante, menos dependiente de combustibles fósiles, amigable con el medio ambiente y alineado con la trilogía energética: sostenibilidad, seguridad y soberanía energética.

La energía fotovoltaica y la eólica ofrecen soluciones clave para reducir la contaminación ocasionada por la generación de energía con combustibles fósiles, contribuyendo a un entorno limpio y saludable. La combinación de ambas fuentes de energía renovable puede maximizar la generación de energía y contribuir significativamente a la reducción de emisiones de carbono.

Palabras clave: soberanía energética, energía fotovoltaica, energía eólica, combustibles fósiles, medio ambiente.

Energía fotovoltaica

La energía fotovoltaica es aquella generada a partir de la luz solar mediante el uso de células solares. Esta tecnología permite convertir la radiación solar en energía eléctrica utilizable.

El funcionamiento comienza con la captación de la radiación solar a través de los paneles solares fotovoltaicos, que están compuestos por células de silicio. Estas células absorben la radiación solar, y cuando los fotones penetran en ellas, activan el material semiconductor, creando corriente continua (CC). Esta corriente debe ser convertida a corriente alterna (CA) mediante inversores, lo que permite su uso inmediato, su almacenamiento en baterías o su envío a la red de distribución eléctrica. En el caso ecuatoriano, este proceso se lleva a cabo bajo la figura de Sistema de Generación Distribuida para Autoabastecimiento (SGDA).

A continuación, se presentan algunas características de la energía fotovoltaica:

- Proviene de un recurso inagotable, el sol. En el caso de Ecuador, su ubicación geográfica hace que el sol esté más cercano, lo que provoca una radiación solar más potente en comparación con otras regiones. Además, Ecuador cuenta con la mayor cantidad de horas de sol pico (HSP).
- Los sistemas de generación fotovoltaica requieren poco mantenimiento, y los costos de implementación de los sistemas fotovoltaicos han disminuido considerablemente.
- Cuando el excedente de energía almacenada se inyecta a la red convencional, se genera una “utilidad” traducida en un ahorro en la planilla eléctrica. Esto significa que el sistema está diseñado para que los tiempos de generación y recuperación actúen de manera sincronizada. En el caso de Ecuador, para realizar estas actividades, se debe cumplir con la Regulación Arconel 005/24.

- Reduce la dependencia de los combustibles fósiles y disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Sus aplicaciones son a nivel residencial, comercial e industrial. De manera excepcional, grandes plantas solares fotovoltaicas han sido instaladas en lugares que requieren mucha energía.

Los principales desafíos de la energía fotovoltaica son:

- Intermittencia: este tipo de generación de energía depende de la disponibilidad del recurso solar, lo que significa que no se puede generar energía durante la noche y que los días nublados afectan la generación proporcionalmente.
- Espacio: puede ser un desafío importante en los sectores urbanos, especialmente cuando se requiere una potencia considerable. En Ecuador, se puede solventar este problema instalando los sistemas en ubicaciones fuera del área urbana y cruzando el consumo de energía. Para esto, se debe revisar y cumplir con lo que establece la Regulación Arconel 005/24.
- Costos iniciales: aunque los costos han disminuido, todavía pueden ser elevados, especialmente en los sistemas que incluyen almacenamiento de energía.
- Eficiencia: la eficiencia de los paneles solares fotovoltaicos actualmente varía entre el 15 % y el 23 %.

La energía fotovoltaica tiene un impacto ambiental positivo al reducir la huella de carbono y disminuir la contaminación asociada con la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles. Sin embargo, es importante considerar el ciclo de vida del equipamiento, principalmente de los paneles solares, incluyendo su producción y reciclaje.

El futuro de la energía fotovoltaica es prometedor, con avances tecnológicos que permitirán un aumento en la eficiencia de los paneles, reducción de costos e integración de sistemas de almacenamiento de energía más robustos y eficientes, lo que conducirá a un uso más efectivo de la energía solar.

Energía eólica

La energía eólica es aquella generada a partir del movimiento del aire (viento) mediante aerogeneradores que convierten la energía cinética del viento en energía eléctrica.

El principio de funcionamiento comienza con la captura del viento mediante los aerogeneradores. A través de sus aspas, estos generan una energía mecánica que luego se convierte en energía eléctrica para su utilización en diferentes ámbitos. Esta energía puede ser consumida de manera local o inyectada a la red para su distribución.

El futuro de la energía renovable es prometedor, aunque aún persisten grandes desafíos asociados a diversos factores, incluyendo intereses económicos, políticos y sociales. Sin embargo, es innegable que los modelos de energía renovable han tomado impulso en las últimas décadas. Este avance gradual ha sido impulsado por la creciente necesidad de promover la conservación del ambiente, reducir las brechas sociales y garantizar el cumplimiento de los derechos fundamentales.

Entre las principales ventajas de optar por energía eólica se mencionan:

- No produce emisiones de gases de efecto invernadero.
- Tiene un bajo costo de operación y mantenimiento.
- Puede ser instalada desde pequeñas turbinas a nivel residencial hasta grandes parques eólicos.
- En cuanto al espacio y la sujeción de los aerogeneradores, puede ser un desafío importante. En Ecuador, se puede solventar este problema realizando la instalación en ubicaciones alternativas y cruzando el consumo de energía. Para ello, es necesario revisar y cumplir con lo que establece la regulación Arconel 005/24.
- Sus aplicaciones abarcan los niveles residencial, comercial, industrial, y principalmente en grandes plantas eólicas.

Los principales desafíos que presenta la energía eólica son los siguientes:

- Variabilidad o intermitencia en la generación: esto ocurre porque depende de la dirección y la velocidad del viento.
- Impacto visual y sonoro: puede afectar al paisaje, a las aves y, en ciertos casos, puede ser un inconveniente para las comunidades cercanas.
- Requiere una cantidad considerable de terreno en los casos de generación a gran escala.

La energía eólica tiene un impacto ambiental positivo al contribuir a la reducción de la dependencia de la generación con combustibles fósiles. Sin embargo, es transcendental considerar el impacto en la fauna local, especialmente en las aves.

La energía eólica sigue presentando avances tecnológicos importantes que permiten mejorar la eficiencia de las turbinas y reducir los costos.

Integración de tecnología fotovoltaica y eólica

La energía fotovoltaica y eólica se ha convertido en una solución clave para la transición hacia un sistema energético más sostenible y limpio. Su capacidad para generar electricidad a partir de fuentes renovables las convierte en opciones atractivas para individuos, empresas y gobiernos en todo el mundo.

La integración de estos dos tipos de generación representa una estrategia efectiva para avanzar hacia un futuro energético sostenible. Al combinar estas dos fuentes de energía renovable, se pueden maximizar los beneficios, reducir costos y aumentar la resiliencia del sistema energético. La implementación de tecnologías avanzadas y políticas adecuadas será clave para el éxito de esta integración, que es factible a pequeña, mediana y gran escala.



Figura 1
*Energía amigable
con el medio
ambiente*

Nota. Encuentro de Sostenibilidad.

La crisis del sector eléctrico: ¿La oportunidad para la transición energética?

Juan Leonardo Espinoza
Universidad de Cuenca

Resumen

El presente artículo inicia con una reseña histórica del sector eléctrico ecuatoriano, analiza la afección a la generación hidroeléctrica causada por los estiajes que suelen presentarse a finales de año, resalta el papel que juega la hidroenergía (y otras fuentes renovables) en la región, para luego examinar la constante crisis agua-energía. Sugiere que la crisis eléctrica en Ecuador es estructural y proviene de la dependencia en un reducido portafolio de fuentes energéticas para abastecer la demanda nacional, sumado a una infraestructura insuficiente, resultado de una pobre implementación del Plan Maestro de Electricidad.

El papel que juega la hidroenergía y las fuentes renovables en la transición energética posiciona a las naciones de América Latina a la vanguardia en esta materia, aunque aún se requiere de políticas públicas adecuadas para consolidar ese liderazgo. Dichas políticas deben apuntar hacia un cambio de paradigma con un sistema eléctrico basado en la descarbonización, digitalización y descentralización, condiciones esenciales para llevar a Ecuador a una verdadera transición energética.

Palabras clave: sector eléctrico, crisis, hidroelectricidad, transición energética.

La historia

Un sistema eléctrico de potencia (SEP) tiene tres componentes básicos: generación, transmisión y distribución. El primer componente utiliza la energía primaria (combustible, agua, sol, viento) para producir electricidad, la cual es llevada por líneas de transmisión de alto voltaje hasta los centros de consumo (ciudades o complejos industriales), donde se realiza la distribución de esa energía para satisfacer nuestras necesidades.

En Ecuador, como en muchos países, los primeros sistemas eléctricos¹ estaban ubicados cerca de los centros poblados y consistían en pequeñas centrales que abastecían a un número relativamente reducido de usuarios a través de precarios sistemas de distribución. Estos sistemas eran aislados unos de otros, con diferentes tipos de centrales y niveles de voltaje, lo que provocó un proceso de atomización que impedía su integración.

En la década de 1970, el Estado, a través del Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), creado en 1961, comenzó a construir centrales hidroeléctricas que requerían evacuar su energía a través de líneas de transmisión a voltajes elevados, lo que les permitió estar interconectadas. De esta forma, nació el Sistema Nacional Interconectado (SNI). Centrales como Pisayambo, Agoyán y Paute (en sus dos fases) fueron las primeras grandes hidroeléctricas en aportar su energía al SNI.

Ya sea que se tratase de sistemas aislados o interconectados, el contar con el aporte de centrales hidroeléctricas tenía ventajas innegables, como el uso de un recurso abundante y renovable. Sin embargo, la principal desventaja era la dependencia del clima. Es así que ciudades como Cuenca, que en un inicio contaban con un sistema aislado abastecido principalmente por hidroelectricidad, comenzaron a sufrir problemas de suministro durante las épocas de estiaje. En 1968, la Empresa Eléctrica Cuenca C.A., dada la emergencia eléctrica producida por la fuerte sequía, informó al público

¹ La industria eléctrica en Ecuador se originó en la década de 1890, con la puesta en marcha de la primera central hidroeléctrica del país (24 kW), instalada en la ciudad de Loja en 1897 (PME, 2019).

que el servicio eléctrico se brindaría en turnos. Además, solicitó a la Ecuadorian Rubber Co. (la conocida empresa de neumáticos Llantera) y a la cementera Guapán que proporcionaran “la energía que producen en sus plantas a diésel” para atender la demanda de electricidad del público.

Ya con el Sistema Nacional Interconectado (SNI), entre noviembre de 1992 y febrero de 1993, debido a las condiciones de escasez de lluvia en la zona donde se ubicaban las hidroeléctricas, el gobierno decretó “la hora sextina”, que consistió en adelantar una hora el reloj para que la gente redujera la demanda de electricidad, aprovechando más la luz solar. Sin embargo, los resultados no fueron positivos; solo se desplazó una hora la curva de demanda, con reducciones mínimas en el consumo (Palacios y Espinoza, 1993).

En noviembre de 2009, nuevamente se presentó una fuerte sequía en la cuenca del Paute, lo que provocó el racionamiento de energía eléctrica, que pudo ser superado, paulatinamente, en cerca de dos meses con la compra de plantas térmicas duales (diésel/gas), que fueron instaladas en diferentes ciudades del litoral ecuatoriano. Para evitar situaciones similares en el futuro, se inició la construcción de 14 hidroeléctricas y nueve termoeléctricas, que sumaron cerca de 3 000 MW al SNI y comenzaron a entrar en operación hasta finales de 2016. A partir de entonces, y hasta 2021, Ecuador pudo vender excedentes de energía a Colombia y Perú.

Como se observa en esta reseña histórica y dado que Ecuador tiene una alta dependencia de la hidroenergía en su matriz de generación, el clima siempre ha sido una variable fundamental a considerar en la producción de electricidad. Además, es bien conocido que el periodo de estiaje en Ecuador dura de 5 a 6 meses, entre septiembre y marzo del siguiente año. Ante este panorama, surgen dos preguntas: ¿es negativo depender de la hidroelectricidad (o de otros recursos renovables vinculados al clima) en la matriz energética de un país? Y, ¿por qué, a pesar de que Ecuador lleva décadas enfrentando esta crisis agua-energía, no se ha superado definitivamente?

El papel de la hidroenergía (y otras fuentes renovables)

Por las condiciones geográficas propias de Latinoamérica, la mayoría de los países de la región cuenta con un importante aporte hidroeléctrico en su matriz de generación. Entre estos países se incluyen Ecuador, Paraguay², Brasil, Costa Rica, Colombia, Perú y Uruguay.

A modo de comparación, la Tabla 1 presenta la composición de la matriz de generación de los países mencionados. Es evidente que el aporte hidroenergético supera el 50 % en cada caso, con excepción de Uruguay, que, sin embargo, tiene un componente superior al 80 %, sumando diversas fuentes renovables (hidroeléctrica, eólica y solar). En el caso de Ecuador, su matriz de generación es probablemente la más vulnerable de las presentadas, no necesariamente debido al alto componente hidroeléctrico, sino a la limitada diversidad, tanto en tipo como en capacidad, de otras fuentes de generación que puedan complementar o reemplazar a la hidroelectricidad en casos de estiaje. Esta diversidad sí está presente en los otros países.

Tabla 1

Composición de la matriz de generación eléctrica en %

País	Hidro	Termo- gas	Termo- carbón	Termo- líquidos	ERNC (eólica, solar, biomasa)	Otras
Brasil	60	-		24	13,6	1,6*
Colombia	67,1	15,2	8,9	6,3	1,7	-
Costa Rica	74,1	-	-	-	12,7	13**
Perú	52	38,3	-	-	9,7	-
Uruguay	37	-	-	18	45	-
Ecuador	73,6	5	-	18,6	1,4	1,4***

Nota. *Nuclear, **Geotermia, ***Interconexión.

2 Paraguay obtiene el 100 % de su energía eléctrica a partir de fuentes hidroeléctricas.

En términos de transición energética, entendida como el cambio programado en la generación de electricidad para migrar de fuentes convencionales hacia energías renovables, la región de América Latina y el Caribe (ALC) puede considerarse a la vanguardia. Cerca del 70 % de la generación eléctrica de ALC proviene de fuentes renovables, destacando principalmente la hidroeléctrica (siendo el promedio global de 30 %). Además, como señala el Boletín de noviembre de 2024 de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), la región cuenta con un enorme potencial de recursos renovables aún sin explotar. Por ejemplo, en hidroelectricidad, solo se ha aprovechado el 30 % del potencial disponible, un 12 % del potencial en energía eólica y apenas el 1,2 % del recurso disponible en energía solar.

A ello se suma el liderazgo de la región en la producción de biocombustibles, con Brasil como un ejemplo emblemático, siendo el segundo productor mundial de etanol y el quinto productor global de biodiesel. También destacan en este sector países como Argentina, Colombia y México. De igual manera, el uso de hidrógeno verde, un gas combustible producido a partir de energías renovables, se plantea como una solución interesante para el transporte pesado, aéreo y marítimo.

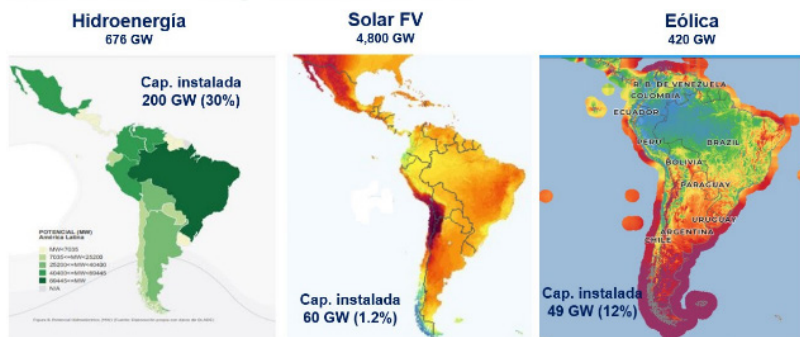
Varios países de la región, como Chile, Colombia, Uruguay y Perú, están avanzando de manera agresiva en el desarrollo de proyectos para producir hidrógeno verde y entrar a este prometedor nuevo mercado energético.

Aunque nuestra región está en una posición interesante para liderar la transición energética global, para materializar ese potencial es necesario implementar políticas públicas adecuadas y fomentar la inversión en investigación e innovación (OLADE, 2024).

Figura 1

Potenciales de fuente de energía renovable directa en ALC

Potenciales de fuentes de energía renovable directa en ALC.



Nota. Potencial (GW) y capacidad instalada (%) de fuentes renovables en ALC.

Origen de la crisis agua-energía

La crisis del sector eléctrico ecuatoriano es de carácter estructural, originada por múltiples causas que abarcan aspectos administrativos, financieros, técnicos, políticos e institucionales. Todos estos factores, interrelacionados entre sí conducen a un problema crónico: la oferta de energía del sector sufre una alta vulnerabilidad y carece de infraestructura suficiente para enfrentar anomalías externas como las variaciones climáticas.

Además, en el lado de la demanda, no se ha podido sostener planes ni programas de eficiencia energética, y se suma a esto una deficiente gestión en la distribución y recaudación del servicio eléctrico. En cuanto a la oferta, la alta vulnerabilidad se refiere principalmente a la dependencia de fuentes energéticas como la hidroeléctrica y la termoeléctrica convencional para abastecer la demanda nacional.

El aporte de centrales basadas en gas natural, biogás o energías renovables no convencionales (ERNC), como la eólica o la solar, sigue siendo marginal y no cubre la falta o reducción de capacidad de las dos principales fuentes

de generación. Según un reciente boletín del Operador Nacional de Electricidad (CENACE), entre los años 2023 y 2024, debido a los efectos del estiaje y la limitada infraestructura en generación, Ecuador pagó a Colombia más de 615 millones de dólares por la compra de electricidad, lo que representa más de 12 veces el monto pagado entre 2020 y 2022. Asimismo, la inversión en infraestructura de transmisión y distribución, ya sea para mantenimiento o nuevos proyectos, ha estado por debajo de lo necesario, lo que agrava aún más el problema de vulnerabilidad del sistema eléctrico.

En el ámbito de la demanda, Ecuador implementó el Plan Nacional de Eficiencia Energética (PLANEE 2016-2035), cuyas acciones iniciales se enfocaron en los sectores residencial y público, con programas como el recambio tecnológico y el etiquetado de electrodomésticos de alto consumo. No obstante, el plan tuvo un alcance limitado en los sectores industrial y de transporte, y su impacto se ha diluido progresivamente, con resultados marginales, a la fecha.

Este escenario se refleja en el deterioro de los indicadores clave del sector eléctrico, asociado a fallas en la gestión de las empresas distribuidoras. Un ejemplo crítico es el aumento de las pérdidas “no técnicas”³, que pasaron de menos del 4 % en 2018 a aproximadamente el 9 % en 2023 —según datos del Ministerio de Energía—, superando incluso el 20 % en algunas distribuidoras. Solo en 2023, estas pérdidas representaron más de USD 240 millones por energía suministrada pero no facturada.

¿Un sector sin adecuada planificación?

El Plan Maestro de Electrificación (PME) recoge proyectos de generación, transmisión y distribución que deben desarrollarse (obligatoriamente) dentro de un período

3 En los sistemas de distribución eléctrica, las pérdidas se dividen en técnicas y no técnicas: las primeras son inherentes al transporte de energía, producto de la resistencia en cables y transformadores (pérdidas por calor y magnetización), mientras que las segundas corresponden a energía consumida pero no facturada, causada por errores de medición, fallas administrativas o conexiones ilegales (fraude eléctrico).

determinado, generalmente de 10 años. En el PME 2018-2027, específicamente en el componente de generación, se establecieron varios hitos importantes para incorporar nueva generación térmica, hidroeléctrica y con ERNC, con el fin de garantizar no solo la disponibilidad de potencia y energía en el sistema, sino también un margen de reserva adecuado, al menos del 10 % respecto a la demanda (siendo el 20 % lo recomendable), sin depender de las importaciones de electricidad desde Colombia.

¿Qué ocurrió? En el período comprendido entre 2019 y 2023, prácticamente no se incorporaron proyectos importantes⁴, y además se descuidó el mantenimiento de varias centrales, principalmente las térmicas⁵. Durante ese tiempo, tampoco se invirtió lo necesario en expansión o mantenimiento para transmisión y distribución. La demanda de electricidad creció en un 5 %, lo que implicaba la necesidad de entre 200 y 250 MW de nueva generación por año. El resultado era predecible: entre octubre y noviembre de 2023, los racionamientos de electricidad volvieron a nivel nacional, y esto se agudizó en 2024 con racionamientos más prolongados, con los efectos negativos correspondientes.

El “orar” o “encomendarse a Dios”, como sugieren los recientes ministros de energía, podría ser apropiado si al mismo tiempo se trabajara, parafraseando a San Agustín, “como si todo dependiera de ti”. La crisis de finales de 2024 fue superada, en gran parte, por el aumento del caudal debido a las lluvias en la cuenca del Paute y, en menor medida, por las inversiones del Estado en generación térmica de emergencia.

4 Entre los proyectos de pequeña escala incorporados durante ese período destacan las centrales hidroeléctricas Sarapullo (50 MW) y Sabanilla (30 MW) —ambas, parte del sistema Toachi-Pilatón— junto con el parque eólico Huascachaca (50 MW). A estos se sumaron algunas iniciativas privadas en generación hidroeléctrica, aunque en conjunto representaron una contribución limitada a la matriz energética nacional.

5 El sistema eléctrico nacional dispone de aproximadamente 2 000 MW de capacidad de generación térmica instalada, aunque su disponibilidad real se ve frecuentemente limitada debido principalmente a deficiencias en el mantenimiento de las plantas.

Crisis como oportunidad: hacia la transición energética

Una vez más, Ecuador ha enfrentado una crisis aguda de abastecimiento eléctrico, lo que exige avanzar hacia un sistema eléctrico más robusto y menos vulnerable. Para lograr esto, el Estado debe contar con la infraestructura necesaria en el menor tiempo posible; sin embargo, los proyectos planificados nunca se ejecutaron. En el sector hidroeléctrico, existen estudios de factibilidad para centrales como Cardenillo (600 MW), ubicada aguas abajo de Sopladora, o la central Santiago (2 400 MW), que incluye un importante embalse. Además, no se ha invertido en nuevos proyectos termoeléctricos considerados en el plan citado, cuyo total de potencia alcanzaba los 1 000 MW hasta 2022. Si cualquiera de estas opciones hubiera sido implementada, se habría cubierto el déficit actual de energía. A ello, se suman alternativas adicionales, que habrían contribuido a una matriz de generación más diversificada y sostenible.

Existen una docena de proyectos con energía renovable (solar, eólica e hidroeléctrica a pequeña escala) adjudicados en diferentes procesos licitatorios, que suman más de 800 MW de potencia, una cantidad que cubriría casi completamente el déficit actual de generación. De estos, destacan El Aromo, una central solar fotovoltaica de 200 MW ubicada en Manabí, y Villonaco III, una central eólica de 110 MW localizada en Loja. Estos dos proyectos fueron adjudicados en 2020 a empresas privadas. Los otros 500 MW corresponden a nueve proyectos del denominado Bloque 1 de Energías Renovables, adjudicado a inicios de 2023 al sector privado, aunque no se han iniciado los trabajos de construcción. El tiempo de ejecución de este tipo de proyectos oscila entre 18 y 24 meses.

El PME-2024 indica que estos proyectos estarán operativos para el 2026. Otro proyecto a destacar es el hidroeléctrico Soldados-Yanuncay, cerca de Cuenca, que a pesar de su relativa baja potencia (22 MW), tiene una importancia fundamental para la ciudad y la región, al ser multipropósito (almacenamiento de agua, regulación de caudales, riego, apoyo a la planta potabilizadora y energía renovable). Este

proyecto debía haber iniciado en 2021 y concluir en 2025, pero aún no ha comenzado.

Todos estos proyectos contribuirían con la descarbonización, que es uno de los pilares fundamentales de la transición energética en marcha en muchos países del mundo, y que ayudará a mitigar el cambio climático. Como se mencionó en la sección previa, América Latina y el Caribe (ALC) no es la excepción, y varios países de la región están dando pasos importantes hacia ese objetivo. Según el boletín de OLADE de enero de 2025, se han fortalecido los marcos institucionales en varios países de la región mediante la creación de subsecretarías, comités y otras instancias especializadas en materia de transición energética, con el fin de promover políticas, planes, programas y hojas de ruta dirigidas a establecer o acelerar proyectos y actividades previstas en las estrategias de transición vigentes en la gran mayoría de los Estados miembros de la organización.

Acciones relevantes incluyen promover la eficiencia energética, posicionar al gas natural como combustible de transición, digitalizar el sector eléctrico, avanzar en la movilidad sustentable y diversificar la matriz de generación con energías renovables no convencionales (OLADE, 2025).

Además de la descarbonización, pilares importantes en la transición energética son la descentralización y la digitalización. La descentralización busca acercar la generación de energía a los consumidores e incluso convertirlos en prosumidores (productores y consumidores de su propia energía), mientras que la digitalización tiene como objetivo cimentar el uso de tecnologías digitales para integrar las energías renovables (diversas y descentralizadas) en los sistemas eléctricos de potencia (SEP), garantizando la confiabilidad de dichos sistemas.

Los pilares de la transición energética —descarbonización, descentralización y digitalización (3D)— deben apuntar a un objetivo adicional: la democratización de la energía. Este concepto, aún en construcción, invita a la participación de actores del sector energético (públicos y privados), así como a nuevos actores, como los prosumidores, comunidades energéticas y la sociedad civil en general. Democratizar la energía puede convertirse en un paso importante para democratizar la economía,

promoviendo el desarrollo local con criterios de sostenibilidad, inclusión y equidad.

Conclusión

Con el estiaje presentado en el austro ecuatoriano en 2024, el sector eléctrico enfrentó un nuevo período de racionamientos en el suministro, con serias repercusiones para la economía y la sociedad en general, sin que hasta ahora se haya encontrado una solución definitiva. A pesar de que Ecuador cuenta con un Plan Maestro de Electrificación (PME) y mecanismos legales que podrían garantizar una infraestructura suficiente y confiable, no ha sido capaz de superar una crisis cuya cronicidad afecta la autonomía energética.

A las múltiples causas de la crisis se suma un centralismo burocrático que termina asfixiando cualquier proceso que busque fortalecer la infraestructura del sector de manera ágil y oportuna. La respuesta a una crisis permanente no puede provenir de las mismas prácticas que han llevado al país a este punto. Se requiere un cambio de paradigma, partiendo de una verdadera transición energética. Es necesario buscar alternativas disruptivas y sostenibles que ofrezcan soluciones a corto, mediano y largo plazo.

Alternativas como la generación distribuida, donde actores privados, de economía mixta o empresas públicas de generación se convierten en agentes que sirven a empresas distribuidoras o usuarios en general, representa una posible solución. La democratización energética permite la integración local y regional, aprovechando los recursos naturales renovables y la capacidad propia de explotarlos para el beneficio social y la sostenibilidad.

Referencias

- CAF-Banco de Desarrollo de América Latina (www.caf.com).
- CENACE. (2025). Boletín *Energía al día*, No.6, 13 de febrero 2025.
- Diario El Mercurio, Cuenca. (2024). Las sequías que se han vivido en Cuenca, Archivo histórico, <https://elmercurio.com.ec/> acceso 14-sep-2024.
- Ministerio de Energía y Minas. (2024). *Balance energético nacional 2023*.
- Ministerio de Energía y Minas. (2023). *Informe Estadística Anual y Multianual del Sector Eléctrico*.
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables– MERNNR. (2019). *Plan Maestro de Electricidad 2018-2027*.
- Ministerio de Industria, Energía y Minería de Uruguay, Dirección Nacional de Energía, *Monitor Energético*, No. 12-febrero 2021.
- OLADE. (2025). 2024: Avances normativos en el sector energía de América Latina y El Caribe. *Boletín OLADE* enero <https://www.olade.org/editoriales/enero-20252024-avances-normativos-en-el-sector-energia-de-america-latina-y-el-caribe/>.
- OLADE. (2024). América Latina: Líder en Energías Renovables y Potencial en Biocombustibles, *Boletín OLADE* noviembre.
- Palacios, E. y Espinoza, J.L. (1993). *Criterios para toma de decisiones en caso de crisis de energía eléctrica aplicados al sistema de distribución de la EERCS*, tesis grado <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/6461>.
- Primicias. (2024, septiembre 19). Centrales de energías renovables como el Aromo, Villonaco y otras aportarían 800 megavatios, pero están estancadas. *Primicias*. <https://www.primicias.ec/economia/proyectos-energias-renovables-retraso-aromo-villonaco-79118/>



Soberanía alimentaria



Sistema alimentario, entre acumulación y cuidado a la vida

David Acurio Páez
Universidad de Cuenca

Resumen

Al comer, incorporamos no solo los nutrientes a nuestro cuerpo, incorporamos también —quizá, sobre todo— su simbolismo y la historia del sistema alimentario. Como suele decirse la comida reflejan lo que somos o lo que aspiramos a ser. Este artículo es una revisión de la economía política del sistema alimentario, reflexiona sobre cinco momentos claves de la historia de la reproducción social, de las lógicas de acumulación y sus relaciones en el sistema alimentario mundial.

Palabras clave: sistema alimentario, economía política.

Producción de alimentos y momentos de acumulación

Domesticación de especies

La forma de producir alimentos ha pasado por cinco momentos clave, siendo el primero la domesticación de las especies. Hace siete millones de años, los homínidos se alimentaban principalmente de la caza, pesca y recolección de plantas silvestres. Los objetos tenían valor en la medida en que respondían a necesidades específicas. La domesticación de especies animales y vegetales representó un salto cualitativo transformador en la historia humana, conocido como la Revolución Neolítica.

La diferencia temporal en la domesticación de alimentos tuvo efectos significativos dentro de los grupos de sembradores que disponían de excedentes. La comida se convirtió en un indicativo de clase y un elemento diferenciador entre quienes sembraban y los demás. Jared Diamond (2006) observa que este contraste abrió el camino hacia las armas de fuego y el acero, ya que el paso hacia la producción permitió acumular productos alimenticios y, con ello, poder.

El desarrollo de sociedades políticamente centralizadas, socialmente estratificadas, con soldados profesionales, burocracia y avances tecnológicos, fue sostenido por los adelantos en la agricultura, iniciados con la domesticación de animales y plantas. Esto explica “por qué los imperios, la alfabetización y las armas de acero se desarrollaron primero en Eurasia y luego en otros continentes. Los usos militares del caballo y el camello, así como el poder mortífero de los gérmenes derivados de los animales, completan la lista de los vínculos fundamentales entre la producción de alimentos y la conquista” (Ibíd., 2006, p. 119).

La colonización y la economía-mundo europea

Para Europa, la Colonia representó un símbolo de modernidad durante los siglos XV y XVI, con sus avances, crisis y declives característicos. A la llegada de los españoles a América, se enfrentaron a la crisis de hambre que había afectado a una población europea inconforme, lo que dio

origen a la economía-mundo europea (Wallerstein, 1979). Este sistema se sostuvo gracias a la explotación de mano de obra y recursos naturales del Nuevo Mundo, que fue asumido como un espacio vacío, listo para ser colonizado; los indígenas solo eran considerados parte del paisaje a limpiar o mano de obra susceptible de ser esclavizada.

Durante la Colonia, productos como la papa, el maíz y la quinua, principales nutrientes de los pueblos andinos prehispánicos, se mezclaron con especies traídas de Europa: habas, cebada, chancho, cordero y reses, enriqueciendo simultáneamente la dieta tanto de andinos como de europeos (Weismantel, 1994). En el proceso de mestizaje, los españoles también colonizaron las estructuras culturales aborígenes, aunque sin modificar sus fundamentos básicos.

El sistema internacional estaba diseñado para adaptarse a las necesidades gastronómicas europeas, seleccionándose especialmente aquellos productos alimenticios destinados a la comercialización en el mercado internacional. Esto ocurrió con el azúcar, el cacao y el trigo, cuyos gobernantes comerciaban promoviendo su valor y virtudes en el exterior.

Para el consumo diario, los compradores preferían el arroz o el trigo, gramíneas consideradas como un signo de pertenencia a los grupos hegemónicos de la estructura social colonial, elevándolos por encima de aquellos que consumían alimentos comunes y de las clases inferiores.

La quinua, muy valorada en la cultura andina, pasó desapercibida para los españoles durante la Colonia. La política de modernización agrícola impuesta por la corona soslayó las propiedades nutritivas del “grano de los inkas”, viéndolo con displicencia (Bazile et al., 2014). Esta actitud se aplicaba a la mayoría de los productos nativos, obligando a producir solo lo que se consumía en Europa.

El azúcar en la producción industrial

La producción de azúcar se remonta a la domesticación de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en Nueva Guinea, alrededor del año 8000 a.C. Posteriormente, el dulce jugo extraído de la planta sin fruta se hizo muy conocido. Las técnicas utilizadas en su producción incluyen procesos de

refinamiento que transforman el azúcar en un producto blanco, granulado y quebradizo. En Occidente, la blancura se asocia con el refinamiento, y el valor simbólico del color blanco ha sido vinculado con el bien y la raza aria.

La producción de azúcar ejemplifica el proceso colonial y sus rezagos de esclavismo, al establecerse un monocultivo a gran escala en tierras despojadas por la fuerza y cultivadas con mano de obra esclava. La plantación de caña de azúcar se convirtió en el hijo predilecto del incipiente capitalismo. Como señala Karl Marx (1976, p. 92), “la esclavitud velada de los trabajadores europeos asalariados, requería como plataforma la esclavitud simple y pura en el nuevo mundo”.

La producción de azúcar de caña también ilustra la transición de la agricultura a la industrialización, pues, desde el inicio, “lo más parecido a una fábrica era el taller en el que se hervía el jugo de caña molida” (Mintz, 1996, p. 81). La industria de la alimentación capitalista nació basada en la explotación de tierras cultivables, la propiedad de los medios de producción agropecuaria y una fuerza laboral campesina.

Producción de cereales en la posguerra

El periodo de 1945 a 1970, posterior a la Segunda Guerra Mundial, estuvo marcado por la consolidación industrial y la producción masiva de mercancías, basadas en el encadenamiento productivo de productos cada vez más estandarizados.

El régimen de acumulación exigió que los obreros fueran, simultáneamente, fuerza laboral y motor del consumo de bienes industriales. Rubio (2001) señala que, para establecer salarios reales en la posguerra, era necesario que los obreros tuvieran acceso a alimentos básicos baratos y la capacidad de adquirir bienes industrializados (Rubio, 2001, p. 41). De este modo, la transición de la producción agrícola campesina a la agroindustria, conocida como el “modelo de sustitución de importaciones”, consolidó a la industria como el eje de las economías locales.

La producción de las haciendas andinas y las plantaciones tropicales sirvió como base para la agroindustria, principalmente vinculada a los ingenios azucareros, las

despepitadoras de cereales, las tabacaleras y las trilladoras de arroz. Este proceso requirió la expansión de la superficie cultivada: entre 1950 y 1976, América Latina incorporó 40 millones de hectáreas a la producción agrícola (naciente agroindustria), lo que amplió, aunque temporalmente, la demanda de mano de obra agrícola. Durante un periodo considerable, la agroindustria se convirtió en fuente de mejora de ingresos y atrajo migraciones temporales hacia enclaves agrícolas y campos de cultivo destinados a este sector.

En la década de 1980, emergieron empresas extranjeras y aumentaron las inversiones directas en la producción agroalimentaria. Se aspiraba a inundar los mercados, lo que implicaba mejorar la capacidad de compra de los europeos afectados por la guerra. Este proceso fue respaldado por el Plan Marshall, concebido para “poner a Europa de pie”, que generó transferencias de recursos a fondo perdido, ampliando así la capacidad de compra de los Estados Unidos.

El Plan Marshall transfirió 20 veces más dinero que el Banco Mundial para la reconstrucción de Europa (Ibíd., 2001), y una parte significativa de estas transferencias fue en forma de alimentos, lo que convirtió a varios países de Occidente en clientes y aliados políticos contra la Unión Soviética.

Los alimentos se convirtieron en una herramienta de dominación, ya que, para sostener a las grandes corporaciones, los productos ingresaban al mercado con apoyo gubernamental y presión política, a precios más bajos que los de los productores locales. Esto obligó a los productores locales a abandonar la agricultura en favor de la ganadería y la producción de leche, lo que resultó en la pérdida de soberanía sobre la producción de alimentos agrícolas, un proceso conocido como la paradoja de excedentes (Friedmann, 1982; McMichael, 2015; Rubio, 2001).

Así, el nuevo orden mundial estaba marcado por el afianzamiento industrial y el creciente comercio mundial de manufacturas, por encima de los productos básicos. Los países del Tercer Mundo se convirtieron en generadores de materia prima de origen agrícola y minero destinado a la industria con lo cual quedaron subordinados

—secuestrados— a través de un mercado en el que materia prima y artesanías valían menos y los productos industrializados valían cada vez más.

La hegemonía alimentaria de posguerra se basó en la gran expansión de la producción de alimentos, el dominio del mercado mundial, la injerencia de empresas transnacionales. El uso de los alimentos se convirtió en arma política.

El sistema alimentario globalizado y la producción de carne

Durante la fase de industrialización, los países de América Latina experimentaron simultáneamente flujos migratorios internos y procesos de integración de los obreros al proceso productivo.

El trabajo campesino estuvo orientado a la producción de alimentos para el mercado interno. Sin embargo, a pesar de no haberse destinado inversiones al mejoramiento tecnológico del agro, las inversiones se limitaban a préstamos usureros para los pequeños productores y a la compra de alimentos a precios bajos. Como señala Rubio (2001), “la extracción acuciosa del excedente sin un incremento de la productividad derivó con el paso del tiempo en un deterioro de la capacidad productiva del campesino. Se trata de una forma de explotación depredadora” (p. 61).

El declive productivo de los países del sur global permitió que la producción de Estados Unidos se convirtiera en el principal proveedor de cereales para América Latina, convirtiendo a países tradicionalmente agrícolas en dependientes de la producción de alimentos importados.

La transnacionalización fue acompañada por procesos de concentración de la cadena productiva en pocas manos. Como destaca Delgado Cabeza (2010), “un puñado cada vez más reducido de firmas controlan desde los genes hasta las estanterías en los establecimientos de distribución” (p. 34). Actualmente, las semillas patentadas ocupan el 82 % de las semillas comercializadas, y las transnacionales Monsanto, DuPont y Syngenta acaparan el 47 % de este mercado. El 90 % de las semillas transgénicas son propiedad de Monsanto, y solo tres empresas controlan el 90 % del comercio mundial de granos (Holt-Giménez y Peabody, 2008), siendo las

mismas empresas que dominan la fabricación de piensos a nivel global.

La distribución de alimentos se ha convertido en el centro de gravedad del régimen alimentario, donde los mayores niveles de concentración de capital son claramente visibles. En la industria de alimentos y bebidas, solo diez empresas controlan el 26 % del mercado mundial. En el ámbito de la distribución alimentaria, Wal-Mart, la empresa más grande del planeta, lidera con un volumen de ventas equivalente al PIB de 25 países.

El control sobre la distribución ha permitido la bancarización del régimen alimentario, un rasgo distintivo del neoliberalismo hegemónico, con un claro dominio del capital financiero sobre el capital productivo. De este modo, varios alimentos se convirtieron en commodities, una mercancía del nuevo siglo: bienes primarios que se venden a granel, con alta rentabilidad y poca diferenciación, como el trigo, la quinua y los pollos. Estos productos tienen una calidad estándar que se puede negociar en el mercado de capitales, trasladando el mercado agrícola al ámbito financiero.

El predominio del capital financiero impulsa y consolida un modelo de exportación agroindustrial —secundario exportador— orientado a la producción de bienes agrícolas como mercancías internacionales, con un alto control de calidad de mercado y precios elevados al final de la cadena productiva. Esta dinámica permite la convergencia de capitales que, a su vez, lleva a la monopolización simultánea de recursos como tierra, agua, semillas e insumos. Además, genera la “descapitalización, desestructuración y cooptación de pequeñas economías campesinas” (Breilh, 2011, p. 183).

Estructuralmente, el régimen alimentario se asienta en el control de las reglas del juego, las cuales permiten mantener subsidios a los agricultores y empresas de los países del Norte (que poseen producción excedentaria), mientras se limita la inversión pública y los subsidios a los pequeños productores del Sur, desmantelando así su capacidad de autoabastecimiento. Esto dio lugar a una importante reorganización del sector ganadero, relacionado con la nueva dinámica de la transformación alimentaria mundial. Aunque se incrementó la producción de carne, el número de ganaderos disminuyó. Como es bien sabido, utilizar el ganado como

convertidor proteico y energético es muy ineficiente. Por cada kilogramo de proteína animal obtenida, el ganado ha consumido 6 kg de proteínas de origen vegetal, mientras que para obtener una kilocaloría de energía a partir de vegetales se necesitan 2,2 kilocalorías de energía fósil. En el caso de la carne, esta proporción es 11 veces mayor (Delgado Cabeza, 2010, p. 53).

La industria cárnica presenta niveles de concentración tan altos que apenas diez marcas vendieron 188 mil millones de dólares en el periodo 2011–2013. Solo JBS S.A., una empresa pecuaria con sede en Brasil, tiene la capacidad de faenar diariamente 85 000 cabezas de ganado, 70 000 cerdos y 12 millones de aves, distribuyéndolos a 150 países (Fundación Heinrich Böll, 2014).

La venta de antibióticos para la producción de carne y aves es 38 veces más alta que la venta de antibióticos para uso médico. Sin embargo, no solo estos valores de uso irracional son problemáticos, sino que también se ha comprobado que las bacterias se han hecho resistentes a los antibióticos utilizados en la industria. Las trazas de antibióticos presentes en las carnes consumidas terminan siendo causantes de la resistencia bacteriana a los antibióticos utilizados en los servicios de salud.

La subsunción del consumo alimentario al capital

Dos elementos son transcendentales en el consumo alimentario actual: su carácter globalizado, homogeneizador y excluyente, y su subsunción a los intereses del capital. La subsunción del consumo se refiere a la subordinación de los objetos consumidos y la transformación de sus valores de uso en ganancia económica.

El consumo alimentario de cualquier producto cultivado en cualquier parte del mundo, accesible en cualquier momento, promueve la falsa idea de que es posible borrar las barreras sociales para lograr una inserción de clase universal, donde todos seríamos iguales. Sin embargo, también puede ofrecer la oportunidad de presentarnos como diferentes frente a la dieta global, que favorece prácticas anómicas y malsanas, diseñadas para garantizar dividendos a los productores transnacionales. El consumo,

entonces, puede llegar a ser la felicidad transitoria del mundo moderno, la meta de determinados modos de vida, y la forma en que se logra ser visible, aunque sea por unos momentos, en medio de un mar de homogeneidad global.

El consumo como signo de jerarquización

Para entender cómo el capital ha subordinado el consumo, es útil recuperar el planteamiento de Jean Baudrillard (2018), quien afirma que

no hay consumo porque se dé una necesidad objetiva [...] lo que hay es la producción social de material de diferenciación, de códigos de significación, y de valores, de estatus, sobre los cuales se sitúan los objetos y las prácticas de consumo. Los bienes se convierten en signos distintivos —de distinción o de vulgaridad—.

El mercado se encarga de transformar el objeto en signo y el signo en mercancía, lo que implica que la economía está sostenida por un sistema de signos. En este sentido, el consumo se convierte en una actividad subordinada, manipulada sistemáticamente a través de los signos (Bourdieu, 1998; Veraza, 2007; Bauman, 2011; Baudrillard, 2018). Si el consumo está sustentado en un sistema de signos reconocidos por la sociedad, la lógica del consumo se ve influida por la tensión dialéctica entre diferenciación y similitud con el sector social al que pertenezco o al que deseo pertenecer. Se debe consumir un producto determinado para ser aceptado en un grupo, para ser igual a sus miembros. En contraste, también es posible consumir productos con características particulares para diferenciarse de un grupo social.

Además de permitir la diferenciación, el consumo expresa la existencia de procesos de jerarquización social. Como señala Baudrillard (2018), “la marca del producto, no marca al producto, marca al consumidor como miembro del grupo de consumidores de la marca”. De esta manera, el consumo se convierte en un medio para mostrar el nivel de inserción social del consumidor.

El mito construido por los medios publicitarios es que el confort, la elegancia y la salud que ofrecen los productos

rompen las diferencias sociales y nos igualan. Sin embargo, esta igualdad es ilusoria. Aunque parece homogenizar, en realidad segrega, ya que cada objeto/signo resalta la diferencia. Los objetos pueden cumplir funciones similares, pero con signos diferentes, y es precisamente este proceso el que está subsumido por el capital. El consumo del signo se apropia de todos los fantasmas, proyecciones, deseos y necesidades, perpetuando en el imaginario colectivo la consecución del placer.

El mall, esas nuevas catedrales comerciales, representan la síntesis de la subsunción del consumo. Son espacios diseñados para alcanzar la felicidad hecha objeto. A la vez que son sitios de compras, también funcionan como espacios de coqueteo con los objetos y signos, y de vagabundeo lúdico. Como lo define Marc Augé (2017), son “no lugares”, en los que se transita durante horas, pero no se establece una relación efectiva con nadie. En estos espacios se combina el tiempo libre, la novelería y el consumo, generando placer y creando una especie de pequeña fiesta cotidiana que simula la posibilidad de escapar de las carencias y necesidades.

El espíritu segmentario de la sociedad, junto con su poder adquisitivo, selecciona alimentos desconocidos que no están presentes en el mercado local y busca apropiarse de alimentos exóticos y diferenciadores. De esta forma, la comida gourmet, al igual que el espacio verde, el lugar exclusivo de recreación o el silencio, se convierten en nuevas formas de segregación social.

La etapa actual está marcada por el hiperconsumo, caracterizado por la segmentación del mercado y la preeminencia del consumo individual. En una sociedad donde la norma es utilizar la individualidad como forma aceptada de comportamiento (Bertran, 2015), el consumo de objetos seleccionados en el comercio no corresponde a una elección libre. En esencia, obedece a la imposición del mercado de signos. Consumo alimentario e inserción social Las distintas clases sociales se diferencian principalmente a través de tres estructuras de consumo: la alimentación, las prácticas culturales (como libros, música, espectáculos y deportes) y los gastos relacionados con la presentación personal y social (incluyendo vestimenta, cuidados estéticos y servicio

doméstico) (Bourdieu, 1998). La capacidad de satisfacer deseos y gustos, a través de las capacidades económicas, constituye el primer componente del principio de distinción en los alimentos. El segundo componente está relacionado con la construcción de satisfactores simbólicamente vinculados a la propiedad de estos productos, lo que refleja el *habitus* distintivo de la clase social.

El modelo de reproducción social ha logrado generar múltiples posibilidades de diferenciación con los alimentos. Las personas pueden distinguirse tanto por lo que consumen como por la forma en que lo hacen, el lugar donde comen e incluso los efectos corporales de la alimentación. Dicotomías como lo magro y lo grueso, lo crudo y lo cocido, lo frío y lo caliente, lo propio y lo extraño (Lévi-Strauss, 2002; Fischler, 1995a; Bourdieu, 1998) son procesos que facilitan la distinción alimentaria. Así, cuando se consume un alimento lejano y costoso, también se consume la valoración social asignada a esa comida excepcional. Aunque los seres humanos son omnívoros, no comen todo. Marvin Harris (1999) sugiere que los criterios de selección de los alimentos están basados en razones ecológicas y económicas. Siguiendo a Harris, lo que se califica como “bueno para comer” es, en muchos casos, lo que es “bueno para vender”, lo que entra en franca oposición al planteamiento de Lévi-Strauss (2002), quien sugiere que la decisión sobre los alimentos a consumir está mediada por dinámicas estructurales de diferenciación que se reflejan desde la cocina hasta los espacios más amplios de la estructura social.

El debate entre si estas decisiones son meramente subjetivas o impulsadas por los vendedores de alimentos se resuelve en la propuesta de Bourdieu (2013), quien afirma que las convenciones sobre cómo pensar, sentir y actuar están asociadas a la posición social. Estas convenciones se sustentan en la propiedad de bienes materiales de las personas y en las percepciones y apreciaciones que los demás tienen de ellas. Desde esta perspectiva, algunos alimentos no se ingieren porque son incoherentes con el *habitus* previsto de las personas. Nos alimentamos en la mesa, pero también nos nutrimos de lo imaginario, de lo simbólico, hasta el punto en que cuanto más regula una sociedad el uso de los alimentos, más “evolucionada” parece.

Conclusiones

Los sistemas alimentarios son una herramienta clave en la acumulación de capital y poder, configurando jerarquías sociales, económicas y geopolíticas. Desde la domesticación de especies hasta la agroindustria moderna, este sistema no solo refleja, sino que profundiza las desigualdades estructurales entre las clases sociales.

El proceso de globalización ha generado dependencia y despojo en los países del Sur, especialmente en relación con su modelo alimentario, donde los campesinos, aunque son los principales productores de alimentos, quedan excluidos de los beneficios económicos. La imposición del monocultivo, la agroindustria y el control corporativo de semillas y tierras ha desarticulado las economías locales y erosionado la soberanía alimentaria.

Las dinámicas del consumo contemporáneo de alimentos están subordinadas a la lógica del capital. Lo que se consume refleja más una construcción simbólica de estatus y pertenencia que una necesidad nutricional.

Frente a este panorama, la agroecología y la agricultura familiar representan alternativas de resistencia reales y concretas, centradas en la diversificación productiva, el autoconsumo y la convivencia armónica entre las comunidades y con la naturaleza. Estas estrategias, impulsadas principalmente por movimientos sociales en Ecuador, constituyen pilares fundamentales en la construcción de la soberanía alimentaria y en la creación de sistemas más justos y sostenibles.

Referencias

- Augé, M. (2017). *Los NO Lugares*. Barcelona: Gedisa Editorial S A.
- Baudrillard, J. (2018). *La sociedad de consumo: sus mitos, sus estructuras*. 2da edición 3era reimpresión. Madrid: Siglo XXI.
- Bauman, Z. (2011). *Vida de consumo*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Bazile, D, Bertero, D. y Nieto, C, eds. (2014). *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013*. Santiago de Chile: FAO.
- Bourdieu, P. (1998). *La distinción: Criterio y bases del gusto*. Madrid: Taurus.
- Breilh, J. (2011). “Aceleración agroindustrial: peligros de la nueva ruralidad del capital”. En *¿Agroindustria y soberanía alimentaria ? Hacia una Ley de Agroindustria y Empleo Agrícola*, 171–90. Quito: SIPAE.
- Delgado Cabeza, M. (2010). El sistema agroalimentario globalizado; Imperios alimentarios y degradación social y ecológica. *Revista de Economía Crítica* 10: 32–61.
- Fundación Heinrich Böll. (2014). *Atlas de la carne*. México: Creative Commons.
- Diamond, J. (2006). *Armas Gérmenes y acero*. Barcelona: Random House Mondadori.
- Friedmann, H. (1982). The Political Economy of Food: The Rise and Fall of the Postwar International Food Order. *American Journal of Sociology* 88 (Marxist Inquiries: Studies of Labor, Class, and States): 248–86.
- Holt-Giménez, E., y Peabody, L. (2008). *De las revueltas del hambre a la soberanía alimentaria: un llamado urgente para reconstruir el sistema alimentario*. En *Introducción a la crisis alimentaria global*. Barcelona: Grain.
- Marx, K. (1976). *El Capital*, vol. 1. Londres: Penguin.
- Mintz, S. W. (1996). *Dulzura y poder: el lugar del azúcar en la historia moderna*. México, DF: Siglo Veintiuno.
- Peralta, E. (2009). *La quinua en Ecuador: Estado del arte*. Quito: INIAP- PRONALEG.
- Rubio, B. (2001). *Explotados y excluidos: los campesinos latinoamericanos en la fase agroexportadora neoliberal*. 1. ed. México, D.F.: Plaza y Valdés: Universidad Autónoma Chapingo.
- Veraza, J. (2007). *Los peligros de comer en el capitalismo*. México: ITACA.
- . (2008). *Subsunción real del consumo al capital*. México D.F.: ITACA.

- Wallerstein, I. (1979). *El moderno sistema mundo, la agricultura capitalista y los orígenes de la economía*. México D.F.: Siglo XXI Editores.
- Weismantel, M. (1994). *Alimentación género y pobreza en los andes ecuatorianos*. Cayambe: Abya Yala.

Metodología de mapas e indicadores de soberanía alimentaria

César Antonio Zambrano Vera
Pablo Xavier Castro Bedón
José Julio Gonzalo Carvajal
COPISA¹

Resumen

El presente artículo expone parte del proceso de tres años de trabajo colaborativo entre organismos del Estado y la cooperación institucional universitaria, orientado a la producción de un material con información relevante, como los mapas que detallan la superficie agrícola y pecuaria destinada tanto a la producción como al consumo de alimentos. Además, se incluye la construcción participativa de indicadores de soberanía alimentaria. Se espera que los mapas presentados contribuyan al monitoreo y evaluación de la política pública de soberanía alimentaria.

Palabras clave: soberanía alimentaria, consumo de alimentos, agricultura, mapas.

Actualización de mapas

Desde la promulgación de la Constitución del Ecuador en 2008, la soberanía alimentaria se consolidó como un objetivo estratégico del Estado. El artículo 281 reconoce el

¹ La Conferencia Plurinacional e Intercultural de Soberanía Alimentaria, con sede en Quito (Ecuador), desarrolla su trabajo mediante el uso de indicadores específicos de soberanía alimentaria.

derecho de la población a acceder a alimentos nutritivos y culturalmente adecuados, subrayando la importancia de los pequeños y medianos productores.

Simultáneamente, la Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria (LORSA), de 2009, refuerza este compromiso al crear instituciones que coordinen acciones dentro del Sistema de Soberanía Alimentaria y Nutrición (SISAN). No obstante, es evidente la falta de instrumentos adecuados para evaluar la soberanía alimentaria, lo que limita la implementación efectiva de las políticas. Este vacío se convirtió en un obstáculo recurrente para diseñar políticas públicas específicas y medir su impacto, además de debilitar las posiciones de las organizaciones sociales y limitar el diseño de soluciones eficaces por parte del Gobierno.

En 2022, el contexto social y político de Ecuador estuvo marcado por las movilizaciones nacionales organizadas por las comunidades indígenas y campesinas, lo que resaltó la necesidad de contar con información específica sobre la temática alimentaria. Durante las mesas de negociación entre el Estado y las organizaciones sociales, se evidenció la carencia de datos confiables para respaldar las demandas relacionadas con el acceso a la tierra, el agua y los mercados, y avanzar hacia una soberanía alimentaria viable.

Por ello, la discusión dentro de COPISA sobre la necesidad de contar con mapas actualizados de superficie agrícola y pecuaria cobró relevancia. Estos mapas visibilizan la distribución de tierras destinadas a parcelas agrícolas para consumo interno, así como otros indicadores clave de la soberanía alimentaria.

En este sentido, se complementan dimensiones de justicia social, acceso equitativo a recursos y sostenibilidad ambiental dentro de un marco más amplio de la soberanía alimentaria. Estos indicadores se alinean con aquellos promovidos por organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), que apoyan los esfuerzos por mejorar la seguridad alimentaria global.

Respecto a los materiales y métodos para la elaboración de mapas e indicadores de la Soberanía Alimentaria, a finales de 2022 comenzó a concretarse la idea de desarrollar un mapa de superficie agrícola y pecuaria. COPISA

y la Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria (CGINA) discutieron la posibilidad de utilizar los datos oficiales disponibles sobre el uso del suelo como base para crear un mapa que reflejara la realidad de la soberanía alimentaria del país. Aunque la información existente era limitada y desactualizada, CGINA destacó la utilidad del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra generado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), y la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (Senplades), dentro del proyecto “Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio”, elaborado a escala 1:25.000 entre los años 2009 y 2015. El mapa de uso y gestión de suelo de 2015 se consideraba un punto de partida. Durante esta etapa, un cambio de autoridades en CGINA interrumpió temporalmente el progreso de este trabajo, el cual sería retomado posteriormente.

El primer desafío fue desarrollar la metodología adecuada para trabajar con estos datos. El segundo desafío consistió en identificar y recopilar las fuentes de información necesarias. COPISA solicitó datos a diversas instituciones, entre ellas, el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MATE), que proporcionó información sobre áreas protegidas; el Ministerio de Comercio Exterior, que entregó registros sobre superficies destinadas a exportaciones acuícolas; y el Ministerio de Agricultura y Ganadería, que proporcionó datos sobre la superficie sembrada para exportación. Aunque este proceso fue esencial, enfrentó numerosos retrasos debido a los cambios en las autoridades y la fragmentación de los datos disponibles.

Mapas de la soberanía alimentaria

Con la información recolectada, se trabajó sobre el mapa de uso del suelo, discriminando positivamente las superficies de áreas protegidas y zonas dedicadas a la agroexportación. Este proceso permitió obtener las capas de uso para la superficie agrícola y la superficie pecuaria de consumo interno. En una segunda etapa, se cruzaron las estadísticas agropecuarias del Sistema de Información Agropecuaria del Ecuador (SPAC) y el MAG con los cultivos y pastos a nivel nacional, regional, provincial y cantonal.

Estos borradores ofrecieron una visión preliminar de la distribución de las áreas agrícolas y pecuarias destinadas al consumo interno. Uno de los hallazgos iniciales fue la predominancia de la ganadería sobre la agricultura en muchas regiones del país, lo que generó interrogantes sobre el impacto ambiental y social. Aunque los borradores aún requerían ajustes, representaban un avance significativo en un proyecto destinado a llenar un vacío de información histórica.



Figura 1

Desarrollo del diseño de mapas SOBAL, equipo COPISA

Nota. COPISA (2024). Encuentro de Sostenibilidad.

Trabajo de refinamiento y diseño de mapas

El diseño de los mapas presentó un desafío importante para el equipo de COPISA, que comenzó a trabajar en colaboración con especialistas en diseño gráfico para crear un producto que fuera tanto funcional como visualmente atractivo. Se decidió optar por un formato plegable, que facilitara su transporte y uso en reuniones comunitarias, capacitaciones y eventos técnicos. Un aspecto crítico fue garantizar que el mapa cumpliera con los estándares técnicos y de diseño establecidos por el Ministerio de Agricultura, lo que implicó varias rondas de revisión y ajustes para alinearse con las normativas institucionales.

En esta fase, se integraron al equipo miembros de las fundaciones CARE y Avina, quienes ayudaron en la impresión de los mapas y cuadernos. El equipo logró sistematizar una cantidad significativa de datos, presentados de manera clara y accesible, lo que permitió avanzar en la difusión y el uso de los mapas en diversas actividades y eventos.

Figura 2

Mapas de soberanía alimentaria (pegados en carteleras)



Nota. COPISA (2024). Encuentro de Sostenibilidad.

Mapa de Superficie Agrícola y Pecuaria de Pequeños y Medianos Productores Destinados al Consumo Interno
El 15 de marzo de 2024 marcó un día histórico para COPISA, que, junto con el MAG, presentó oficialmente el “Mapa de Superficie Agrícola y Pecuaria de Pequeños y Medianos

Productores Destinados al Consumo Interno”. Este lanzamiento oficial representó la culminación del primer paso, de cinco, previstos en el proyecto técnico, consolidándose como un momento de reivindicación para los pequeños y medianos productores, cuyas contribuciones a la soberanía alimentaria habían sido históricamente ignoradas.

Como señaló José Carvajal, secretario técnico de COPISA: “Este mapa no solo muestra datos; cuenta la historia de quienes han sostenido la alimentación del país en condiciones adversas. Es un homenaje a su esfuerzo y una herramienta para construir un futuro más justo”.



Figura 3

Detalle de los contenidos del Sistema de Información Pública Agropecuaria SIPA-MAG

Nota. COPISA (2024).

Proyecciones

COPISA ha comenzado a planificar las siguientes fases del proyecto. La segunda fase, programada para 2025, se centrará en la elaboración de mapas temáticos que integren variables estructurales, ecológicas, técnicas, sociales y económicas. Entre los aspectos que se abordarán se incluyen el acceso a la tierra, agua de riego, mercados, gestión de riesgos, páramos, concesiones mineras y petroleras, y el número de familias involucradas en la agricultura familiar campesina. Esta fase garantizará la soberanía alimentaria, defendiendo la participación de mujeres y jóvenes. Los mapas temáticos generados permitirán un análisis detallado

de las dinámicas que afectan al sector de la soberanía alimentaria y servirán como base sólida para diseñar políticas públicas integrales.

La tercera fase se enfocará en la proyección de escenarios futuros. Mediante técnicas de modelado, se desarrollarán mapas que anticipan cómo podrían evolucionar las tendencias actuales en los años 2030, 2050 y 2070. Estas proyecciones ayudarán no solo a comprender los posibles impactos del cambio climático y la expansión urbana, sino también a identificar acciones prioritarias para garantizar la sostenibilidad de la soberanía alimentaria y el desarrollo del sector agropecuario a mediano y largo plazo.

Indicadores de soberanía alimentaria

A partir de febrero de 2023, COPISA lideró una serie de reuniones para ajustar la metodología y construir un consenso entre los actores involucrados. En este proceso, la colaboración con CGINA fue clave, ya que esta institución aportó con su experiencia técnica y metodológica, mientras que COPISA añadió un enfoque centrado en la justicia social y la participación comunitaria. Además, se estableció una alianza con la ONG Fundación Avina, a través del proyecto “Andes Resilientes”, que apoyó con recursos financieros y brindó asistencia técnica para el desarrollo de los indicadores.

La metodología se basó en dos tipos de indicadores: calculables (basados en datos existentes) y deseables (variables cuya información debía desarrollarse en el futuro). Esta clasificación permitió avanzar en el diseño de los indicadores sin esperar a que todas las brechas de información fueran resueltas, estableciendo así un punto de partida pragmático para el proyecto (COPISA, 2023).

El desarrollo técnico del sistema de indicadores estuvo liderado por la Subsecretaría de Innovación Agropecuaria, en conjunto con la Subsecretaría de Agricultura Familiar y Campesina del MAG y CGINA. Esta colaboración interinstitucional fue esencial para garantizar que los indicadores no solo fueran técnicamente sólidos, sino también relevantes para la planificación de políticas públicas. Además, los miembros del SISOAN permitieron su validación y formaron

parte de la aplicación interinstitucional conformada por las siguientes instituciones: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MIPRO), Ministerio de Salud Pública (MSP), Secretaría Nacional de Planificación (SNP), Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE), Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) y Consejo Nacional de Gobiernos Parroquiales Rurales del Ecuador (CONAGOPARE).

La metodología adoptada se basó en seis pilares fundamentales, inspirados en el concepto de Soberanía Alimentaria desarrollado por La Vía Campesina:

- Alimento para el pueblo
- Valor a los proveedores de alimentos
- Localizar los sistemas alimentarios
- Situar el control a nivel local
- Promover el conocimiento y las habilidades
- Compatibilidad con la naturaleza

Estos pilares sirvieron como marco para identificar variables específicas que reflejaran las dimensiones de la soberanía alimentaria. Además, se incorporaron indicadores sobre la participación de mujeres y comunidades indígenas, destacando la importancia de la inclusión social en el análisis.

Para esto, se llevaron a cabo tres talleres para validar y ajustar los indicadores propuestos, con la participación de representantes de organizaciones sociales, técnicos de ministerios y lideresas nacionales. Estos participantes aportaron perspectivas críticas sobre las necesidades del sector. La validación de los indicadores fue un proceso complejo, ya que implicó equilibrar las exigencias técnicas con las demandas de las organizaciones sociales (COPISA, 2024).

COPISA trabajó en la obtención de financiamiento para implementar el sistema de indicadores. Con la colaboración de la Fundación AVINA, se logró el apoyo financiero del proyecto “Andes Resilientes”, lo que facilitó la contratación de un consultor encargado de coordinar el trabajo.

Este respaldo fue decisivo para avanzar en la recopilación de datos y en la implementación técnica de los indicadores.

Al igual que los mapas, los indicadores de soberanía alimentaria fueron diseñados como herramientas complementarias, capaces de proporcionar una visión integral de las dinámicas agroalimentarias en Ecuador. Este enfoque integrado permitió maximizar el impacto de ambos proyectos, reforzando su relevancia tanto para la planificación pública como para la movilización social.

El lanzamiento oficial del sistema de indicadores de soberanía alimentaria marcó un hito en los esfuerzos de Ecuador por evaluar y promover la soberanía alimentaria como un derecho fundamental. El evento tuvo lugar el 15 de julio de 2024 en la sede de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador en Quito. El enfoque del evento fue más técnico, con una audiencia conformada mayoritariamente por académicos, representantes de ONG, técnicos ministeriales y líderes comunitarios.

Alianzas y colaboraciones

Un aspecto distintivo del proyecto de mapas e indicadores de soberanía alimentaria fue su carácter altamente colaborativo, involucrando tanto a instituciones gubernamentales como a organizaciones no gubernamentales. Según el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) en su artículo “Alianzas Fuertes, Mayor Impacto”, las alianzas y colaboraciones son elementos fundamentales en proyectos de desarrollo, ya que fomentan capacidades, aceleran la ejecución, reducen costos, optimizan recursos y promueven la transparencia (PNUD, 2018).

Bajo este principio, COPISA lideró la iniciativa convocando a socios clave como CARE Ecuador, Fundación AVINA, Fundación RIKOLTO, Tierra de la Humanidad, CGINA, y la Subsecretaría de Redes de Innovación Agropecuaria y Agricultura Familiar y Campesina del MAG. Este enfoque colectivo resultó en la autorrenovación constante de herramientas prácticas que integraron nuevas dimensiones técnicas, sociales y territoriales, asegurando que las soluciones propuestas se adaptaran a los objetivos de cada organización.

CGINA y COPISA formaron una alianza fundamental en el desarrollo de herramientas efectivas para enfrentar los retos de la soberanía alimentaria en Ecuador. Partiendo de una revisión crítica del concepto de soberanía alimentaria, que carecía de una definición práctica consensuada, CGINA aportó con toda la logística técnica del uso del material geoespacial a nivel de *shapefile* para la elaboración de los mapas, así como el uso de herramientas de geoestadística para integrar los datos de la producción. Como resultado, se obtuvieron mapas interactivos a nivel nacional, regional, provincial y cantonal. CARE, AVINA, Tierra de la Humanidad y RIKOLTO fueron aliados clave en este proceso, fortaleciendo la integración de capacidades y recursos para la implementación efectiva del proyecto.

Conclusiones

El desarrollo de los mapas de superficie agrícola y pecuaria y el sistema de indicadores de soberanía alimentaria son propuestas que, aunque inicialmente comenzaron de manera separada, terminaron complementándose mutuamente. Esta relación enriquece ambas iniciativas y permite la creación de un marco integral para evaluar, planificar y fortalecer la soberanía alimentaria en Ecuador. Ambos proyectos avanzaron en paralelo durante el periodo 2022-2024, conectándose a través de actores clave, datos compartidos y objetivos comunes.

Los datos geoespaciales recopilados para los mapas proporcionan una base inicial para entender la distribución de tierras, mientras que los indicadores profundizan en aspectos más complejos, como el acceso equitativo a recursos, la inclusión social y la sostenibilidad ambiental. Ambos proyectos comparten un mismo propósito: visibilizar la realidad del agro ecuatoriano y fortalecer la toma de decisiones basadas en evidencia.

El trabajo en mesas técnicas y la presencia de un consultor externo contribuyeron al cumplimiento de los objetivos propuestos, permitiendo la identificación de información relevante para comprender la situación de la soberanía alimentaria en el país. Por ejemplo, los datos sobre las áreas dedicadas a la ganadería y los cultivos agrícolas obtenidos

durante el desarrollo de los mapas se utilizaron para definir las variables de acceso a la tierra y la estructura productiva, presentadas mediante los indicadores.

COPISA planea continuar trabajando en la actualización de las propuestas, integrando nuevos datos y ampliando su alcance. La relación entre los mapas y los indicadores seguirá siendo un ejemplo de cómo las herramientas técnicas y la demanda social pueden converger para construir un sistema agroalimentario más justo y sostenible.

Toda la información de los mapas e indicadores de SOBAL se encuentra disponible en el enlace <http://geoportal.agricultura.gob.ec/index.php/copisa>.

Referencias

- Constitución de la República del Ecuador del 2008. *Registro Oficial* N° 449. Quito.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021). *Ecuador en una mirada*. FAO. <https://www.fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-en-una-mirada/ar/>
- Conferencia Plurinacional e Intercultural de Soberanía alimentaria (COPISA) (2023). Propuesta de Construcción de indicadores de Soberanía alimentaria. COPISA. https://soberaniaalimentaria.gob.ec/LOTAIP/Secretaria_t/Propuesta/P_Indi_SOBAL.pdf
- Conferencia Plurinacional e Intercultural de Soberanía alimentaria (COPISA) (2024). Pilares de la soberanía alimentaria. Sistema de Información Pública Agropecuaria. COPISA. <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/indicadores-soberania-alimentaria>
- Ley Orgánica del Régimen de Soberanía alimentaria (LORSA) (2009). Registro Oficial N.° 583. Quito.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2024). *Ecuador en una mirada*. FAO en Ecuador. <https://www.fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-en-una-mirada/ar/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2018). *Alianzas Fuertes, Mayor Impacto* Nueva York: PNUD. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/UNDP_PG_IFI%20Partnerships%20Brochure%20Spanish.pdf.

Desafíos de la soberanía alimentaria, acceso y disponibilidad de alimentos en hogares de estudiantes universitarios

Andrés Arciniegas Fárez
Ana Belén Cárdenas Prado
Samantha Arévalo Ávila
Universidad de Cuenca

Resumen

Esta investigación analiza cómo se establece el acceso y la disponibilidad de alimentos en 25 familias de estudiantes de la carrera de Agronomía de la Universidad de Cuenca, y el impacto de esta realidad en la soberanía alimentaria de cada hogar. Para ello, el estudio aborda la propuesta de COPISA en relación con el Pilar 1, "Alimento para el pueblo", que está relacionado con el criterio de acceso y disponibilidad de alimentos, incluyendo aspectos como la disponibilidad de alimentos básicos, la seguridad alimentaria a largo plazo y la diversificación de la dieta.

La metodología utilizada integra herramientas de análisis cualitativo y cuantitativo. En primera instancia, se obtuvo una fotografía de la constitución de la dieta familiar. Se reportaron imágenes de la dieta semanal de cada familia, las comidas preferidas y el gasto aproximado en alimentos por semana. A partir de esta información, se construyó una base de datos con seis variables que permitieron registrar el número de personas que integran cada familia, recalcular el gasto semanal en alimentación, y diferenciar el consumo de alimentos procesados y no procesados, su procedencia y

los costos unitarios de acuerdo a las unidades de compra. Los resultados muestran desafíos importantes para alcanzar la soberanía alimentaria a nivel familiar y comunitario.

Palabras clave: soberanía alimentaria, alimentación familiar, dieta de estudiantes universitarios.

Introducción

Este estudio examina las condiciones de acceso y disponibilidad de alimentos en contextos familiares vinculados al entorno universitario. Las familias participantes presentan estructuras y dinámicas diversas, lo que permite observar cómo la dieta y el abastecimiento alimentario se configuran según las particularidades de cada realidad.

El propósito principal de la investigación es analizar cómo el acceso y la disponibilidad de alimentos en cada hogar plantea desafíos para la propuesta de soberanía alimentaria, específicamente en los criterios de disponibilidad de alimentos básicos, seguridad alimentaria a largo plazo y diversificación de la dieta.

La investigación aborda el concepto de soberanía alimentaria, el cual se sustenta en un enfoque de valoraciones múltiples que abarca dimensiones sociales, ambientales, ecológicas, económicas, culturales, políticas, técnicas y espirituales (Claeys, 2012; Brent, 2023; Gudynas, 2023). Este enfoque ha promovido el reconocimiento de las comunidades vinculadas a la tierra, que producen alimentos nutritivos y saludables, respetando sus ecosistemas, semillas y suelos, al igual que su identidad cultural. Además, estas comunidades ejercen su derecho a la autodeterminación, decidiendo qué producir, cómo producir, para quién producir y a qué escala producir los alimentos.

Soberanía alimentaria

En este contexto, la soberanía alimentaria influye en fenómenos del metabolismo socio-ecológico, como la distribución, transformación, consumo e incluso la generación de residuos relacionados con los alimentos, de acuerdo con lo planteado por Toledo (2013). Es decir, sus fundamentos se encuentran en la producción y cosecha ambientalmente

sostenibles, con control local y respeto por los conocimientos tradicionales. Sin embargo, su viabilidad depende de que la sociedad valore y apoye el sistema agroalimentario local mediante regulaciones, tal como lo establece la Declaración de Nyéléni.

Aunque con raíces más antiguas, las discusiones sobre soberanía alimentaria adquirieron mayor relevancia internacional a partir de 1996, con una participación clave de pueblos indígenas y campesinos de Brasil, así como del movimiento denominado La Vía Campesina. En la Declaración de Nyéléni, emitida en 2007 en Selingué, Malí, se refuerza el movimiento global de soberanía alimentaria con el planteamiento de seis pilares que, hoy en día, representan un punto de partida esencial para comprender el alcance y la visión general del paradigma.

Desde el inicio, el planteamiento de la propuesta ha cuestionado el eje impuesto por los Estados y organismos internacionales en relación con la denominada “seguridad alimentaria”, la cual no incluye restricciones al consumo de alimentos procesados de baja calidad nutricional que provienen de sistemas productivos convencionales que fomentan el monocultivo.

Por ello, es determinante comprender que la soberanía alimentaria va más allá, ya que se centra no solo en la cantidad de alimentos disponibles, sino también en su calidad, accesibilidad y en la capacidad de las comunidades para satisfacer sus necesidades nutricionales de manera sostenible.

En Ecuador, hitos importantes para la soberanía alimentaria se establecieron a partir de 2008, a través de la Constitución de la República, que la define como un objetivo estratégico y una obligación del Estado. En 2009, se emitió la Ley Orgánica de Soberanía Alimentaria (LORSA), y mediante este cuerpo legal se conformó la Conferencia Plurinacional e Intercultural de Soberanía Alimentaria del Ecuador (COPISA), como entidad encargada de promover la propuesta a nivel nacional.

En 2024, a través de la organización social y de forma participativa, se construyó a nivel nacional la definición de criterios para cada pilar de la soberanía alimentaria (Figura 1).

Figura 1

Diagrama de flujo de los pilares e indicadores de soberanía alimentaria, adaptado de la Declaración de Nyéléni (2007) y COPISA (2024)



Nota: Adaptado de la Declaración de Nyéléni (2007) y COPISA - Informe final de proceso metodológico para la construcción de indicadores para el sector Soberanía Alimentaria (2024), por Arciniegas, Cárdenas y Arévalo (2025).

Desde el origen de la LORSA hasta la actualidad, se refleja una escasa o nula aplicación de la propuesta por parte de entidades gubernamentales y no gubernamentales. Además, existe un significativo nivel de desconocimiento entre la población acerca del marco legal que sustenta la

soberanía alimentaria, así como de sus principios, pilares y conceptos (Acosta, 2010; Macas, 2010; Nieto, 2024).

Esta situación promueve la insostenibilidad de los sistemas agroalimentarios en Ecuador e impacta negativamente en la vida rural y urbana, consolidando la pobreza, la pobreza extrema y la malnutrición de la población. Brisbois et al. (2018) señalan que los impactos de la insostenibilidad en los sistemas agroalimentarios provocan condiciones desfavorables para la salud humana y pueden estar relacionados con factores como la falta de educación, bajos ingresos económicos y condiciones de vivienda poco saludables.

Según UNICEF (2023), uno de los mayores problemas de salud pública en Ecuador es la desnutrición crónica infantil, que afecta actualmente al 20,1 % de niñas y niños menores de 2 años, mientras que el sobrepeso y la obesidad tienen una incidencia del 64,68 % (Vinueza et al., 2023). En concordancia con lo expresado por Acurio (2023), esta problemática repercute en la productividad del país y tiene un impacto a lo largo de la vida de las personas. Los gastos asociados a la malnutrición —como salud, educación y pérdida de productividad— representan el 4,3 % del Producto Interno Bruto (PIB) ecuatoriano, de acuerdo con los reportes de Brisbois et al. (2018).

En este contexto, la soberanía alimentaria en Ecuador enfrenta múltiples desafíos. Por ello, el estudio del acceso y la disponibilidad de alimentos en hogares de estudiantes universitarios podría ayudar a revelar una red compleja de interacciones que está afectando a varios procesos determinantes que impiden la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios.

Materiales y métodos

Para analizar el acceso y la disponibilidad de alimentos en 25 hogares de estudiantes universitarios, se ha tomado en cuenta la batería de indicadores propuestos por COPISA (2024). De manera específica, el análisis se enfoca en el Pilar 1, Alimento para el pueblo, relacionado con el acceso y la disponibilidad de alimentos bajo los criterios de disponibilidad de alimentos básicos, seguridad alimentaria a largo plazo y diversificación de la dieta. Así, la metodología

integra herramientas tanto cualitativas como cuantitativas.

En una primera fase, se adaptaron las investigaciones cualitativas de Menzel y D'Aluisio (2005), las cuales han sido asimiladas por Callohuanca et al. (2022) y Henao Arias y Servat Roca (2024). El análisis también incorpora aportes metodológicos de Ramírez (2024).

Para evaluar el acceso y la disponibilidad de alimentos, se consideró importante evidenciar lo que consume la familia en el lapso de una semana. A cada estudiante se le solicitó obtener una fotografía que reflejara la composición de la dieta familiar, así como el número de personas que integran su hogar. En cada imagen, al pie de la foto, se incluyó el gasto semanal en alimentación y se reportó la comida favorita de cada familia.

Una vez recibidas las 25 fotografías de manera digital a través de correo electrónico, se procedió con la fase cuantitativa. Se construyó una base de datos con seis variables, que permitieron registrar el número de personas que integran cada hogar, recalcular el monto de gasto semanal por alimentación, y diferenciar el consumo de alimentos procesados y no procesados, así como su procedencia y costos unitarios de acuerdo con las unidades de compra.

La diferenciación entre alimentos procesados y no procesados se definió a través de los conceptos establecidos por la FAO (2022). En la variable relacionada con la procedencia de los alimentos, se especificaron las siguientes opciones: sistema familiar campesino (SFC), feria agroecológica, tienda de barrio, supermercado, mercado mayorista y vendedores ambulantes. De todos los alimentos registrados por cada familia, los gráficos que describen los hallazgos estadísticos incluyen únicamente los registros de mayor frecuencia.

Para el procesamiento de datos y el diseño de tablas y gráficos, se utilizó Excel y RStudio, con la obtención de estadísticas descriptivas en referencia al cálculo de la media, valores máximos y mínimos y desviación estándar.

Resultados

Es importante señalar que, entre los 25 hogares investigados, existe uno que está integrado por siete miembros,

mientras que, en seis registros, que representan el 24 % del total de la muestra, se observan familias unipersonales, es decir, estudiantes que viven solos sin conformar un núcleo familiar.

Siete familias integradas por cinco personas representan el 28 % del total de la muestra, mientras que aquellas con cuatro integrantes constituyen el 16 %. En el 100 % de los hogares estudiados, el promedio de integrantes por familia es de cuatro personas.

Esta diferenciación permite analizar el gasto semanal en la adquisición de alimentos y relacionarlo con el número de integrantes por cada familia.

Entre las familias de uno a cinco miembros, la adquisición de alimentos a la semana tiene un promedio de \$59,52. El reporte mínimo es de \$20,76 y el máximo de \$97,81. La desviación estándar es de \$24,36, lo que indica una variabilidad moderada en los valores reportados, principalmente establecida por la diferencia en el número de integrantes de cada familia.

Tabla 1

Gasto semanal en alimentos según el número de integrantes por familia

Integrantes familia	Media (\$)	Mínimo (\$)	Máximo (\$)	Desviación estándar (\$)
1	29,62	20,76	43,36	9,37
2	47,58	32,56	62,6	21,24
3	75,26	44,84	92,77	21,19
4	64,51	34,45	87,08	27,1
5	69,83	47,06	97,81	16,99
6	81,85	80,00	83,70	1,85

Al analizar los resultados de la Tabla 1, se observa que los estudiantes que integran familias pequeñas (entre uno y dos integrantes) tienden a gastar menos en promedio, con un gasto semanal que varía entre \$29,62 y \$47,58. En contraste, aquellos con familias más numerosas (de 3 a 5 integrantes) presentan un gasto semanal más alto, con una media que oscila entre \$64,51 y \$75,26.

La desviación estándar es menor en familias unipersonales (\$9,37), lo que indica que el gasto es más homogéneo en este grupo. En cambio, en familias de cuatro integrantes, la desviación estándar es de \$27,10, lo que refleja una mayor dispersión en los datos.

En la Figura 2 se representa la distribución del gasto semanal en alimentos de todas las familias investigadas. Es destacable que la mayoría de las familias gasta entre \$40 y \$80 semanales, con algunos casos que se aproximan a \$100. Esto indica que el gasto semanal en alimentos varía dependiendo del número de integrantes en la familia. Las familias más numerosas tienden a gastar más, y la variabilidad en los gastos es mayor en estos casos.

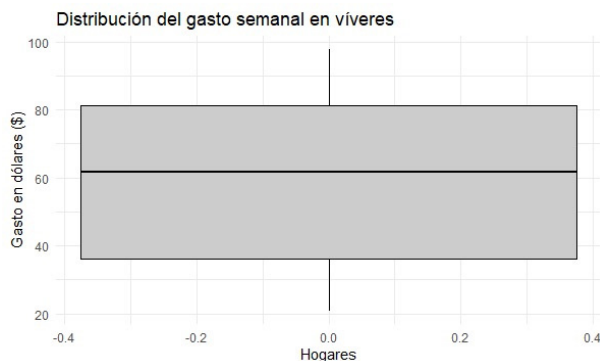


Figura 2
*Distribución del
gasto semanal en
alimentos*

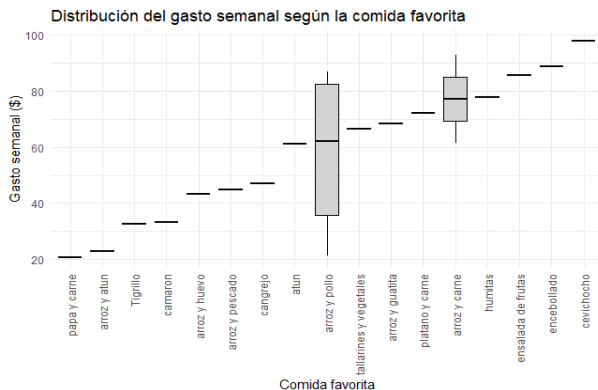
En el gasto semanal en alimentos en función de la comida favorita de cada familia (Figura 3), se puede notar que existen diferencias significativas en la variabilidad del gasto dependiendo del tipo de alimento preferido.

Las comidas con un gasto más alto y mayor variabilidad son cevichos, encebollado y chumales, lo que sugiere que quienes prefieren estos productos tienden a gastar más en alimentación, posiblemente debido a la presencia de ingredientes costosos o de preparación especializada.

Por otro lado, alimentos como papa y carne, arroz y atún, y tigrillo reportan un gasto menor y más homogéneo, indicando que estos alimentos son más accesibles y presentan poca variación en los precios.

Figura 3

Diagrama de cajas de la distribución del gasto semanal según la comida favorita



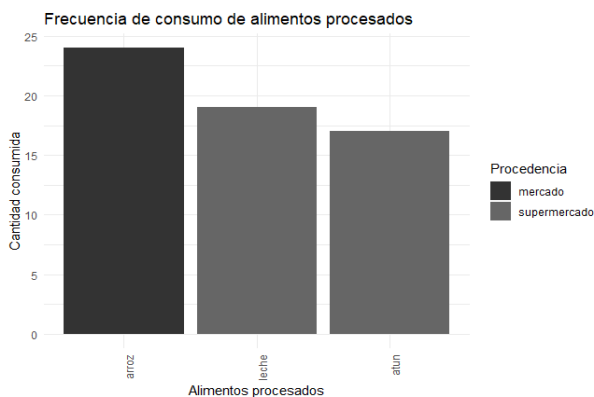
El gasto en algunos platos como seco de pollo (arroz y pollo) y tallarines con vegetales presenta una amplia dispersión, lo que sugiere que algunas familias pueden gastar significativamente más o menos en estos platos dependiendo de la calidad o cantidad de los ingredientes adquiridos.

En general, se revela que el tipo de comida favorita influye en el gasto semanal en alimentos, lo que puede estar relacionado con factores como la procedencia de los alimentos, el acceso a productos frescos o altamente procesados, y las preferencias culturales de las familias.

Al analizar de forma diferenciada el consumo de alimentos altamente procesados y sin procesar, se muestra la frecuencia de consumo de estos, así como su procedencia.

Figura 4

Frecuencia de consumo de alimentos procesados



En la Figura 4 se observa el número de veces que las familias consumen los tres alimentos procesados más frecuentes y su procedencia.

El arroz es el alimento procesado más consumido, con aproximadamente 25 registros. La leche y el atún también presentan un consumo alto, con frecuencias entre 17 y 20 registros. Estos productos se adquieren principalmente en el mercado, lo que sugiere que, a pesar de ser considerados alimentos procesados, se obtienen en espacios populares de venta al por mayor.

Por otro lado, la leche y el atún provienen del supermercado, lo que puede deberse a la facilidad de acceso y conservación de estos productos en establecimientos especializados.

Este patrón indica que las familias prefieren adquirir productos básicos como el arroz en mercados, mientras que los productos enlatados y lácteos se compran más en supermercados, donde es más probable encontrarlos con mayor variedad y disponibilidad.

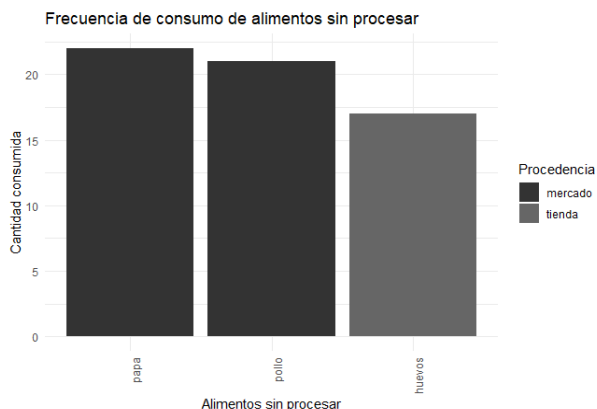


Figura 4

Frecuencia de consumo de alimentos sin procesar

La papa y el pollo son los alimentos sin procesar más consumidos, con aproximadamente 20 registros cada uno. Los huevos también tienen una alta frecuencia de consumo, aunque menor que los otros dos alimentos mencionados. Estos productos se compran mayoritariamente en mercados, lo que sugiere que los productos frescos son adquiridos

en lugares donde es posible obtenerlos a precios variables, más accesibles y de mejor calidad.

El análisis de la procedencia indica que los mercados son la fuente principal para alimentos frescos y sin procesar, mientras que las tiendas locales pueden ser una alternativa conveniente para productos de consumo diario como los huevos. Los mercados son preferidos para alimentos sin procesar, como papa y pollo, probablemente debido a su frescura y precio. Los supermercados, por su parte, son la principal fuente de alimentos procesados, como leche y atún, posiblemente debido a la disponibilidad de marcas y opciones de almacenamiento. Las tiendas locales desempeñan un papel importante cuando se necesita realizar compras de productos de consumo diario, como huevos de mesa, tal vez por su accesibilidad y conveniencia.

Discusión

Al comparar los datos obtenidos con aquellos presentados por Singaña (2023), es posible identificar similitudes significativas. Según el estudio de Singaña (2023), en la canasta básica de la población ecuatoriana, el consumo de verduras, leguminosas y frutas frescas representa solo el 13 % del total de gasto en alimentos. En cambio, el consumo de alimentos con alta cantidad de carbohidratos y grasas ocupa los dos primeros lugares, siendo el pan, arroz, pasta, maíz y avena los preferidos en los hogares ecuatorianos.

Desde este enfoque, intentar alcanzar seguridad alimentaria a largo plazo como parte de un proceso de fomento de la soberanía alimentaria representa un desafío importante, que va desde lo familiar hasta lo comunitario. FIAN y OCARU (2024) observan en América Latina, entre los años 2014 y 2022, una tendencia creciente de inseguridad alimentaria, tanto grave como moderada.

A nivel local, se puede observar una posible inseguridad alimentaria moderada en un porcentaje significativo de las familias estudiadas. Como explica Singaña (2023), esta condición se presenta cuando una persona, repetidamente durante el año, está expuesta a dietas de baja calidad o se ve forzada a comer menos debido a razones económicas.

Incluso en aquellos hogares unifamiliares que presentan montos promedio de aproximadamente \$30, la condición de inseguridad alimentaria proyecta hacia una inseguridad alimentaria grave. Esto indica que los estudiantes que conforman este tipo de hogares, repetidamente durante el año, podrían reducir la cantidad de comida, omitir ingestas de comida o pasar el día sin comer debido a la falta de recursos económicos, principalmente.

Tras conocer que el gasto en ingredientes para preparar seco de pollo (arroz y pollo) tiene una amplia dispersión de costos entre las familias evaluadas, nos adherimos a los resultados obtenidos por OCARU (2024), que muestran diferencias significativas al comparar los precios para la preparación de seco de pollo entre una feria agroecológica y un supermercado. Se evidencia que existen alternativas para comer sano a menor precio, lo cual es fundamental tanto para la salud pública como para el fomento de la soberanía alimentaria.

Las observaciones en relación a los alimentos más consumidos por los hogares estudiados, como arroz, leche, atún, papa, carne de pollo y huevos, podrían articularse con condiciones de salud relacionadas con el sobrepeso o la desnutrición. En ambos casos, confluyen dietas deficientes en nutrientes y el consumo de alimentos que conducen a enfermedades no transmisibles como la obesidad, sobrepeso y diabetes (Singaña, 2023).

A más de la condición económica monetaria, el acceso y la disponibilidad de alimentos en esta investigación define patrones de consumo directamente ligados a los mercados mayoristas, supermercados y tiendas barriales. Es decir, el sistema agroalimentario de los hogares de estudiantes universitarios promueve ciclos convencionales de comercio, minimizando la importancia socioeconómica y socioambiental que tienen los procesos de comercialización asociativa fomentados en ferias agroecológicas y la producción agrícola de carácter familiar, como lo exponen FIAN y OCARU (2023).

Conclusiones

Existen condiciones inequitativas de acceso y disponibilidad de alimentos en los 25 hogares estudiados. Desde un enfoque integral, esta situación tiene orígenes comunes relacionados con el modo de producción agrícola y el alto desconocimiento, así como la poca importancia que se otorga a la propuesta de soberanía alimentaria por parte de la población en general, lo que provoca un impacto significativamente negativo.

La realidad de los sistemas agroalimentarios está estrechamente ligada a lo que Macas (2010) y Nieto (2024) describen como violaciones del uso de la tierra y la problemática de la soberanía alimentaria. La disyuntiva radica en si las políticas públicas realmente promueven la soberanía alimentaria o si responden a los intereses del mercado y las transnacionales.

El modelo agroalimentario centralizado en entornos de comercialización convencionales debilita las prácticas locales y exacerba crisis socioambientales, mientras favorece la homogeneización de las dietas y la explotación intensiva de los recursos naturales.

Frente a estos desafíos, a nivel familiar y comunitario, la soberanía alimentaria promueve la sostenibilidad y la justicia social, desafiando las lógicas de producción industrial y el control corporativo de los recursos alimentarios, lo que podría contribuir a transformar la realidad de la inseguridad alimentaria en el país.

Referencias

- Acosta, A. (2010). Ecuador: A propósito de un veto contradictorio sobre la ley de soberanía alimentaria». <https://www.desdeabajo.info/actualidad/internacional/item/ecuador-a-proposito-de-un-veto-contradictorio-sobre-la-ley-de-soberania-alimentaria.html>
- Acurio, D. (2023). Malnutrición Infantil y Determinación Social en Cuenca, estudio de caso. *Universidad Latinoamericana y Desarrollo Local Sostenible- Memorias*. Universidad de Cuenca. Páginas 43 – 57.
- Arias-Henao, J., y Roca-Servat, D. (2024). Etnografía Multiespecies: teoría, técnicas y desafíos actuales. *Jangwa Pana*, 23(1), 1-15. doi: <https://doi.org/10.21676/16574923.5459>
- Brent, ZW. (2023). Territorializar las políticas públicas locales: construir músculo social, sostener la participación en la transformación del sistema alimentario. *Medio Ambiente y Planificación C: Política y Espacio*, 41 (1), 3-19. <https://doi.org/10.1177/23996544221112590>
- Brisbois, B., Harris, L. y Spiegel, J. (2018). Political Ecologies of Global Health: Pesticide Exposure in Southwestern Ecuador's Banana Industry. *Antipode A Radical Journal of Geography*.
- Callohuana, E., Sucari, W., Choque, J, Rocha, N., Pineda, H., Málaga, F. Chura, W. (2022). Cultura alimentaria y anemia en el altiplano del Perú: realidad y perspectivas desde la gestión pública. *Revista GESTIONAR Vol. 2*. <https://doi.org/10.35622/j.rg.2022.04.008>
- Claeys, P. (2012). La creación de nuevos derechos por parte del movimiento por la soberanía alimentaria: el desafío de institucionalizar la subversión. *Sociología*, 46 (5), 844-860. <https://doi.org/10.1177/0038038512451534>
- Conferencia Plurinacional e Intercultural de Soberanía Alimentaria COPISA. (2024). Informe final de proceso metodológico para la construcción de indicadores para el sector Soberanía Alimentaria 2024. Boletín técnico de mapas e indicadores de la soberanía alimentaria.
- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2022). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2022. Adaptación de las políticas alimentarias y agrícolas para hacer las dietas saludables más asequibles*. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0639es>
- FIAN Ecuador y Observatorio del Cambio Rural/ Instituto de Estudios Ecuatorianos–OCARU (2024). ¿Por qué quienes nos alimentan padecen hambre? El avance silencioso de una crisis agroalimentaria en Ecuador. Quito– Ecuador.
- Gudynas, E. (2023). Clase magistral como parte del programa doctoral en sostenibilidad territorial con mención en Estudios de Postdesarrollo. *Universidad de Cuenca*, Ecuador.
- La Vía Campesina (2007). *Declaración De Nyéléni*. <https://efaidnbmnmbnncpajpcglclefindmkaj/https://nyeleni.org/IMG/pdf/DeclNyeleni>
- Macas, L. (2010). *El derecho a la alimentación en el Ecuador. Balance del Estado Alimentario de la Población Ecuatoriana desde una Perspectiva de Derechos Humanos*. FIAN- Ecuador.
- Menzel, P. y D'Aluisio, F. (2005). *Hungry Planet: what the world eats*. S/c. S/e.
- Nieto, C (2024). El paradigma 'Ecuador es un país eminentemente agrícola': análisis de

contraste entre capacidad de uso y uso actual de la tierra en Ecuador. *Siembra 11*: Edición especial: Memorias del IV Simposio Internacional por el Día Mundial del Suelo.

- Ramírez, L. (2024). *Manual de etnografía culinaria: un enfoque antropológico*. Fondo Editorial Remington. Medellín, Colombia
- Singaña (2023). *Inseguridad en las calles y en nuestras mesas: ¿Cómo está la producción alimentaria en Ecuador?* <https://ocaru.org.ec/inseguridad-en-las-calles-y-en-nuestras-mesas-como-esta-la-produccion-alimentaria-en-ecuador>.
- Toledo, V. M. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *Relaciones*, 136, 41-71. Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO), UNAM. ISSN 0185-3929.
- UNICEF Ecuador (2023). *Desnutrición Crónica Infantil Uno de los mayores problemas de salud pública en Ecuador*. <https://www.unicef.org/ecuador/desnutrici%C3%B3n-cr%C3%B3nica-infantil>
- Vinueza-Veloz, A., Tapia, E., Tapia, G., Nicolalde, T., Carpio, T. (2023). Estado nutricional de los adultos ecuatorianos y su distribución según las características sociodemográficas. Estudio transversal. *Nutr. Hosp.* vol.40 no.1 Madrid ene./feb. 2023 Epub 17-Abr-2023. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.04083>.



**Resumen de las mesas técnicas del
"I Encuentro de Sostenibilidad, desafíos
de la academia y la sociedad al 2030"**



Mesa 1

Bryan Castillo Cajamarca, Mireya Calle Figueroa, María Elena Quinde Lituma, Andrés Contreras Romero, Milton Delgado Torres

Sistematizadores

Recursos hídricos

La mesa de discusión sobre recursos hídricos se organizó en tres secciones: desafíos locales de la gobernanza del agua, buenas prácticas en el uso y gestión del agua, y gestión de recursos hídricos.

Desafíos locales de la gobernanza del agua

En esta sección participaron 55 personas, distribuidas en 25 hombres y 30 mujeres. De estos, 20 provienen de la sociedad civil, 15 de la academia y 15 del sector ciudadano.

Discusión

La discusión comenzó identificando la problemática relacionada con el uso y gestión indiscriminada del suelo y el recurso agua por parte de las instituciones públicas. A continuación, se señalaron las consecuencias sociales, ambientales, económicas y culturales que acarrea la ausencia e inobservancia de buenas prácticas en la gestión y uso del agua.

El análisis se centró en las consecuencias de las malas prácticas en la gestión del recurso, en función de intereses particulares o empresariales, la transparencia en el manejo económico, el enfoque mercantilista del agua, el clientelismo, las inequidades, la violación de derechos colectivos

y la vulneración de derechos de la naturaleza, desde las políticas impulsadas por el Estado.

Propuestas planteadas

La discusión ofreció alternativas enfocadas en reforzar los territorios, fomentar la organización local y promover la cooperación entre todos los actores en la gestión del agua. Se cuestionó la posibilidad de construir una gobernanza del agua desde la experiencia comunitaria e institucional, entendida no como una herramienta inmediata, sino como un ideal que requiere espacios de articulación y alianzas.

Desde la visión de las lideresas, la gobernanza se construye desde la experiencia de las mujeres, enfrentando obstáculos y generando aprendizajes. Sin embargo, las políticas impulsadas desde zonas urbanas no reflejan las realidades rurales, marcando una distancia entre institucionalidad y organización social. Se insistió en que no es posible hablar de una gobernanza efectiva sin distinguir entre la lógica administrativa y la vivencia territorial.

Antes de pensar en nuevas leyes o Constituciones, es indispensable hacer cumplir las normas vigentes. Una gobernanza real exige reconocer la fragmentación actual de las comunidades, muchas veces agudizada por actividades extractivas como la minería, que dividen familias, debilitan la unidad social y generan conflictos entre instituciones y comunidades. Para revertir esta situación, se propuso realizar talleres de concienciación en territorio, fortalecer las mingas y evitar alianzas clientelares.

Además, se alertó sobre el papel de agencias internacionales que intensifican los conflictos entre los intereses del Estado y los de las organizaciones comunitarias. Ante ello, las universidades deben asumir un rol activo en la concienciación social, creando espacios educativos en territorio y fomentando compromisos formales entre comunidades e instituciones. Finalmente, se planteó la necesidad de ejercer plenamente los derechos comunitarios, exigiendo el cumplimiento de la normativa vigente y promoviendo una reingeniería de derechos desde las bases.

Como título de la propuesta se eligió el slogan “Gobernanza del Agua para la Vida”.

Acciones a seguir

Se concluyó que, para alcanzar una sostenibilidad efectiva en la gestión de los recursos hídricos, es fundamental generar una gobernanza desde la base social y comunitaria. Esta gobernanza debe articular y movilizar a la población a través de diversas formas de resistencia, promoviendo a su vez los derechos colectivos. Es crucial adoptar un enfoque basado en los derechos humanos, priorizar la defensa de la vida, fomentar la restauración ecológica y apoyar la economía campesina. Además, se destacó la importancia de crear alianzas público-comunitarias para fortalecer la gestión sostenible de los recursos hídricos y garantizar su eficacia a largo plazo.

Buenas prácticas en uso y gestión del agua

Un total de 23 participantes, de los cuales 18 son hombres y 5 mujeres. De ellos, 3 provienen de la sociedad civil, 11 de la academia y 3 del sector privado.

Discusión

La definición del problema se centró en la gestión y el uso ineficiente del agua en los sectores rural, urbano e industrial, agravado por el cambio climático.

La caracterización del problema incluye el predominio del riego superficial, donde más del 60 % del agua no se reutiliza. Además, en el consumo doméstico, se registran pérdidas de hasta un 40 % en la red de distribución. En el sector rural, la falta de prácticas sostenibles afecta tanto la producción como la disponibilidad de agua.

En cuanto a las consecuencias sociales, económicas, ambientales y culturales, se identificaron cinco aristas clave: la escasez de agua y la reducción de las reservas, el impacto en la producción agrícola y la seguridad alimentaria, el deterioro de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad, los conflictos sociales por el acceso al agua y la resistencia cultural al cambio, especialmente en lo relacionado con las prácticas de riego.

Propuestas planteadas

Las propuestas se centraron en la creación de comités de cuencas y mesas temáticas con el fin de mejorar la coordinación interinstitucional y actualizar las ordenanzas existentes. Se identificó la necesidad de fortalecer la cooperación entre los gobiernos locales, las ONG y el sector privado, con el objetivo de implementar prácticas sostenibles, restaurar ecosistemas y promover la educación ambiental.

Acciones a seguir

Se identificaron cinco aristas clave para abordar la gestión del agua de manera efectiva:

- Establecer comités de cuenca para la gestión participativa del agua.
- Actualizar y aplicar ordenanzas que regulen el uso del agua.
- Desarrollar programas de educación y concienciación sobre buenas prácticas en el uso del agua.
- Promover incentivos para prácticas agrícolas sostenibles.
- Realizar un diagnóstico de la infraestructura de riego y planificar su modernización.

Gestión de los recursos hídricos

49 participantes, 21 hombres y 28 mujeres, 41 procedentes de las comunidades y 8 de la Academia.

Discusión

La caracterización del problema actual está relacionada con las comunidades rurales que enfrentan varios desafíos, como sequías, inundaciones, contaminación derivada de actividades agrícolas extensivas, presencia de plagas, sedimentación y erosión, problemas de energía eléctrica, contaminación por metales pesados (provocada por la minería ilegal o a gran escala) y el impacto de esta contaminación en la calidad del agua. Además, no existe un acceso adecuado

al agua potable para todos, se registran pérdidas de humedales debido al cambio climático, y todo esto agrava la situación de acceso a los recursos hídricos.

Se acordó adoptar acciones enfocadas en la reducción de caudales, los impactos derivados de la pérdida de producción agrícola y ganadera, la pérdida de humedales considerados ecosistemas importantes y el aumento de plagas.

En la parroquia Ludo-Azuay, se prevé que para el 2030 no habrá agua suficiente para consumo humano ni ganadero, lo que afectará la seguridad alimentaria, la disponibilidad de agua potable, la pérdida de biodiversidad y hábitats. También se presentan riesgos económicos y sociales, especialmente en las comunidades rurales.

Como título de la propuesta se eligió el lema “Estrategias de Conservación y Restauración para la Sostenibilidad de los Recursos Hídricos”.

Propuestas planteadas

El compromiso para lograr sostenibilidad en la distribución y acceso al recurso hídrico consistió en sembrar árboles y enfocarse en la restauración ambiental, siendo las comunidades las que deberán asumir la responsabilidad en sinergia con los organismos e instituciones encargadas de gestionar el recurso, entre ellas el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE).

Esta Mesa propuso establecer un mejor proceso de participación y control mediante planes de ordenamiento territorial y planes de uso y gestión del suelo. Se destacó la necesidad de apoyo e intervención de las autoridades en las comunidades rurales. Para la restauración ambiental, se planteó crear alianzas estratégicas y promover el trabajo conjunto.

Los participantes se comprometieron, además, a trabajar en la mitigación del cambio climático con resiliencia, así como a implementar estrategias para conservar los recursos en los territorios y proteger las zonas de protección permanente para el cuidado y conservación del agua. Otra de las soluciones mencionadas fue la restauración ambiental en áreas críticas, la implementación de sistemas productivos sostenibles que incluyan los recursos hídricos en los Planes

de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) y Planes de Uso y Gestión del Suelo (PUGS). También se propuso la creación de alianzas estratégicas con actores clave como la Academia para estudiar los problemas relacionados con el cambio climático y enfocar soluciones a través de la educación.

Acciones a seguir

Las principales acciones a seguir son:

- Restauración ambiental de las áreas protegidas.
- Conservación de zonas altas para garantizar los recursos en las partes bajas.
- Educación comunitaria sobre el uso y conservación del agua.
- Fortalecimiento organizacional en los territorios para asegurar la gestión sostenible.
- Inclusión de sistemas productivos sostenibles en los planes de desarrollo locales.

Además, es fundamental generar alianzas estratégicas con universidades y otros actores clave para iniciar procesos de investigación y proponer soluciones concretas.

Mesa 2

Bryan Castillo Cajamarca, Mireya Calle Figueroa, María Elena Quinde Lituma, Andrés Contreras Romero, Milton Delgado Torres

Sistematizadores

Soberanía energética

La mesa de discusión sobre soberanía energética se divide en tres partes: la primera aborda la pregunta fundamental, cómo lograr la eficiencia energética, seguida de un análisis de las claves de la energía fotovoltaica y eólica, y finalmente se exploran las oportunidades locales para la energía hidráulica.

¿Cómo lograr la eficiencia energética?

20 participantes, 1 de la sociedad civil, 17 de la Academia, 1 del sector privado, y 1 miembro de la ciudadanía.

Discusión

La discusión comenzó identificando la problemática y revelando la gravedad de las consecuencias sociales, ambientales, económicas y culturales que acarrea la ineficiencia en el uso de energía y la dependencia de combustibles fósiles. El análisis se centró en las consecuencias derivadas de las malas prácticas en la gestión del recurso, impulsadas por intereses particulares o empresariales; la falta de transparencia en el manejo económico, el enfoque mercantilista de los recursos, el clientelismo, las inequidades, la violación de derechos colectivos y la vulneración de derechos por parte del Estado.

La caracterización del problema señaló la falta de iniciativas para promover la eficiencia energética y el desperdicio de recursos. Se reconoció la dependencia de fuentes no renovables y cómo esta afecta a la economía, contribuye a la contaminación ambiental y limita el desarrollo sostenible.

Propuestas planteadas

Se planteó la siguiente interrogante: ¿Cuál es la propuesta de compromiso para lograr sostenibilidad en la soberanía energética? La respuesta inicial se orientó hacia la necesidad de implementar iniciativas caseras y políticas de eficiencia energética que incluyan incentivos para la adopción de tecnologías limpias y campañas educativas. Además, se propuso promover la adopción de energías renovables, mejorar el aislamiento térmico en edificaciones y fomentar el uso de transporte eléctrico. También se destacó la importancia de fortalecer las normativas que regulen y optimicen el consumo energético.

Los actores que podrían colaborar en la ejecución de esta propuesta son los gobiernos locales y nacionales, las universidades, el sector privado, las ONG y la comunidad en general. Se enfatizó la importancia de la colaboración entre la academia, el gobierno y el sector privado para implementar políticas efectivas.

Se concluyó que, sin una planificación a largo plazo y normativas adecuadas, los esfuerzos por lograr la sostenibilidad seguirán siendo insuficientes, limitando el desarrollo económico y ambiental del país.

El nombre representativo designado para esta propuesta es “Iniciativas Caseras y Públicas para la Eficiencia Energética”.

Acciones a seguir

Establecer un plan de acción que incluya talleres de capacitación sobre eficiencia energética, incentivos para la instalación de sistemas de energía renovable y la creación de normativas que regulen el consumo energético en sectores clave de la economía y la industria.

Oportunidades locales para la energía hidráulica

35 participantes, 16 hombres y 19 mujeres; 5 miembros del sector público, y 30 a la Academia.

Discusión

Se identifica la problemática, la gravedad y las consecuencias sociales, ambientales, económicas y culturales que acarrea la presencia de estiaje, la disminución de lluvias y de caudales de los ríos provocados por la deforestación y una planificación ineficiente. Esta situación ha limitado el desarrollo y aprovechamiento óptimo de las empresas hidroeléctricas, generando una dependencia del Gobierno Nacional, que mantiene el monopolio de la energía en el país. Se concluye que la ejecución de proyectos privatizadores podría poner en riesgo la soberanía energética.

La problemática se caracterizó de la siguiente manera: toda actividad humana impacta el cambio climático, principalmente debido al modelo de desarrollo que ha generado una crisis ambiental, social y económica sin precedentes. El agua es vital, al igual que la energía lo es para el desarrollo; por lo tanto, ¿qué estamos intentando sostener: el modelo de desarrollo o la vida? Se identifican tres pilares fundamentales: alimentación, agua y energía. Sin embargo, con el modelo actual de desarrollo, el sector campesino está desapareciendo. Anteriormente, el 65 % de la población vivía en el campo y el 35 % en la ciudad; hoy, esta estadística se ha invertido, poniendo en riesgo la producción de alimentos.

En algunos casos, se considera que el desarrollo hidroeléctrico es crucial para la seguridad energética, pero existe una desconexión entre la planificación, los recursos económicos y la necesidad de minimizar el impacto ambiental.

Los integrantes de la Mesa coincidieron en que la falta de autonomía energética aumenta la vulnerabilidad frente a crisis sociales, económicas y ambientales, alertando que, si no se toman medidas pertinentes, los sistemas de energía seguirán siendo ineficientes y tendrán un mayor impacto ambiental.

Respecto a las oportunidades locales para la energía hidráulica, se destacó que el potencial hidroeléctrico a nivel local debe aprovechar los ríos pequeños, como el Machángara, para incursionar en el desarrollo de micro-centrales y pequeñas centrales hidráulicas. Estas soluciones permitirían reducir el impacto ambiental y ser controladas localmente, garantizando la seguridad energética cuando se presenten sequías o caudales bajos.

En cuanto a la identificación de iniciativas y alternativas para alcanzar la soberanía energética, se propusieron diversas acciones, como cuidar el agua para enfrentar periodos de estiaje, aprovechar el sol y el viento, y realizar estudios para dimensionar nuevas infraestructuras sin afectar al ambiente. Se sugirió dinamizar la matriz de producción energética, aumentar la generación de energía dentro de la propia región y crear reservas mayores para épocas de estiaje o caudales mínimos.

Propuestas planteadas

La propuesta central se puede resumir en un ejercicio de repensar el sistema hidroeléctrico, descentralizando la generación energética mediante proyectos de menor escala, para asegurar una mayor autonomía y sostenibilidad energética a nivel local, rechazando cualquier intento privatizador.

La solución propuesta a la problemática planteada se centra en el aprovechamiento del agua y la energía, buscando devolver el agua al embalse para su reutilización. Se trata de repensar los sistemas hidráulicos, optimizándolos y buscando causar el menor impacto ambiental posible.

Los actores que podrían colaborar en la ejecución de esta propuesta incluyen a la sociedad civil, las organizaciones locales y rurales, los gobiernos locales, las comunidades campesinas afectadas por la planificación energética, asociaciones internacionales de hidroenergía como la Asociación de Hidroelectricidad Internacional, y las Facultades de Ingeniería de las universidades.

Las principales propuestas para alcanzar soberanía energética se basan en tres puntos clave:

- Reevaluar el uso y la construcción de infraestructuras hidroeléctricas, enfocándose en proyectos más pequeños y medianos.
- Descentralizar la generación de energía, buscando autonomía a nivel local.
- Fomentar energías renovables no convencionales.

El título seleccionado para esta propuesta fue “Repensar las hidroeléctricas a nivel local: descentralización y autonomía para la soberanía energética”.

Acciones a seguir

Impulsar la descentralización y la generación local de energía, revertir los impactos ambientales, restaurando los ecosistemas acuáticos afectados para mejorar las reservas de agua en épocas críticas (estiaje), desarrollar instalaciones medianas y microcentrales hidroeléctricas, y planificar proyectos que minimicen el impacto ambiental, aprovechando caudales pequeños, e integrar energías renovables no convencionales, como la solar y geotérmica.

Claves de la energía fotovoltaica y eólica

35 participantes, 16 hombres y 19 mujeres, 5 del sector público y 30 de la academia.

Discusión

La energía sostenible y la soberanía energética son factibles y constituyen un pilar clave para el desarrollo. El concepto de soberanía energética se refiere a la capacidad de una nación para generar y controlar sus propios recursos energéticos, reduciendo así la dependencia de fuentes externas.

Uno de los problemas identificados es la dependencia casi total de las empresas hidroeléctricas. Es prioritario alternar la producción de energía hidroeléctrica con otras fuentes y acabar con la dependencia tecnológica de China para la fabricación de equipos de energías renovables. Además, es crucial impulsar campañas de mantenimiento de infraestructuras existentes.

En cuanto a la academia, es fundamental que las universidades aumenten su impacto en la política pública. Las investigaciones deben estar alineadas con las necesidades de la sociedad y vinculadas a soluciones prácticas para el sector energético.

Finalmente, constituye un imperativo la implementación de infraestructura para centrales de energía fotovoltaica y eólica, buscando las formas más adecuadas de financiamiento e involucrando activamente a la sociedad, especialmente al sector rural, clave en la promoción de la soberanía energética, sin depender exclusivamente del Estado.

Propuestas planteadas

El mayor consumo de energía se concentra en las áreas urbanas, mientras que las zonas rurales y marginales, indirectamente, subsidian a los habitantes urbanos, como en el caso de la recolección de desechos sólidos. Los sistemas de energías renovables en el campo resultan onerosos en cuanto al mantenimiento, lo que genera una barrera económica para su adopción.

El país no cuenta con certificaciones de garantía para la compra de equipos de energía renovable, lo que desincentiva la inversión en este sector. Por ello, es necesario desarrollar una certificación nacional para asegurar la calidad de los productos.

Se debe revisar la participación del sector privado, que a menudo solo busca lucro. Los actores de la economía popular y solidaria (EPS) podrían desempeñar un papel relevante como productores de energía.

Por último, la Mesa hizo un llamado a generar mayor infraestructura para centrales de energía fotovoltaica y eólica, involucrando activamente a la sociedad. Es necesario que las asociaciones rurales jueguen un papel más activo y protagonista en la promoción de la soberanía energética.

El título seleccionado para esta propuesta fue “Energías limpias para preservar el Planeta”.

Mesa 3

Bryan Castillo Cajamarca, Mireya Calle Figueroa, María Elena Quinde Lituma, Andrés Contreras Romero, Milton Delgado Torres

Sistematizadores

Soberanía alimentaria

La mesa de discusión sobre soberanía alimentaria se compone de tres ejes temáticos: comercialización, consumo y nutrición. Además, aborda los retos comunitarios en la producción de alimentos y las estrategias para la gestión de residuos en la ciudad de Cuenca.

Comercialización de alimentos, consumo y nutrición

29 participantes, 14 hombres y 15 mujeres, 9 academia y 20 son miembros de las comunidades rurales de Cuenca.

Discusión

La problemática se centró en el limitado acceso a alimentos saludables, una consecuencia directa del desempleo, los bajos niveles de ingreso y la insuficiente educación nutricional. Otra arista importante es la comercialización insostenible de productos agrícolas, donde el campo subsidia la alimentación de la ciudad frente al desperdicio de alimentos en las urbes y la pérdida de biodiversidad en el campo.

En las comunidades rurales, la migración hacia las ciudades ha incrementado, lo que reduce la producción agrícola local. Además, la disminución de la inversión agropecuaria y la pérdida de prácticas alimentarias tradicionales contribuyen a problemas de desnutrición y obesidad.

Respecto a los retos comunitarios en la producción de alimentos, existen desafíos como la falta de vías de acceso que dificultan la comercialización de productos agrícolas y pecuarios provenientes del campo, así como la reducción de la inversión gubernamental en el sector agropecuario. Se debe prestar atención a la desigualdad en la comercialización y el acceso a los mercados, así como a la necesidad de capacitación en prácticas sostenibles de cultivo.

Otro conflicto radica en la pérdida de la diversidad y de la gastronomía tradicional, así como en el uso creciente de fertilizantes químicos, que degradan el suelo y afectan la salud de los consumidores.

Propuestas planteadas

La propuesta se enfoca en la implementación de un sistema de comercialización directo y sostenible que conecte a los productores con los consumidores locales. Esto incluye el desarrollo de mercados locales y plazas de alimentos, estableciendo alianzas barriales para la distribución de productos agroecológicos, reduciendo así la dependencia de grandes cadenas de comercialización.

Además, se propone capacitar a los agricultores en prácticas sostenibles, promover la educación nutricional en las escuelas y fomentar la producción local de alimentos a través de huertos comunitarios.

Los actores que podrían colaborar en la ejecución de esta propuesta, además de la academia y las entidades gubernamentales, incluyen a los productores agrícolas locales, así como a los consumidores y familias en áreas urbanas y rurales.

Los participantes de la Mesa argumentan que las largas cadenas de comercialización no son rentables, lo que lleva a la pérdida de producción y a la migración de trabajadores del campo hacia la ciudad.

El título representativo de la propuesta es “Educación en nutrición y agroecología para revitalizar las costumbres alimentarias locales”.

Acciones a seguir

Acciones concretas a seguir para lograr una soberanía alimentaria:

- Fomentar la educación alimentaria desde la escuela y el hogar.
- Crear políticas públicas que favorezcan la inversión en agricultura local y agroecológica.
- Promover la participación de los productores en ferias y mercados locales.
- Capacitar a los agricultores en prácticas sostenibles y libres de químicos.

Estrategias para la gestión de residuos en el cantón Cuenca

24 participantes, 4 proceden de la sociedad civil, 18 de la Academia y 2 del ítem otros.

Discusión

Se identificó la necesidad de un cambio cultural que permita a la comunidad adoptar prácticas sostenibles en la gestión de residuos, como la retornabilidad. También se sugirió que la descentralización y la regulación del mercado de reciclaje son variables clave para avanzar en la política pública.

Los participantes subrayaron que los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) deben ir más allá del aspecto económico, destacando que las transformaciones efectivas requieren un compromiso profundo, que no se limite únicamente a las donaciones. Se propuso aprender de ejemplos exitosos de otras regiones, como la iniciativa “Basura Cero” desarrollada en Tanzania.

El uso de plásticos desechables se ha normalizado en la cultura actual, y se mencionó el riesgo de que iniciativas como el “impuesto verde” terminen beneficiando a grandes corporaciones en lugar de a los recicladores de base. Finalmente, se destacó la importancia de la vinculación entre la academia y la sociedad para implementar propuestas

que integren tanto la ancestralidad como la innovación moderna en el contexto de gestión de residuos.

Propuestas planteadas

Diseñar un mecanismo de incentivos económicos y logísticos que reconozca el rol estratégico de los recicladores en la reducción de residuos sólidos. Esto incluiría el acceso preferente a centros de acopio, equipamiento adecuado y programas de formación en seguridad laboral y gestión empresarial.

Implementar mecanismos que restrinjan el uso de plásticos desechables, acompañadas de campañas educativas y el fomento de alternativas biodegradables producidas localmente. Esta medida deberá articularse con asociaciones de productores, comerciantes y consumidores locales de la zona urbana y rural.

También, desarrollar un modelo de flujo técnico de los residuos que facilite reportes, rutas, indicadores y puntos críticos, mejorando la transparencia y eficiencia de la gestión de residuos.

Acciones a seguir

Algunas de las acciones propuestas son:

- Impulsar programas de educación ambiental con enfoque comunitario.
- Fortalecer la inclusión de recicladores de base en el sistema formal de manejo de residuos.
- Promover la reducción de plásticos de un solo uso mediante normativas locales y campañas de sensibilización.
- Fomentar la separación de residuos en origen desde los hogares, instituciones y comercios.
- Desarrollar infraestructuras adecuadas para la gestión de residuos.

Retos comunitarios en la producción de alimentos

22 participantes, 11 hombres y 11 mujeres, todos ellos proceden de la ciudadanía en general.

Discusión

La definición del problema hace alusión al uso del suelo y al acceso a recursos como el agua, además de la poca valoración del campo. También se abordan otras problemáticas, como la migración del campo a la ciudad.

Se discute sobre un sistemático abandono del campo y de los campesinos agrícolas por parte de las autoridades e instituciones encargadas de organizar este sector, el despojo del agua de riego y la falta de un pago justo por los productos agrícolas, lo que refleja una escasa revalorización de la ruralidad.

Las mujeres, ante la desarticulación familiar causada por la migración masculina, han asumido un papel fundamental en la producción agrícola, enfrentándose a la carga del trabajo sin el reconocimiento ni el apoyo necesario.

Asimismo, surgen problemas sociales relacionados con la delincuencia organizada y su estructura destructiva, lo que representa un desafío adicional para las comunidades rurales. A esto se suma la falta de políticas públicas integrales que reconozcan el rol estratégico de la agricultura campesina en la soberanía alimentaria. Las brechas en asistencia técnica, financiamiento y acceso a mercados limitan el desarrollo de prácticas agroecológicas sostenibles, mientras que se favorece un modelo agroindustrial que profundiza las desigualdades y debilita las economías rurales.

Propuestas planteadas

La principal propuesta consiste en impulsar una nueva Reforma Agraria que reconozca y proteja los territorios comunales, situando el agua como eje articulador de las políticas para el manejo y cuidado de los recursos naturales.

En el ámbito de las políticas públicas y la organización social, se destaca la necesidad de recuperar políticas

inclusivas que fortalezcan las estructuras comunitarias y fomenten alianzas que incrementen la productividad agrícola. Se advierte que la sobreurbanización debilita la cultura rural y afecta gravemente al entorno ambiental.

Asimismo, se enfatiza la urgencia de establecer un pago justo y el reconocimiento del valor del trabajo agrícola y pecuario como pilares fundamentales para garantizar la soberanía alimentaria.

Finalmente, se plantea la importancia de revalorizar la cultura local y fomentar un desarrollo más equitativo y sostenible. Este proceso debe incluir activamente la voz de las organizaciones comunitarias en la formulación de políticas públicas, asegurando que estas respondan a sus realidades y necesidades más sentidas. Se resalta la urgencia de resignificar el concepto de desarrollo desde una perspectiva territorial, y se subraya el papel ineludible que debe asumir la universidad en estos procesos de transformación social. El título otorgado a la presente propuesta es “Revalorización de lo nuestro para el cuidado de los territorios”.

Acciones a seguir

Las acciones se resumen en los siguientes términos: adopción de nuevas tecnologías, organización comunitaria como eje fundamental, generación de alianzas, empoderamiento comunitario y reivindicación del campesinado agrícola.

La sostenibilidad en la soberanía alimentaria implica garantizar el acceso a alimentos sanos y nutritivos de manera equitativa y a largo plazo, respetando el medio ambiente, la biodiversidad y los recursos naturales. Esto se logra a través de la producción local y sostenible, la protección de la diversidad de cultivos y la promoción de sistemas alimentarios justos.

Créditos del "I Encuentro de Sostenibilidad, desafíos de la academia y la sociedad al 2030"

Instituciones organizadoras

Universidad de Cuenca

Consortio de Capacitación para el Manejo de Recursos Naturales Renovables (CAMAREN)

Conferencia Plurinacional e Intercultural de Soberanía Alimentaria (COPISA)

Heifer Ecuador

Universidad de Cuenca

Dirección General de Vinculación con la Sociedad

Departamento de Ingeniería Civil (DIC)

Grupo de Investigación: Manejo del Agua y del Suelo (PROMAS)

Departamento de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales (iDRHICA)

Grupo de Investigación: Acompañamiento Organizacional al Desarrollo (ACORDES)

Club Estudiantil Sostenible con Fronteras (CESFA)

Conferencia magistral

Diego Mora Serrano, Alex Zapata, Gustavo Quezada Zhagui, Ximena Criollo Plaza, Pablo Quichimbo Miguitama, Catalina Díaz Granda, Antonio Borrero Vega, Luis Alberto Ochoa Pesántez, Juan Antonio Vásquez Palacios, Juan Leonardo Espinoza Abad, Willam Yuquilima Naula, Julio López, Esteban Albornoz Vintimilla, David Acurio Páez, José Julio Carvajal, Bélgica Jiménez Carpio, César Zambrano Vera, Nancy Minga Ochoa y Johanna Ortiz Ulloa.

Facilitadores de taller

Esteban Sánchez Cordero, Freddy Quilambaqui Loja, Daniel Mendoza Sigüenza, Ramiro Padilla Escobar, Verónica Carrillo Serrano, Edgar Becerra Palacios, Danny Ochoa Correa, Antonio Arellano Montenegro, Andrés Arciniegas Fárez y Carlos Andrade Borrero.

Moderadores de taller

Silvio Cabrera Rodríguez, José María Egas Eguez, Diego Idrovo Murillo, Julio López, Vinicio Iñiguez Morán, Ciro Larco Barros, Gabriela Villamagua Vergara, Marco Corte Romero y Alicia Franco Campos.

Sistematizadores de taller

Bryan Castillo Cajamarca, Mireya Calle Figueroa, María Elena Quinde Lituma, Andrés Contreras Romero y Milton Delgado Torres.

Equipo Vinculación con la Sociedad

David Acurio Páez, María Eugenia Verdugo Guamán, Gabriela Salcedo Alvear, Sandro Ruilova Peralta, Maritza Masache Barbecho, Ruth Cordero Galán, Luis Calle Vera, Tania Guzmán Vásquez, Johana Pesantez Ñauta, Jimmy Medina Sarango, María de Lourdes Peñafiel Vargas, Jhoana Reyes Medina, Isaac Guzmán Suarez, Aníbal Espinoza Suquisupa, María José Montalván Vivar, Daniela Paucar Peralta, Yola Chica Cárdenas, Catalina Dávila Reyes, Maritza Galán Abril, Alexandra Guillén Salvatierra, Marcos Sempértegui Cárdenas y Priscila Solano Guevara.

Comunicación y cobertura del encuentro

Angélica Abril Calle, Edison Amaña Landi, Estefanía Baculima Espinoza, María Cabezas Guillermo, Marco Caraguay Vite, Edison Collaguazo Bonilla, Eduardo Dután Zhinín, Alexander Escobar Otavalo, Luis Gómez Guamán, Ayelen Daniela Maza Carrión, Doménica Mejía Suco, Ana Murgueytio Ramírez, Kevin Muñoz Pauta, Jessica Paredes Trelles, Camila Sánchez Reibán, Emily Solórzano Vera, Dayana Tepán Zhapan, Mateo Vivar Ortiz, Nicole Zambrano Sarmiento, María José Rivera Varela, Pedro Zea Montero, Freddy Zeas Bustamante y Diego Samaniego Dumas.

Colaboración estudiantil-logística

José Carchi Balbuca, Esteban Ayala Sigüenza, Bladimir Rodríguez Ramírez, Pablo Sinche Morales, Fátima Sagal Bustamante, Wendy Carchi Fernández, Juan Andrade Orellana, Emilia Barbecho Ordoñez, María Balcázar Peralta, Melissa Quituisaca Collaguazo y David Peñaloza Ganán.

Agradecimiento a los y las estudiantes participantes del protocolo de la Facultad de Ciencias de la Hospitalidad.

Este libro se terminó de imprimir en octubre de 2025
bajo el sello editorial UCuenca Press, en su taller gráfico.

Cuenca-Ecuador

La crisis climática y ecológica exige respuestas urgentes y colectivas. *Claves de la sostenibilidad: recursos hídricos, soberanía alimentaria y energética. Memorias I Encuentro de Sostenibilidad, desafíos de la academia y la sociedad al 2030* analiza las raíces históricas del colapso ambiental, desde el modelo industrialista impuesto tras la Segunda Guerra Mundial hasta la actual extracción voraz de recursos que beneficia a una minoría. Frente a este escenario, el libro propone desmontar el mito del desarrollo infinito y replantear las relaciones entre seres humanos y naturaleza, rescatando saberes comunitarios y alternativas basadas en la equidad.

La Universidad de Cuenca comparte en esta memoria experiencias concretas de gestión sostenible del agua, energía y alimentos. Con investigaciones rigurosas y casos prácticos, demuestra que otro modelo es posible: uno donde la ciencia dialogue con los territorios, las políticas públicas prioricen el bien común y la economía sirva a la vida. Más que una advertencia sobre los límites planetarios ya rebasados, este libro traza rutas concretas para sociedades que se reconcilien con la Tierra: justas en su organización, resilientes ante la crisis y en diálogo permanente con los ecosistemas.

UCUENCA PRESS 

ISBN: 978-9978-14-619-4



9 789978 146194

