



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS

CARRERA DE ECONOMÍA

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR,
MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

TEMA:

PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE UNA CUENTA SATÉLITE DEL AGUA EN ECUADOR

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ECONOMISTA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: GESTIÓN, PRODUCCIÓN, PRODUCTIVIDAD,
INNOVACIÓN Y DESARROLLO SOCIOECONÓMICO**

AUTOR:

LIZBETH ALEJANDRA TENELEMA VINUEZA

DIRECTOR:

MSC. WASHIGTON JAVIER ESTRELLA VALVERDE

IBARRA, DICIEMBRE 2024

Agradecimiento

A Dios, por los caminos maravillosos en los que siempre me ha guiado, por las puertas abiertas en los momentos justos y por cada lección de vida que me ha permitido aprender. Su presencia ha sido mi fortaleza en cada desafío y mi luz en los momentos más oscuros.

A mi familia, mi refugio y mi mayor motor. Gracias por ser el pilar que me sostiene en cada nuevo proyecto, por creer en mí y ser el ejemplo que me inspira a seguir adelante. A mis hermanos en especial a mi madre Leticia, por cada sacrificio que hizo para que yo pudiera cumplir mis sueños. Mami, todo lo que soy y todo lo que logre será siempre un reflejo de la mujer increíble que eres.

A los docentes, que marcaron mi vida con enseñanzas que trascienden lo académico. Mi gratitud eterna a Wilma Guerrero, Zulma Albuja y Vinicio Sarauz, quienes despertaron en mí la pasión por la economía, el territorio y el estudio. Y a Javier Valenzuela, no solo un maestro excepcional de econometría, sino también un amigo y consejero que estuvo a mi lado cuando más lo necesité.

A mis compañeros de carrera, quienes con su energía, ideas y espíritu de colaboración transformaron mi experiencia académica en un viaje lleno de aprendizajes y proyectos con propósito. Gracias por recordarme siempre la importancia de trabajar juntos para construir un futuro mejor.

Y, finalmente, me agradezco a mí misma. Por no rendirme, por levantarme en medio de las caídas y por creer que este momento llegaría. A pesar de los obstáculos, he caminado con determinación, aprendiendo de cada paso y construyendo mi propio camino.

Como decía Viktor Frankl: “Cuando ya no somos capaces de cambiar una situación, nos encontramos ante el desafío de cambiarnos a nosotros mismos.” Este agradecimiento, esta tesis, y este capítulo de mi vida son una prueba de que cada desafío enfrentado es un peldaño hacia la mejor versión de mí.

Alejandra Tenelema V.

Resumen

El interés por la sostenibilidad ambiental ha destacado la relevancia de la contabilidad ambiental para evaluar el impacto de las actividades productivas en los recursos naturales. En este contexto, las cuentas satélites del agua, integradas en el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN), permiten medir el uso del recurso hídrico, mejorando su gestión. En Ecuador, a pesar de algunos esfuerzos, aún no se implementa una cuenta satélite del agua, lo que limita la capacidad de tomar decisiones basadas en datos cuantitativos. Esta investigación propone diseñar una cuenta satélite del agua en Ecuador que abarque tanto los usos consuntivos como no consuntivos del recurso. Para ello, se desarrolló un ejemplo piloto de 2022 en la zona 1, aplicando la metodología SCAE-Agua con un análisis descriptivo y exploratorio de los sectores productivos en las provincias de Imbabura y Carchi. Se utilizó la matriz de oferta-utilización y el método de valor residual para evaluar volúmenes y asignar un valor monetario al agua: \$7,03/m³ en Carchi y \$4,16/m³ en Imbabura.

El estudio demuestra que implementar una cuenta satélite del agua es crucial para generar información clave que facilite políticas públicas sostenibles y una gestión hídrica más eficiente en Ecuador, garantizando un equilibrio en el uso de este recurso esencial.

Palabras clave: Cuenta satélite del agua, SCAE-Agua, valor residual del agua, gestión hídrica, políticas públicas, Ecuador, uso consuntivo, uso no consuntivo.

Abstract

The growing emphasis on environmental sustainability underscores the importance of environmental accounting in assessing the relationship between productive activities and their impact on natural resources. In this context, water satellite accounts—integrated into the System of National Accounts (SNA)—enable the measurement of water resource use, contributing to more effective management. In Ecuador, despite some initial efforts, a water satellite account has not yet been implemented, limiting the ability to make data-driven decisions. This study proposes the design of a water satellite account for Ecuador, addressing both consumptive and non-consumptive uses of water resources. A pilot study was conducted in Zone 1 for the year 2022, applying the SEEA-Water methodology and using a descriptive and exploratory analysis of the productive sectors in the provinces of Imbabura and Carchi. Through the supply-use matrix and the residual value method, water volumes were analyzed, and monetary values were assigned: \$7.03/m³ in Carchi and \$4.16/m³ in Imbabura.

The results demonstrate the critical need for implementing a water satellite account in Ecuador to generate key information that supports the development of sustainable public policies and improves water management practices, ensuring a balanced and efficient use of this vital resource.

Keywords: Water satellite account, SEEA-Water, residual water value, water management, public policies, Ecuador, consumptive use, non-consumptive use.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100454708-7		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Tenelema Vinueza Lizbeth Alejandra		
DIRECCIÓN:	Barrio Colinas del sur, calles Fernando daquilema y 2 de agosto 4-112		
EMAIL:	latenelemav@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062 632 155	TELÉFONO MÓVIL:	09 6269 0318

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Propuesta de elaboración de una cuenta satélite del agua en Ecuador
AUTOR (ES):	Lizbeth Alejandra Tenelema Vinueza
FECHA: DD/MM/AAAA	18/12/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Economista
ASESOR /DIRECTOR:	Msc. Washington Javier Estrella Valverde

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los diez y ocho días del mes de diciembre de 2024.]

EL AUTOR:

Lizbeth Alejandra Tenelema Vinueza
CI. 1004547087

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Ibarra, 18 de diciembre del 2024

Msc. Washington Javier Estrella Valverde

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del Trabajo de Integración Curricular, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

1003591052
WASHINGTON
JAVIER ESTRELLA
VALVERDE

Firmado digitalmente
por 1003591052
WASHINGTON JAVIER
ESTRELLA VALVERDE
Fecha: 2024.12.18
09:30:48 -05'00'

.....
Msc. Washington Javier Estrella Valverde

C.C.: 100359105-2

Índice de Contenido

Introducción	11
Antecedentes	11
Situación Actual	14
Situación prospectiva	15
Formulación del problema	17
Objetivos	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos	17
Justificación.....	17
Estructura de la investigación	19
CAPÍTULO I	21
MARCO TEÓRICO.....	21
1.1. Economía ambiental.....	21
1.2. Sostenibilidad.....	22
1.3. Gestión de agua	26
1.4. Sistema de cuentas ambientales	27
1.5. Sistema de contabilidad ambiental y económica 2012 (SCAE).....	29
1.6. Normativa Jurídica Central del (SCAE)	30

1.7.	SCAE-Agua: Sistema de contabilidad ambiental y económica para el agua.....	31
1.8.	Cuentas Satélites	32
1.9.	Cuenta Satélite del recurso hídrico	33
1.10.	Valoración de la cuenta satélite del recurso hídrico.....	35
1.10.1.	Cuenta flujo del recurso hídrico.....	35
1.10.2.	Cuadro de oferta y utilización.....	35
CAPÍTULO II.....		36
2. METODOLOGÍA.....		36
2.1.	Tipo de investigación.....	36
2.2.	Alcance.....	36
2.3.	Fuentes de información.....	37
2.4.	Método de análisis de datos	39
2.5.	Limitaciones.....	42
CAPITULO III.....		44
3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		44
3.1.	Gestión del agua en el Ecuador.....	44
3.2.	Ejemplo piloto de cuenta satélite ambiental.....	57
3.2.1.	Primer Apartado. - Cuadro de Uso Físico del Agua	58
3.2.2.	Segundo Apartado. - Cuadro de Suministro Físico del Agua	62

3.2.3. Cálculo del Valor del Agua	66
3.3. Propuesta de diseño de una cuenta satélite del Agua	70
3.3.1. Cuadro de Uso Físico.....	73
3.3.2. Cuadro Suministro Físico de Agua	75
4. CONCLUSIONES.	79
5. REFERENCIAS.....	82
6. ANEXOS	90

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Tasas sostenibles.....</i>	22
Tabla 2. <i>Sistema de contabilidad ambiental y económica para el agua.....</i>	31
Tabla 3. <i>Matriz de recolección de información.....</i>	38
Tabla 4. <i>Matriz de Oferta Utilización del Agua adaptada del SCAE-Agua.....</i>	40
Tabla 5. <i>Caudal empleado por usos a nivel Nacional en 2022.</i>	46
Tabla 6. <i>Distribución de Agua por Regiones de Ecuador.....</i>	53
Tabla 7. <i>Formato de datos de autorizaciones para usos/aprovechamientos del agua.</i>	57
Tabla 8. <i>Ejemplo piloto provincia de Carchi Cuadro de Uso Físico Demarcación de Mira.....</i>	60
Tabla 9. <i>Ejemplo piloto provincia de Imbabura Cuadro de Uso Físico Demarcación de Mira</i>	61
Tabla 10. <i>Uso de Agua de la provincia del Carchi e Imbabura de la Demarcación de Mira.....</i>	62
Tabla 11. <i>Ejemplo piloto Cuadro de Suministro Físico Provincia de Carchi Demarcación de Mira.....</i>	64
Tabla 12. <i>Ejemplo piloto Cuadro de Suministro Físico Provincia de Imbabura Demarcación de Mira</i>	65
Tabla 13. <i>Datos para el cálculo del valor residual del Agua en la demarcación hidrográfica de Mira</i>	67
Tabla 14. <i>Usos del Agua según información del MAATE.</i>	71

Tabla 15. Ítems en filas de la TOU flujo desde el medio ambiente.	73
Tabla 16. Ítems en filas de la TOU flujo desde el medio ambiente.	74
Tabla 17. Ítems en filas de la TOU Cuadro de Suministro físico Desde la economía.....	75
Tabla 18. Ítems en filas de la TOU Cuadro de Suministro físico Hacia el medio ambiente.	76

Índice de Figuras

Figura 1. Estudio de la Economía Ambiental.....	21
Figura 2. Porcentaje de viviendas con alcantarillado por red pública en Ecuador	49
Figura 3 Viviendas totales con agua por red pública en Ecuador.....	50
Figura 4. Fuentes de captación del Agua.....	52
Figura 5. Explicación teórica de la Cuenta Satélite del Agua.....	70
Figura 6. Resumen por etapas de construcción de la propuesta de CSA.....	72

Índice de Ecuación

(1)	42
(2)	42
(3)	67
(4)	67
(5)	68
(6)	68
(7)	68
(8)	68
(9)	77

Índice de Anexo

Anexo 1. Datos desagregados por sector productivo para las provincias de Carchi e Imbabura.....	90
--	----

Introducción

Antecedentes

A lo largo del tiempo se ha evidenciado el aumento de la conciencia ambiental en la sociedad, grupos civiles, gobiernos e incluso en organismos internacionales, lo que nos ha llevado a buscar la manera de cuantificar las implicaciones financieras y no financieras de las actividades productivas con relación al medio ambiente. En este sentido, la contabilidad tradicional ha tratado de integrar en sus esquemas una visión interdisciplinaria, obteniendo así la contabilidad ambiental que incluye la medición o valoración monetaria de la realidad ambiental de un país.

Fernández Cuesta (2004) define la contabilidad ambiental como la sección de la contabilidad que tiene como objetivo cuantificar las relaciones entre una entidad y su entorno natural. La contabilidad ambiental se fundamenta en la ciencia económica que, como se concibió desde su origen, mantiene un enfoque independiente de cualquier situación ambiental a excepción de dos: la naturaleza en su papel de generadora de recursos y como receptora de residuos.

Esta disciplina contable se refiere al aspecto macroeconómico de las cuentas nacionales. Lo óptimo sería que el Producto Interno Neto (PIN) no se encuentre limitado por la ausencia de consideración del consumo del capital natural existente en una nación.

Von Bischoffshausen (2016) argumenta que sería deseable calcular el PIN ambientalmente ajustado, reduciendo la degradación causada al entorno y el consumo de los recursos naturales debido a factores productivos.

Von Bischoffshausen (2016) denomina a esta ciencia como contabilidad de los recursos naturales de la nación, renovables o no renovables. El gran desafío que pretende superar este tipo de contabilidad es precisar el control, pero sobre todo poder contabilizar mejor el capital natural disponible.

En 1991 gracias a Richard Stone aparecen las cuatro cuentas que determinan la contabilidad nacional: Cuenta de Producción, de Consumo, de Acumulación y Resto del mundo. No obstante, ignora la riqueza acumulada, por lo cual estudios posteriores buscan solucionar esta y otras deficiencias que tiene el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) como la omisión de registrar los bienes que no tienen un precio colocado por el mercado y la contabilización en factores de aquellos bienes o servicios relacionados con el deterioro del medio ambiente. Como se observa, el SCN inicialmente no añadía a los recursos naturales entre los activos de la economía.

Diversas iniciativas y la preocupación constante acerca del buen uso de los recursos naturales no renovables por parte de los países a nivel mundial, impulsó a que las naciones tomen la iniciativa de añadir a su SCN la contabilidad ambiental para, mediante herramientas como indicadores ambientales y económicos, cuentas satélites, etc, se pueda cuantificar el agotamiento, uso, gestión y el efecto en los ingresos como consecuencia de las actividades económicas relacionadas con la producción, distribución y consumo.

Profundizar en las cuentas satélites es sumamente importante pues se propone la elaboración de una cuenta satélite del agua en Ecuador. El concepto de cuentas satélite aparece a partir de la contabilidad satélite siendo esta un instrumento funcional de análisis que permite la estructuración de mediciones físicas y monetarias de entidades con carácter social, económico y ambiental, estrechamente relacionadas a aquellos procesos que son

fundamentalmente relevantes para el bienestar y el desarrollo de los sectores institucionales como el gobierno general, las sociedades financieras y no financieras, las instituciones sin fines de lucro que sirven a los hogares y los hogares (Figueroa Díaz et al., 2012).

Figueroa Díaz et al., (2012) mencionan que a lo largo del tiempo expertos de organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) al igual que la Oficina de Estadísticas de la Unión Europea (EUROSTAT), han permitido establecer las bases para el impulso del desarrollo de la contabilidad satélite a nivel global, buscando poner sobre la mesa aquellos fenómenos y sectores que se encuentran poco visibilizados como el uso consuntivo o no consuntivo del agua.

Rey (2008), establece que para llevar a estadísticas el recurso hídrico se requieren dos enfoques: uno económico y otro medioambiental:

“Desde el punto de vista económico, el agua es un input intermedio en las actividades agrícolas, industriales y de servicios. En cuanto a los usos que de ella hacen los hogares puede considerarse como un consumo final. Desde el enfoque medioambiental, el agua, además de ser un hábitat que alberga gran número de ecosistemas y un bien cultural, es receptora de contaminantes que ocasionan su pérdida de calidad y obligan a grandes gastos con el fin de devolverla a su estado original.”(p. 8)

Las cuentas satélites del Agua tiene como objetivo ser una herramienta que determina y evalúa de manera integral y detallada los flujos cuantitativos y cualitativos producidos en el sistema hidrológico, así como su conexión con la economía, al instituirse dentro del marco del Sistema de Cuentas Nacionales será comparable con la información de dichas cuentas

sumando de tal manera al sistema central mediante una información relevante de tipo físico, medida en unidades que permitan cuantificar el agua.

La esencialidad de estas cuentas es que, mediante las estadísticas analicen los efectos y los costos que las actividades humanas generan en el medio ambiente, de modo que puedan facilitar la toma de decisiones correctas y la creación de políticas públicas reales para mitigar el daño causado a los recursos hídricos.

Situación Actual

En Ecuador, el uso y aprovechamiento del agua están vigentes y reconocidas en la Constitución de la República del Ecuador (2008) en el Art. 12, 313 y 318; y en la Ley Orgánica de Recursos Hídricos usos y aprovechamiento del agua en su Art. 21 establece que la Agencia de Regulación y Control del Agua, ejercerá la regulación y control de la gestión integral e integrada de los recursos hídricos, de la cantidad y calidad del recurso en zonas de recarga adicionando la calidad de los servicios de origen público que están estrechamente relacionados en todos los aspectos empleados para el aprovechamiento y destino del agua.

Teniendo en cuenta la importancia del agua para los seres humanos, pero sobre todo su relación directa con el desarrollo social y económico sería ideal esperar el desarrollo de cuentas satélites que permitan identificar las oportunidades y desafíos que atraviesan los recursos naturales, no obstante, en Ecuador las primeras iniciativas de contabilidad ambiental aparecen en la propuesta de Contabilidad Verde en el año 2009.

El 20 de mayo de 2009 en Quito- Ecuador se genera un taller ambiental denominado “Política Ambiental Nacional, Mercado de Carbono y Código Ambiental”, donde se estableció un compromiso por parte del ejecutivo para realizar el Sistema de Cuentas

Ambientales. Con este fin se crea una comisión conformada por el Banco Central del Ecuador organismo que dispone de todas las cuentas nacionales del país, el Instituto Nacional de Estadísticas y censos (INEC) y la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2012).

El INEC (2019) en su reporte de resultados de la medición de indicadores de Agua, Saneamiento e higiene determinó que para 2019 de un total de 100 personas, 73 reciben agua de calidad, de fuentes libres de la bacteria E.coli, de ellas 9 practican actividades contaminantes del recurso hídrico. Igualmente, de cada 100 personas, 27 son receptoras de agua procedente de una fuente contaminada y 4 de ellas realizaron prácticas que buscaban mejorar la calidad del agua.

Han sido varios los trabajos de las instituciones por desarrollar cuentas ambientales que les permita calcular el impacto económico del agotamiento de los recursos naturales y su degradación sustentándose en el marco metodológico impuesto por las Naciones Unidas.

No obstante, la cuenta ambiental del agua en Ecuador quedó bajo la revisión de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) y en mayor medida este compromiso por parte del gobierno comprendió temas relacionados con el suelo, el aire, los recursos forestales, los residuos sólidos, pero no se mencionó nada con respecto al uso del agua.

Situación prospectiva

La situación prospectiva de esta investigación destaca los posibles escenarios de Ecuador si no se toman medidas para mejorar la gestión y valoración del recurso hídrico mediante herramientas como la Cuenta Satélite del Agua. Actualmente, la deficiente gestión

del agua limita su optimización y administración eficiente, lo que podría agravarse en el futuro si no se desarrollan políticas basadas en datos estadísticos y económicos claros.

La falta de una valoración monetaria precisa del agua en el contexto productivo dificulta su adecuada apreciación como un recurso fundamental, tanto para el bienestar de la población como para el desarrollo económico. Sin una asignación de valor económico al agua, el recurso se percibe como inagotable, lo cual fomenta prácticas de uso ineficientes y, en algunos casos, irresponsables. Esto podría traducirse en una injusticia hídrica, donde ciertos sectores de la población tengan menos acceso a agua de calidad, especialmente en zonas rurales y marginales. Además, sectores económicos clave, como la agricultura y la industria, podrían consumir el recurso sin considerar su sostenibilidad, afectando a largo plazo la disponibilidad del agua para consumo humano y reposición ambiental.

Asimismo, la ausencia de una valoración adecuada limita la capacidad de establecer tasas de uso del agua basadas en balances hídricos y estadísticas confiables. Esto implica que las tarifas para el consumo y uso del agua continuarán fijándose sin un cálculo económico que refleje la escasez o abundancia del recurso en cada región. Como resultado, se podrían implementar tarifas inadecuadas, incentivando un uso excesivo en algunas áreas y dificultando el acceso en otras.

Si Ecuador no avanza en la implementación de herramientas como la Cuenta Satélite del Agua y en la mejora de su sistema de gestión hídrica, el país enfrentará mayores desafíos en la administración del recurso, con impactos negativos en la calidad de vida de la población, el equilibrio ambiental y la justicia hídrica.

Formulación del problema

El presente estudio aborda la problemática referente al uso consuntivo y no consuntivo del agua y la preocupación por la gestión de este recurso en el país. ¿Cómo podría la cuenta satélite del agua aportar a la toma de decisiones de políticas públicas relacionadas con la gestión del recurso hídrico en Ecuador?

Objetivos

Objetivo general

Proponer una cuenta satélite del agua en Ecuador que describa el uso consuntivo y no consuntivo del recurso hídrico en el país.

Objetivos específicos

- Identificar las condiciones de manejo del agua en Ecuador.
- Implementar un ejemplo piloto de cuenta satélite en provincias de la zona 1 en el año 2022.
- Plantear un diseño de cuenta satélite del agua adaptado a las necesidades y realidades de Ecuador.

Justificación

En un mundo en constantes cambios con grandes y pequeñas economías extractivistas, es relevante entender y conocer de forma cuantificada como los recursos naturales en este caso el agua en particular es empleada en el sistema de producción, a nivel global se ha visto la necesidad de ampliar la visión técnica de la contabilidad y relacionarla con otras disciplinas de tal manera que permitan dar respuesta a múltiples situaciones. Por ello la contabilidad ambiental y sus herramientas de medición como las cuentas satélites son

importantes para la gestión adecuada del recurso hídrico, adicional esta será clave para la toma de decisiones de los gobernantes.

Ecuador, en comparación con otros países como México y España no ha dado la relevancia adecuada al medio ambiente por lo cual se plantea este aporte académico que es la propuesta de elaboración de una cuenta satélite del agua en Ecuador que permita relacionar de forma directa el uso consuntivo y no consuntivo del agua con el sistema económico nacional. Las matrices que conformarán las cuentas del agua tendrán valoraciones monetarias y otras como la descripción en magnitudes físicas, los volúmenes de agua usados y la contaminación que puedan tener relacionándolos con las actividades económicas que han sido causantes de dicha contaminación y su posible efecto económico negativo.

La propuesta de elaboración de una cuenta satélite del agua podría beneficiar en gran medida al gobierno central en especial al Ministerio de Ambiente y Agua puesto que tendría información que le permita analizar la situación del recurso hídrico en el país, lo que supone la generación de acciones y políticas públicas más eficientes basadas en información relevante, gestionando así de forma adecuada el recurso a nivel nacional buscando precautelar su conservación, su calidad y duración a largo plazo. Además, beneficiaría a los investigadores que se encuentren en la búsqueda de información similar a esta.

Este trabajo investigativo finalmente puede ser considerado como una contribución al desarrollo de una cuenta satélite del agua en Ecuador por parte del Ministerio del Ambiente y el Banco Central que permita impulsar la contabilidad ambiental integral en el País.

Las limitaciones encontradas han sido la escasa información a nivel nacional acerca de contabilidad ambiental en especial acerca del recurso hídrico y en mayor medida sobre

cuentas satélites y su metodología sumada a ello la recopilación de datos sobre el uso del agua podría llegar a ser un proceso complejo.

Estructura de la investigación

La presente investigación está estructurada de la siguiente manera: en el Capítulo I se explora los fundamentos teóricos y conceptuales esenciales para la construcción de una cuenta satélite del recurso hídrico en Ecuador, dentro del marco de la contabilidad ambiental y la economía de los recursos naturales. Inicia con conceptos básicos de economía ambiental y sostenibilidad, pasando por la gestión del agua y el sistema de cuentas ambientales, y culmina con el análisis del SCAE-Agua y la normativa que regula su aplicación en el país. Además, se detallan las cuentas satélites y la importancia de valorar el agua como recurso económico, introduciendo herramientas como la cuenta de flujo y el cuadro de oferta y utilización.

En el Capítulo II se detalla la metodología para el diseño de una cuenta satélite del agua en Ecuador. Se explica el tipo de investigación, que es de carácter descriptivo y exploratorio, y se delimitan los alcances de la investigación en términos geográficos y sectoriales. Además, se detallan las fuentes de información y los métodos de análisis de datos empleados, como el cálculo de valor residual, para cuantificar el valor económico del agua, se abordan las limitaciones enfrentadas debido a la falta de datos y la heterogeneidad de las fuentes disponibles.

En el Capítulo III se presenta un análisis detallado sobre la gestión del agua en Ecuador, abordando el estado actual y los desafíos que enfrenta el país en el uso y manejo de este recurso. Se expone un ejemplo piloto de cuenta satélite ambiental, que incluye cuadros de uso físico y de suministro físico de agua, brindando un modelo de cómo se podría

implementar una cuenta satélite del agua en Ecuador. También se describe el cálculo del valor del agua, con un enfoque en su valoración económica. Se presenta una propuesta de diseño de cuenta satélite del agua que incluye cuadros detallados lo cual proporciona una estructura para la integración de este recurso en las estadísticas nacionales.

, En el capítulo IV se mencionan las conclusiones, resume los hallazgos principales de la investigación, resaltando la importancia de implementar una cuenta satélite del agua para mejorar la gestión del recurso hídrico en Ecuador. Se concluye que, al asignar un valor económico al agua, se puede promover un uso más eficiente y equitativo del recurso, favoreciendo políticas públicas informadas. Además, se ofrecen recomendaciones para futuras investigaciones y la implementación práctica de la cuenta satélite, sugiriendo la necesidad de mejorar la recopilación de datos y fortalecer la institucionalidad para una gestión sostenible del agua en el país.

CAPÍTULO I

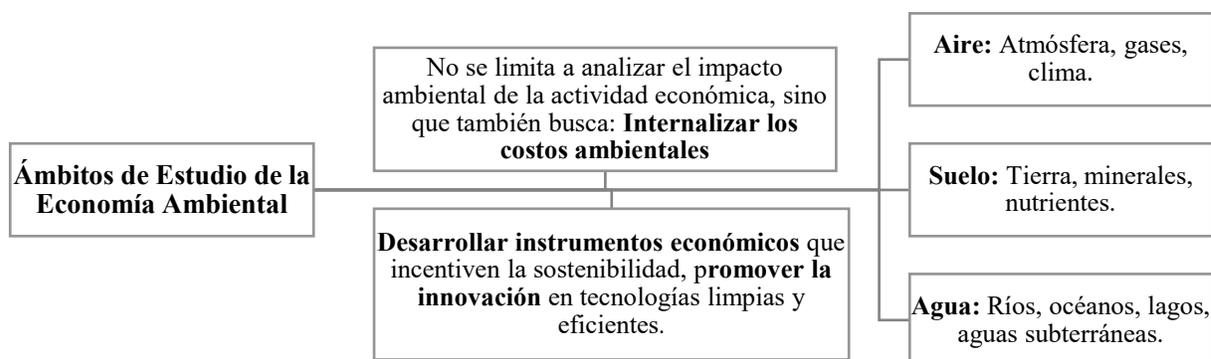
MARCO TEÓRICO

1.1. Economía ambiental

La economía ambiental surge como una subdisciplina de la Economía Aplicada desarrollada entre la década de 1960 y 1970, en relación a la aparición de movimientos ambientalistas en los países desarrollados. Labandeira et al. (2007) indican que la Economía de los recursos naturales denominada economía ambiental surge en la búsqueda de integrar los principios económicos y ambientales para gestionar de forma sostenible los recursos naturales y abordar sus desafíos, con el objetivo de, comprender las interacciones complejas entre la actividad económica y el medio natural, con el fin de encontrar soluciones que beneficien a ambos.

En la Figura 1 podemos observar los ámbitos que abarca el estudio de la economía ambiental.

Figura 1.
Estudio de la Economía Ambiental



Nota: Elaborado por el autor en base a Labandeira et al. (2007)

Esta rama de la economía se establece como una herramienta fundamental para alcanzar un futuro sostenible. Su enfoque integral permite abordar los desafíos ambientales de forma eficaz, al mismo tiempo que impulsa el crecimiento económico y el bienestar social.

1.2.Sostenibilidad

El cambio climático ha dado cabida a que la sostenibilidad sea una de las palabras empleadas en la discusión científica. La definición de sostenibilidad ambiental se relaciona estrechamente con el desarrollo ambiental sostenible, estableciendo que debe existir una relación equilibrada entre las formas de vida y los recursos naturales disponibles para el consumo humano. (Segarra, 2022).

En la tabla 1 se muestra las tasas sostenibles por recursos. Se evidencia que la tasa de agotamiento es menor a la tasa de desarrollo de alternativas renovables en el caso de combustibles fósiles, teniendo en cuenta que países en vías de desarrollo como Ecuador son dependientes de la extracción de petróleo y sus derivados.

Tabla 1.
Tasas sostenibles

Recurso	Tasa	Concepto
Renovables (cultivos, madera)	Tasa de cosecha \leq Tasa de regeneración	Rendimiento sostenible
No renovables (combustibles fósiles)	Tasa de agotamiento \leq Tasa de desarrollo de alternativas renovables	
Contaminación	Tasa de generación de residuos \leq Capacidad del medio ambiente para asimilar residuos	Eliminación sostenible de residuos

Nota: Especificación de la sostenibilidad de recursos renovables y no renovables. Adaptado de: Estefanía Segarra-Jiménez (2022).

Segarra (2022) considera el desarrollo sostenible como aquel que satisface necesidades presentes teniendo la capacidad de no comprometer las de generaciones futura, así lo establece dentro del informe de Brundtland.

Reyes (2011) describe a la sostenibilidad como la adaptación de las sociedades y sus actividades a la capacidad del planeta. Esta capacidad se refiere a dos aspectos: i) proveer recursos, el planeta debe ser capaz de proveer los recursos naturales que las sociedades necesitan para su desarrollo; y, ii) soportar las cargas contaminantes, la capacidad del planeta de absorber los residuos y la contaminación generados por las actividades humanas sin sufrir daños.

Por ello, la sostenibilidad busca encajar el equilibrio entre el planeta, la sociedad y la economía. En este contexto la contabilidad ambiental emerge como una herramienta que permita navegar hacia un futuro sostenible convirtiéndose en una guía indispensable para las sociedades y en especial para los gobernantes.

1.1.Contabilidad Ambiental

A fines del siglo XIX, burgueses con altos niveles de estudios empezaron a propiciar discursos auto acusatorios con respecto al impacto acumulativo de las actividades humanas que su propia sociedad había ocasionado en el entorno natural. A medida que, ha pasado el tiempo esta preocupación se ha vuelto trascendente debido a que aquella superficie del planeta que contiene ecosistemas naturales ha sido transformada, empleada y administrada por el ser humano, generando desarrollo para la civilización por medio de la explotación de estos recursos disminuyendo su cantidad y el tamaño de los ecosistemas no intervenidos (Von Bischhoffshausen, 2016).

Este es el detonante para la aparición de una corriente de pensamiento ambientalista en 1970, simbolizada por la conmemoración del Día de la Tierra, que buscaba generar mayor consciencia sobre la preocupación por el medio ambiente debido a hitos importantes como derrames de petróleo en varios países, uno de ellos Irlanda, además sequías y situaciones ambientales que conmovieron al mundo entero como el accidente ambiental que ocasiono la planta de Chernóbil en el norte de Ucrania en 1986. (Alcalde, 2022)

Zhingri y Zapata (2023) mencionan que la contabilidad ambiental tiene su inicio a partir de esta preocupación mencionada, y el interés de proteger, pero sobre todo restaurar la naturaleza empleando aquellos métodos y acuerdos del convenio de Estocolmo de 1972.

Von Bischhoffshausen (2016) determina la existencia de aquella creencia donde el ambiente se está deteriorando a una velocidad preocupante en todos sus aspectos. Sin embargo, la inversión en investigación y desarrollo ha generado logros como la preservación de especies en peligro de extinción y restauración de ciclos de agua.

Hernández (2011) establece que la Contabilidad Ambiental es la valoración de los recursos naturales que controla de forma cuantitativa y monetaria la realidad ambiental, que pese a la complejidad de esta intenta inventariar estos recursos mediante instrumentos de valoración, medición y control.

Hernández (2011) define a la Contabilidad Ambiental como aquella disciplina del conocimiento que busca dar cuenta de la realidad de un sector en específico. Dicha realidad del sector lo conforma un criterio complejo donde las relaciones que se dan en él, siendo de sentido social y natural implican el uso de recursos económicos, sociales, culturales y ambientales, suponiendo su valoración, control y medición.

Ailén (2018) menciona que la Contabilidad Ambiental es un conjunto de mecanismos y sistemas útiles para medir y evaluar la actuación medioambiental de una empresa o país. Como herramienta de gestión alude a los costos de las empresas determinados como costos privados y también puede incluir un costo social, que es el costo de la naturaleza que no ha sido internalizado dentro del proceso productivo de la empresa, evidenciando que los costos ambientales son diferentes a los costos contables y sí existen dentro de las organizaciones de la economía nacional.

El término de Contabilidad Ambiental puede referirse al sentido microeconómico y también hacer alusión al ámbito macroeconómico de las cuentas nacionales de un país.

1.2.1. Sistema de Cuentas Nacionales

Vélez y Cárdenas (2001) comentan que en 1947 se establecen las bases para que la ONU pueda diseñar un sistema de cuentas nacionales internacionalmente aceptadas que permitan medir y analizar los resultados de las actividades económicas durante un periodo de tiempo, actividades realizadas por el gobierno, las empresas y las familias. En 1953 se determina la primera versión del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN). El SCN está conformado por una agrupación coherente, pero sobre todo sistemática e integral de cuentas macroeconómicas, balances, esquemas en base a diversos conceptos, definiciones, reglas contables aceptadas a nivel internacional.

El primer documento de SCN de 1993 establece un registro integral de las actividades económicas complejas que se dan dentro de una economía por medio de la interacción entre agentes económicos en los mercados. Estas cuentas son elaboradas para periodos de tiempo con el fin de proporcionar una circulación continua de información que permite analizar y evaluar los resultados de una economía a largo plazo.

Las cuentas que establece el SCN vienen dadas por la cuenta corriente, la cuenta de producción que registra aquella actividad de producir bienes y servicios. El saldo existente dentro de esta cuenta determina el Valor Agregado Bruto, que es el resultado del valor que tiene la producción menos el valor del consumo intermedio. De igual manera, tenemos la cuenta de distribución y utilización del ingreso. Estas cuentas indican como los ingresos de la economía son distribuidos a las diferentes unidades institucionales. Finalmente la cuenta acumulación, son las cuentas de flujo en las que se determina la adquisición y disposición de activos subdividiéndose en activos de capital y financieros (Gribeler, 2021).

En el SCN existen algunos indicadores claves como el Producto Interno Bruto (PIB) que determina la actividad económica total de un país, a su vez permite comprender y observar cómo funcionan las interacciones económicas de sus sectores, impulsando la toma de decisiones adecuadas al igual que la formulación de políticas públicas eficientes (Vélez Y Cárdenas, 2001).

1.3.Gestión de agua

Solanes (2016) considera que la regulación y gestión del recurso hídrico afronta diversos desafíos que se ven presentes por factores, valores y necesidades de origen ambiental, social y económico. El agua es un insumo que se perpetra en la economía por medio de la agricultura, minería, agua potable, electricidad y además en las industrias que requieren de agua, determinando que este insumo es importante en procesos industriales.

Pinos (2020) establece 3 modelos principales de gobernanza para la gestión del agua: i) gestión privada, esta se centra en la prestación de servicios relacionados con el agua potable, ii) la gestión gubernamental denominada gobernanza jerárquica; y por último iii) la

gobernanza comunitaria entendida por aquel proceso por el cual las comunidades locales toman decisiones y gestionan los recursos de manera autónoma y sostenible.

El problema actual de recursos hídricos que enfrenta la sociedad, sumado al incremento demográfico acelerado, se traduce en una demanda por el recurso hídrico que ha dado paso a establecer una gestión de este recurso sustentable sin comprometer las futuras generaciones, así lo aluden (Lizcano et al. 2022)

Con estas tensiones crecientes, el derecho humano al agua aparece como una solución pues delimita circunstancias que permitan que el estado ecuatoriano regule el mencionado recurso (Boelens, 2011).

La Constitución de la Republica del Ecuador Art. 318 estipula que el agua constituye un patrimonio estratégico de uso público esencial para la vida. (Beltrán, 2019).

1.4. Sistema de cuentas ambientales

Posterior a la Declaración de Río de Janeiro en 1992 acerca del Medio Ambiente queda establecida la problemática de deterioro y sobre explotación de los recursos naturales, recursos que prestan servicios de soporte al sistema productivo y al ser humano individual llevando a los gobiernos a preocuparse por esto. Con estas ideas la propuesta que surge a nivel internacional es la incorporación del uso del capital natural en el Sistema de Cuentas Nacionales (Domínguez et al., 2019).

Barrantes (2001) entiende a los recursos naturales como bienes de capital, más no como regalos de la naturaleza, puesto que estos al extraerlos de su ecosistema natural disminuyen, provocando que queden menos de ellos. De acuerdo con Isa et al. (2005) el capital natural está compuesto por aquellos bienes que otorga la naturaleza y deben tomarse

en cuenta en igual medida que el capital físico, como la maquinaria, muebles y el capital humano.

Hinterberger y Schmidt-Bleek (1997) sugirieron sumar esfuerzos para determinar esta aproximación a la medida en que se deprecia el capital natural acorde a la utilización como insumo del sistema económico productivo. Consideran que focalizar la atención en su depreciación es importante para alcanzar el objetivo de que este capital natural existente no se pierda comprometiendo así a las generaciones futuras.

El Banco Mundial desde 1983 ha promovido la inclusión al ambiente en el SCN por medio de una formulación de cuentas satélites ambientales. Esta institución ha realizado investigaciones en este tema juntamente con la Oficina de Estadísticas de las Naciones Unidas. Barrantes (2001) determina que estas cuentas son un sistema de cuentas económicas que están ajustadas en función al ambiente, permitiendo la obtención de un ingreso Nacional Neto Ajustado.

Vélez y Cárdenas (2001) refieren que el sistema de Cuentas Ambientales le otorga a un país conocer y cuantificar su riqueza natural y le da la oportunidad de corregir aquellos impactos nocivos que genera su producción económica sobre los recursos naturales. Involucra a los recursos naturales como activos, dentro de la construcción del sistema mediante la elaboración de cuentas de activos naturales descritos en unidades físicas de calidad y cantidad de cada recurso analizado, que permitan a futuro estructurar mecanismos para una utilización óptima de los mismos.

Torres-Pérez et al. (2007) resaltan como ejemplo a Noruega que lleva alrededor de 35 años con la experiencia de considerar dentro de sus cuentas nacionales el tema ambiental. En ese país estas cuentas tienen el propósito de ser analizadas para lograr proyecciones y

estudios de políticas a implementarse. Noruega establece que las cuentas de los recursos tienen tres subcuentas siendo la primera la contabilización del recurso, la segunda la extracción, conversión y comercialización de este y la tercera que cuantifica su consumo.

1.5.Sistema de contabilidad ambiental y económica 2012 (SCAE)

Incorporar el SCAE ha sido la respuesta por parte de la comunidad internacional a la necesidad de poder evaluar los daños ocasionados al ambiente por las actividades económicas al igual que determinar como el ambiente contribuye al bienestar social.

El SCAE (2013) reconcilia y organiza las estadísticas económicas, sociales, demográficas y ambientales mediante el uso de conceptos y estructuras contables con el fin de obtener estadísticas e indicadores comparables en series de tiempo. Este sistema proporciona un cuerpo normativo completo que conjuga y describe las relaciones de las estadísticas anteriormente mencionadas. Este también es un documento coherente e integral de las estadísticas ya que al organizar la información ambiental proporciona bases para la toma de decisiones relacionadas al desarrollo sostenible, debido a que fusiona la economía, el ambiente y la sociedad.

El SCAE es el primer estándar de estadísticas internacionales de contabilidad ambiental económica. Suministra información para evaluar tendencias de uso y disponibilidad del capital natural, el nivel de intensidad de emisiones y descargas en el medio ambiente como resultado de la actividad productiva. El bienestar de la humanidad depende en su totalidad del medio ambiente, con mayor razón la importancia de las decisiones que los gobiernos toman en relación con el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad y la gestión de los recursos naturales deben tomarse en base a información estadística confiable (Sarmiento Rojas, 2017)

1.6. Normativa Jurídica Central del (SCAE)

Como parte del documento final de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en la Agenda 21 de 1993 se recomendó que los países implementen lo más pronto cuentas ambientales y económicas. Para 1995 el Grupo Nairobi un grupo constituido por expertos de organismos nacionales e internacionales, reportaban la discusión ambiental de 1993 ofreciendo una guía para aplicar paso a paso módulos que proponían formas de usar la Contabilidad Ambiental y Económica dentro del proceso de formulación de políticas públicas.

La normativa en la cual se rige el SCAE mediante su enfoque multidisciplinario describe aquellas interacciones entre el ambiente y la economía incluyendo el stock de activos del ambiente y las variaciones que estos puedan tener. Su esencia se encuentra en el enfoque sistemático pues organiza la información ambiental y económica cubre los flujos y stocks importantes al momento de analizar los problemas ambientales y económicos (Eurostat. et al., 2014).

Los conceptos y definiciones del cuerpo normativo del SCAE están diseñados para ser aplicados en cualquier país desarrollado o subdesarrollado, también proporciona los fundamentos para elaborar publicaciones sobre estadística en temas específicos como el agua, la energía y pesquería (Oleas-Montalvo, 2012).

La normativa mide las áreas relevantes como los flujos físicos de materiales y energías dentro de la economía, por ejemplo el ambiente, existencias de activos ambientales y sus variaciones y actividades económicas y transacciones relacionados con el medio ambiente. La medición de eso se refleja a través de cuadros como lo veremos en las siguientes secciones.

1.7. SCAE-Agua: Sistema de contabilidad ambiental y económica para el agua

La Tabla 2 muestra de forma resumida que es el SCAE-Agua, desde el objetivo que busca hasta sus características, teniendo en cuenta que este Sistema es multidisciplinario y busca darle valoración al recurso hídrico en relación a la actividad productiva.

Tabla 2.

Sistema de contabilidad ambiental y económica para el agua.

Ítems por considerar	Detalle
Objetivo	Homogeneizar los términos y métodos para la contabilización del agua Vincula datos del medio ambiente con la contabilidad económica de manera intersectorial, proporciona cuadros estandarizados. Incluye información sobre: Stocks y flujos de recursos hídricos Presiones ambientales
Características	Suministro y uso del agua Reutilización del agua Costos, financiamiento, permisos y stocks de recursos hídricos De forma experimental presenta cuentas de calidad y valoración económica de los recursos Destaca la importancia de derivar indicadores a partir del sistema contable.
Beneficios	Emite indicadores y estadísticas para el seguimiento de la interacción entre el medio ambiente y la economía, ofrece una base de datos para la planificación estratégica y el análisis de políticas.
Consideraciones espaciales	Compila información de: cuenca fluvial, región administrativa o ciudad, etc. No obstante, la contabilidad económica generalmente no se compila a nivel de cuenca fluvial.
Terminología	Emplea términos homogéneos acorde a la contabilidad del agua.
Multidisciplinariedad	Abarca ciencias como la hidrología, cuentas nacionales y estadísticas ambientales.

Nota: Departamento de Asuntos Económicos y Sociales Y División de Estadística de las Naciones Unidas, (2013).

1.8.Cuentas Satélites

La EUROSTAT (2014) señala que una cuenta satélite se origina a partir de adaptaciones y reorganizaciones de la estructura central del SCN con el objeto de delimitar las transacciones medioambientales.

La ONU y EUROSTAT, impulsan el SCN con dos tipos de cuentas satélites: i) la cuenta interna, que reordena las clasificaciones centrales logrando introducir elementos que la complementen; ii) la cuenta externa se basa en conceptos alternativos a los del SCN son una producción distinta, conceptualizando el consumo o la formación de capital.

En la práctica las cuentas satélites tienen al mismo tiempo características propias de las cuentas internas y externas, permitiéndoles experimentar nuevos conceptos y metodologías preservando aquellos principios contables como el de partida doble, los tratamientos de flujos y stock, saldos contables, etc. Paralelamente pueden incorporar información de forma no económica o adecuar variaciones a las bases contables, pues no está claramente definida la frontera de las cuentas satélite con la normativa del SCN.(Figueroa Díaz et al., 2012)

En este campo de cuentas se destaca a la matriz NAMEA (National Accounting Matrix including Environmental Accounts) que fue propuesta por Países Bajos y por el Sistema Europeo de Recogida de Información Ambiental siendo publicado por la EUROSTAT en 1994 (Casado Raigón y Santamaría Belda, 2003).

La EUROSTAT promovió este modelo entre los países miembros debido a la necesidad de perfeccionar los sistemas de información económica y ambiental. Reflejo de

estos esfuerzos la mayoría de los países miembros disponen de la matriz NAMEA, aunque únicamente de emisiones atmosféricas.

El éxito de las cuentas satélites es la similitud entre países permitiendo así un intercambio de información y experiencia que permita llevar a un análisis de perfeccionamiento de la metodología general para determinar observaciones sobre aspectos peculiares que probablemente puedan llegar a sugerir una modificación en el órgano normativo del SCN (Oleas-Montalvo, 2012).

La operatividad de estas cuentas juega un papel central, pero sobre todo determinante para un análisis estructural y social de la economía, pues emplea diversos enfoques metodológicos multidisciplinarios con conceptos y clasificaciones nuevas, permitiendo la dimensión de actividades de interés nacional, al fusionar aspectos que no son exclusivamente económicos como el medio ambiente. Al incorporar otros elementos como las externalidades y la conducta del consumidor concede que el método de valoración pueda dimensionar el valor de los recursos naturales a partir de la contabilidad ambiental, que incluye la valoración del agotamiento de los servicios ambientales, el paisaje, etc. (Figuroa Díaz et al., 2012).

Gómez et al. (2012) plantean que la elaboración de cuentas satélites de ambiente busca darle coherencia a la formulación de políticas públicas brindando su información como base para las decisiones adecuadas entorno al medio ambiente.

1.9. Cuenta Satélite del recurso hídrico

El Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas del Agua (SCAE-Agua) permite organizar la información del recurso hídrico y económico de modo que sea consistente y coherente, tiene como normativa base el SCN de 1993, formado por un grupo de tablas que

complementan y agregan información hídrica y económica (Departamento de Asuntos Económicos y Sociales División de Estadística, 2012)

El SCAE-Agua es preparado por la División Estadística de las Naciones Unidas (DENU), con la cooperación del Grupo de Londres que estuvieron promoviendo la Contabilidad Ambiental, enfocándose en el Subgrupo de contabilidad del recurso hídrico. En el SCAE de 2003 surge el primer intento de establecer metodologías sobre cuentas del agua, pese a que fueron un desafío (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2011).

Acerca de cuentas del agua, el grupo de EUROSTAT aportó en mayor medida para el desarrollo de los conceptos, clasificaciones y definiciones, al igual que en el diseño de los cuadros que permitirían estandarizar el recurso. Este grupo estuvo conformado por 20 expertos de países y organismos internacionales (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2011)

Torres López y Rodríguez (2022) aluden que el SCAE-Agua es una normativa general que incluye un grupo de cuentas económicas ambientales que organizan información biológica y económica de forma en que esta sea coherente, pero sobre todo consistente. Dentro de estas cuentas las más empleadas son los cuadros que suministran el recurso hídrico y su uso físico que se empleó en 26 países, la cuenta que lo determina como activo fue empleada por 16 países, y 1 país con una cuenta de valoración de los recursos hídricos.

Las cuentas satélites del agua son un mecanismo que tiene como objetivo estimar y disponer de forma detallada y estructurada los flujos cuantitativos como cualitativos producidos en el sistema hidrológico que interactúa con el sistema económico. Son una herramienta estadística para evaluar los impactos y el coste que las actividades humanas y económicas producen en el recurso natural hídrico (Rey, 2008).

Las cuentas satélites del agua forman parte del grupo de cuentas que es el SCN. Barinas y Carreño (2016) comentan que en países como España y Chile se han realizado esfuerzos notorios para el funcionamiento de mecanismos que permitan conocer y medir los recursos que son seleccionados.

1.10. Valoración de la cuenta satélite del recurso hídrico

1.10.1. Cuenta flujo del recurso hídrico.

Estas cuentas explican las corrientes en unidades físicas, tomando en cuenta la extracción inicial del recurso hídrico del ambiente para la economía y el proceso productivo. Determina el flujo hídrico empleado por las familias, industrias y aquellos que retornan nuevamente al ambiente. Para gestión del recurso es importante recopilar datos de cuencas fluviales u otras zonas importantes.

El agua se encuentra en movimiento constantemente, dicho movimiento influenciado por la radiación solar y la gravedad que ocasionan que el agua cumpla su ciclo convirtiéndose en vapor y luego regresando en forma de lluvia.

1.10.2. Cuadro de oferta y utilización.

La cuenta ambiental del agua se verá interpretada por medio de cuadros de oferta y utilización colocados en unidades físicas, estas por su complejidad pueden ser establecidas en diferentes niveles. Una estructura básica de este esquema contendría datos de oferta y utilización de agua con una visión enfocada en flujos de agua que se clasifican en secciones como extracción del agua, distribución y uso del recurso, aguas residuales y reutilizadas en hogares y empresas, finalmente aquellos cuerpos de agua que regresan al ambiente (Eurostat. et al., 2014).

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El enfoque de esta investigación es mixto. Cualitativo porque propone el diseño de un cuadro de oferta y utilización del agua para Ecuador, y cuantitativo debido a que establece la estructura en variables numéricas (volúmenes de agua) relacionado directamente con el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN). El objetivo es cuantificar y visualizar las interacciones de los volúmenes de Agua por cuenca hidrológica en los diferentes sectores productivos.

El diseño de la investigación es transversal y no experimental porque se enfoca en analizar un conjunto de datos en un momento específico, el año 2022. Es transversal porque ofrece información de las condiciones de la gestión, uso y aprovechamiento del agua en las provincias de Imbabura y Carchi, lo cual es útil para identificar patrones y establecer una línea de base sin necesidad de comparaciones temporales. Además, es no experimental porque no se manipulan las variables; se analizan en su estado natural, mediante la observación, permite recolectar datos y describir el contexto de manera objetiva, sin sugerir el accionar de los órganos de gobierno competentes.

2.2. Alcance

Es de alcance exploratorio ya que en el país no existe aún una cuenta satélite del agua, en la que, se especifique los volúmenes de cuerpos de agua de uso consuntivo y no consuntivo que emplean los sectores productivos y cuanto podría ser su costo promedio expresado en

cantidades monetarias, además este tema no ha tenido relevancia en la discusión académica en Ecuador por lo cual hasta el momento es reducido el análisis y la investigación.

La investigación es descriptiva porque se describe como sería una matriz de oferta utilización del agua, adaptada a la gestión de datos de las demarcaciones hidrográficas mediante la cantidad de agua en metros cúbicos (m^3) al año empleada por las industrias lo que permite analizar la interacción producción-ambiente en el país.

2.3. Fuentes de información

Para la presente investigación se indagaron fuentes bibliográficas especializadas en la temática del agua. Se toma como referencia principal el libro SCAE-Agua, de la división estadística de la Organización de Naciones Unidas (ONU, 2012), del cual se extrajo directrices y la metodología para construir la matriz de oferta-utilización, además del método de valor residual del agua. Las matrices fueron modificadas y adaptadas al contexto específico de Ecuador a fin de garantizar su pertinencia y aplicabilidad.

Adicionalmente, se revisaron tesis y artículos científicos que abordaron temas de cuentas ambientales del agua, haciendo énfasis en el sistema de contabilidad ambiental implementados en países como Colombia, México y España.

Esta investigación se realiza con información de fuentes secundarias obtenidas del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE, 2023) Zona 1 respecto al volumen de agua empleada por usos de la demarcación hidrográfica de Mira, expresada en metros cúbicos información de la base historia de autorizaciones emitidas, que hace referencia al conjunto de datos sobre permisos y concesiones de uso del agua otorgados. El

Banco Central del Ecuador (BCE) donde se obtiene de las cuentas nacionales regionales en millones de dólares la producción de cada provincia y su consumo intermedio.

El marco legal que sustenta la investigación sobre la Cuenta Satélite del Agua en Ecuador se encuentra en tres cuerpos normativos fundamentales: la Constitución de la República en sus Artículos: 3, 12, 318, 334, 395, 396, 411 que mencionan el agua como un derecho inalienable y el establecimiento de principios de soberanía de los recursos naturales incluido el Agua, al igual que la gestión del recurso hídrico por parte de los órganos de gobierno.

El Código Orgánico del Ambiente en sus Artículos: 27, 30, 38, 191 que establece las acciones y los encargados de la gestión del recurso hídrico para su conservación en toda medida posible y la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua cuerpo normativo que fue fundamental para establecer el estudio.

En la tabla 3 se observa la información a emplear en la investigación.

Tabla 3.
Matriz de recolección de información

Variable	Definición	Indicadores	Fuente de Información
Oferta de Agua	Disponibilidad total de agua en un territorio determinado.	31 sistemas hidrográficos 79 cuencas hídricas	Autoridad Única del Agua, Sistema Público del Agua
Demanda de Agua	Cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades de diversos sectores económicos y sociales.	Demanda doméstica, agrícola, energética.	Autoridad Única del Agua, Sistema Público del Agua
Uso del Agua	Cantidad de agua extraída de la oferta para satisfacer la demanda.	Extracción de agua para los usos que establece la ley	Autoridad Única del Agua, Sistema Público del Agua
Valor Económico del Agua	Precio que se asigna al agua en función de su uso	Valor de mercado del agua	SCAE-Agua

Nota: Tabla que especifica las variables implicadas en el estudio para el diseño de la cuenta satélite a través de matriz Oferta Utilización.

2.4. Método de análisis de datos

Esta investigación y la propuesta de elaboración de la cuenta satélite del agua para Ecuador se hizo a partir de la metodología del **Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica del Agua (SCAE-Agua) 2012** que presenta la construcción de cuentas satélites del agua mediante matrices Oferta-Utilización. Siguiendo las directrices internacionales de la ONU para asegurar la consistencia y comparabilidad de los datos. A través de esta metodología, se estructuraron dos componentes principales: el **Cuadro de Oferta** y la **Tabla de Utilización** del agua, esta matriz con ambos apartados se presenta en la Tabla 4.

Cuadro de Oferta: Se identificaron las fuentes de agua disponibles en el país, clasificándolas en aguas superficiales, subterráneas, marinas, humedales y otras fuentes relevantes, registrando los volúmenes en metros cúbicos por año ($m^3/año$), se explica que, para emitir las autorizaciones se establece en litros/segundos el caudal, considerado un uso de 24 horas por 365 días obteniendo los $m^3/año$. Esta clasificación permite capturar la disponibilidad y extracción de agua desde distintos orígenes.

Tabla 4.
Matriz de Oferta Utilización del Agua adaptada del SCAE-Agua

ENERO A DICIEMBRE 2022																	
PRESENTADA EN METROS CÚBICOS AL AÑO																	
Actividad	Consumo Humano	Soberanía Alimentaria			Riego para producción Agropecuaria y agro industria de Exportación	Producción				Ecosistema		Actividades recreativas		Total	Hogares	Resto del Mundo	Total
		Abrevadero Soberanía Alimentaria	Acuicultura Soberanía Alimentaria	Riego soberanía Alimentaria		Industrial	Generación de Hidroelectricidad y energía hidrotérmica	Minería	Envasado de Agua	Termal	Turístico						
CUADRO DE USO FISICO	Desde el medio ambiente	1. Total de extracción(=1.a +1.b = 1.i + 1.ii)															
		1.a. Extracción para uso propio															
		Generación de energía hidroeléctrica															
		Agua para riego															
		Agua para minería															
		Escorrentía urbana															
		Agua para refrigeración															
		Otros usos															
		1.b. Extracción para distribución															
		1.i. Desde aguas interiores															
		1.i.1. Aguas superficiales															
		Lago/ Laguna															
		Quebrada															
		Rio															
		Remanentes															
		Canal															
		Acequia															
		Vertiente/Manantial															
		1.i.2. Aguas subterráneas															
		Pozo															
		Acuífero															
		1.i.i. Humedales															
		Ciénagas/Pantanos/Humedales															
		1.iii.Extracción del mar															
		Esteros/ estuarios/ Humedales marino costeros															
Dentro de la economía	2. Uso de agua recibida de otras unidades económicas																
	2.a. Agua reutilizada																
2.b. Evacuación de aguas residuales																	
3. Total del uso de agua (=1+2)																	
Desde la Economía	4. Suministro de agua a otras unidades económicas																
	4.a. Agua reutilizada																
4.b. Evacuación de aguas residuales																	
Aguas servidas																	
CUADRO DE SUMINISTRO FISICO	Hacia el medio ambiente	5. Total de agua de retorno (=5.a+5.b)															
		5.a. Hacia aguas interiores															
		5.a.1. Aguas superficiales															
		5.a.2. Aguas subterráneas															
		5.a.3. Aguas de suelos															
		5.b. A otras fuentes (por ejemplo, agua de mar)															
6. Total del suministro de agua (=4+5)																	
7. consumo (=3-6)																	

Nota: Elaborado por el autor en base al capítulo 3 del SCAE-Agua 2012

Tabla de Utilización: Esta tabla se diseñó para desglosar el uso del agua en cinco categorías conforme a la Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamientos en el país: consumo humano, riego, caudal ecológico, actividades productivas y recreativas. En la tabla 4 se observa como las fuentes de agua se listaron en las filas, mientras que en columnas se refleja los distintos usos sectoriales, subdividiendo la información en sectores específicos (por ejemplo, riego agrícola, minería, consumo humano, generación hidroeléctrica, etc.). Se hizo una exhaustiva investigación para obtener información sobre las fuentes de agua disponibles en Ecuador, incluyendo aguas superficiales, ríos, lagos, embalses, humedales, agua subterránea, acuíferos. Se adaptó el cuadro estandarizado propuesto al contexto de la gestión de datos del recurso en el país.

El análisis consistió en determinar los posibles patrones de oferta y utilización del agua en Ecuador. Además, se llevó a cabo una estimación del costo del recurso por provincia de la zona 1 Carchi e Imbabura, a partir del método de **valor residual** para transferir a valores monetarios el agua como insumo de consumo intermedio. El método de valor residual, en el contexto del (SCAE-Agua), se basa en calcular la contribución del agua al valor de la producción en actividades económicas específicas, descontando el valor de otros insumos productivos (como el capital, la mano de obra, y otros materiales). El valor residual se atribuye al recurso hídrico, asumiendo que, una vez que se han descontado todos los costos y factores de producción, la porción restante del valor generado es atribuible al uso del agua.

Para ello usaremos la información sobre el uso del agua y la cantidad de metros cúbicos anuales (m^3/a) de las matrices propuestas para cada provincia, además de la producción total y el consumo intermedio provincial expresado en millones de dólares y aplicaremos la siguiente ecuación.

Valor Total de la Producción

$$TVP = \sum p_i q_i + VMP_w q_w \quad (1)$$

Valor residual del agua.

$$VRP_w = \frac{TVP - \sum p_i q_i}{q_w} \quad (2)$$

Dónde:

- TVP es el **valor total producido** por los sectores económicos de cada provincia a analizar.
- p_i es el **precio** de cada insumo utilizado en la producción, **excepto el agua**, q_i es la **cantidad** de cada insumo utilizado, por tanto, para nuestro estudio $\sum p_i q_i$ será representado a través del **consumo intermedio provincial**.
- VRP_w es el **valor residual del agua**, que nos dice cuál es el valor en términos monetarios del agua.
- q_w es la **cantidad de agua utilizada** en la producción, medida en metros cúbicos.

2.5 Limitaciones

Durante la investigación nos vimos limitados por la falta de información pública actualizada sobre el uso y aprovechamiento del agua a nivel de demarcación y cuenca hídrica. Aun cuando, el Ministerio del Ambiente posee series históricas de estos datos, no se encuentran disponibles en el Sistema Público del Agua. Esto impidió incluir datos completos a nivel nacional, puesto que la información más reciente corresponde al año 2010.

Pese a la falta de datos actualizados, la información disponible de 2010 permitió comprender la gestión del recurso hídrico por parte del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, a través de la Autoridad del Agua. La información estadística pública sobre volúmenes de agua es de difícil acceso y, en muchos casos, no se encuentra actualizada. Es probable que esta información no sea recopilada de manera técnica por parte de los organismos gubernamentales competentes.

CAPITULO III

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Gestión del agua en el Ecuador

El marco normativo de la gestión del recurso hídrico en Ecuador se detalla en la Constitución, La Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua, el COOTAD, el COA y el Reglamento de la Ley. La Constitución del Ecuador (2008) en su Art. 411 menciona al Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) como el encargado de la conservación del recurso, comprendiendo a las áreas de protección hídrica (APH), y los usos del recurso a nivel nacional.

El MAATE (2022) tiene un sistema de indicadores ambientales públicos (SINIAS) que determina a nivel nacional 33 áreas de protección hídrica, con una superficie total de 264.282,30 hectáreas. En la región Sierra se encuentran 134 mil hectáreas, en la región amazónica un total de 110 mil hectáreas en la región Costa la menor proporción con 20 mil hectáreas.

De esta superficie total el 1,06% de territorio terrestre continental corresponde a Áreas de Protección Hídrica (APH), concentrándose la mayor proporción en la demarcación hidrográfica de Napo con su APH Aguarico, Chingual y Cofanes con un 40,37% del total de territorio en conservación, seguida de la demarcación de Puyango-Catamayo con su APH El Airo- Tundurama que representa el 29,33%, mientras el 13,10% acumula la demarcación hidrográfica de Mira con una de sus APH Otavalo-Mojanda.

Según la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, Art. 18, la Autoridad Única del Agua es la Secretaría del Agua, que ejerce la rectoría de la

gestión integrada del recurso hídrico en el Ecuador. Se encarga de formular las políticas públicas y normativas relacionadas con la gestión del recurso hídrico. Esta subsecretaría fue inicialmente creada como Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) el 15 de mayo de 2008 mediante Decreto Ejecutivo No. 1088, durante el gobierno del presidente Rafael Correa. Sin embargo, se fusionó con el MAE en marzo del 2020 para crear el MAATE.

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) es la institución ecuatoriana encargada de generar y difundir información hidrometeorológica para apoyar la planificación nacional y local, así como la investigación en este campo. La Empresa Pública del Agua (EPA), por su parte, se responsabiliza de la contratación, administración y supervisión de proyectos de infraestructura hídrica del gobierno central, además de brindar asesoría técnica y comercial a los prestadores de servicios de agua.

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua establece el Sistema Nacional Estratégico del Agua en su Artículo 15. Este sistema funciona como una plataforma que reúne a diversos actores sociales e institucionales para facilitar la organización y coordinación de la gestión integral de los recursos hídricos del país.

La Ley menciona que la Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), Art. 21, regula y controla la gestión integral del agua en fuentes y zonas de recarga, además la calidad de los servicios públicos relacionados al sector hídrico incluyendo los usos, aprovechamientos y destinos del recurso.

La ARCA es la entidad responsable de emitir Certificados de Disponibilidad del Agua (CDAs) en Ecuador. Estos documentos verifican si hay agua disponible para un uso en particular, siguiendo las normas de la Regulación 004, conocida también como **DIR-ARCA-RG-004-2016**, que regula el proceso de **obtención de autorizaciones para el uso y**

aprovechamiento del agua en el país. En 2022, la ARCA recibió 549 solicitudes de CDAs, de las cuales se aprobaron 407. Los CDAs emitidos ese año certifican un total de 92.893,93 l/s de agua como disponibilidad hídrica distribuidos de la siguiente forma:

- Dirección Zonal 9: 69,97%
- Dirección Zonal 5: 26,13%
- Dirección Zonal 4: 2,06%
- Dirección Zonal 7: 0,86%
- Dirección Zonal 2: 0,55%
- Dirección Zonal 3: 0,15%
- Dirección Zonal 6: 0,14%
- Direcciones Zonales 1 y 10: 0,143%

Se observa una concentración de la disponibilidad hídrica en las zonas 9 y 5 correspondiente a las provincias de Guayas y Pichincha respectivamente.

La Tabla 5 proporciona una visión detallada sobre la asignación de los recursos hídricos en Ecuador en función del caudal certificado destinado a diferentes sectores. En este análisis, se observa cómo el caudal total de agua en el país se distribuye principalmente para actividades de generación de energía hidroeléctrica, riego agrícola, consumo humano y otros usos menores como el envasado de agua.

Esta tabla permite entender las prioridades actuales en la gestión del recurso hídrico en el país y contrasta con la normativa nacional que jerarquiza el uso del agua, la cual prioriza el consumo humano y el riego para soberanía alimentaria.

Tabla 5.
Caudal empleado por usos a nivel Nacional en 2022.

NIVEL NACIONAL		
Tipo de Uso	Caudal certificado en %	Caudal certificado en l/s
Hidroelectricidad	84,5507%	78030,9012
Riego	6,6319%	61,6063
Acuicultura	3,8396%	35,6676

Consumo Humano	2,7933%	25,9481
Industrial	1,9736%	18,3335
Minería	0,2048%	1,9025
Turismo	0,0050%	0,0464
Otras	0,0008%	0,0074
Envasado de agua	0,0004%	0,0037

Nota: Especificación de la cantidad de caudal empleado en los diferentes usos que establece la ley. Adaptado de (M. L. Coello, 2022)

Los datos de la Tabla 5 muestran que una gran parte del caudal hídrico disponible en Ecuador se asigna a la generación de energía hidroeléctrica, con un caudal certificado de 78,030.90 l/s, lo que representa la mayor porción del recurso hídrico. En contraste, el riego de cultivos, esencial para la seguridad alimentaria, solo recibe un 6.63% del total certificado, mientras que el consumo humano obtiene un 2.79% y el envasado de agua ocupa una proporción marginal del 0.0004%. Estos porcentajes reflejan una priorización evidente de la demanda energética sobre otros usos, en especial aquellos orientados al bienestar social y la sustentabilidad ambiental.

Esta asignación pone en evidencia una disparidad entre la distribución de los recursos y la jerarquía establecida en la normativa nacional. Según Quizhpe y Vallejo (2022), la legislación ecuatoriana establece un orden de prelación en el uso del agua, priorizando primero el consumo humano, seguido del riego para soberanía alimentaria, el mantenimiento de caudales ecológicos, y finalmente las actividades productivas, como la generación de energía. Sin embargo, los datos sugieren que en la práctica, el orden de prelación no se respeta, y el agua se distribuye en función de las demandas del mercado y las necesidades energéticas del país.

A pesar de que la ley ecuatoriana jerarquiza el consumo humano y el riego para la seguridad alimentaria sobre otros usos del agua, la práctica muestra una realidad distinta. Márquez Ramírez et al. (2017) argumentan que, en muchos casos, las fuerzas del mercado

tienden a definir los patrones de uso del recurso hídrico, lo cual se refleja en la asignación prioritaria hacia la generación de energía hidroeléctrica observada en la Tabla 5. Este enfoque económico no solo ignora el orden de prelación establecido en la normativa, sino que también representa un riesgo para la equidad hídrica y la conservación del recurso.

La evidente prioridad hacia la generación de energía hidroeléctrica se puede justificar en parte por la alta demanda energética del país; sin embargo, este enfoque también genera consecuencias importantes en el acceso a agua para consumo humano y en la protección de ecosistemas. La desatención a estos sectores fundamentales afecta directamente la calidad de vida de las comunidades y compromete la sostenibilidad del recurso hídrico. Por lo tanto, la asignación de caudales debería alinearse con una gestión del agua que promueva un equilibrio entre desarrollo económico, bienestar social y el cuidado ambiental.

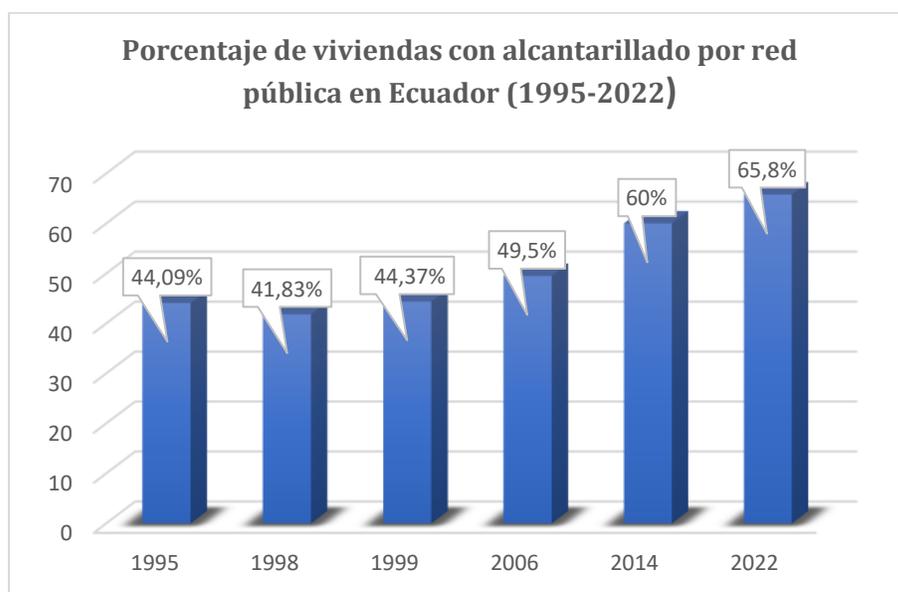
A nivel local la gestión del agua se encuentra a cargo de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) según el Art. 55 del COOTAD quienes prestan los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y depuración de aguas residuales. También juegan un papel importante las Juntas de Agua Potable (JAP) en las comunidades periféricas. Así lo afirman Guerrero y García (2023), las JAP se crean sin intervención del Estado o de gobernantes locales, principalmente al inicio. Es muy importante su gestión sobre el recurso por ello la ley las establece como la única opción de manejo comunitario además de la gestión pública. Por tanto, a nivel rural los encargados son las JAPs y los GADs Parroquiales, deberán articularse con los demás niveles de gobierno para la gestión del recurso, así lo establece el Art. 180 de la ley.

La Figura 2 ilustra la evolución en el acceso a sistemas de alcantarillado en Ecuador a lo largo de los últimos años. Este indicador es fundamental para evaluar la cobertura de

servicios básicos en el país, ya que el acceso al alcantarillado es clave para la salud pública y el bienestar de las comunidades. Según el INEC (2022) en el Censo de población y vivienda se registraron 6.610.236 viviendas a nivel nacional, de las cuales el 65,8% tienen alcantarillado. De 2006 a 2014 el alcantarillado por red pública en el país incrementó en 10,5 puntos porcentuales. De 2014 a 2022, el crecimiento fue únicamente de 5,8%.

Figura 2.

Porcentaje de viviendas con alcantarillado por red pública en Ecuador



Nota: Elaborado por el autor en base a información histórica del INEC 2022 condiciones de vivienda.

Se debe agregar que esta situación es particularmente crítica, ya que un 65,8% de viviendas con alcantarillado no es un porcentaje alto, probablemente existen demoras en obras de alcantarillado que retrasan la disponibilidad de servicios básicos esenciales para la población del país, en 2022, el 34,2% del total de viviendas en el país aún no contaban con alcantarillado, generando graves consecuencias para la salud pública y el medio ambiente.

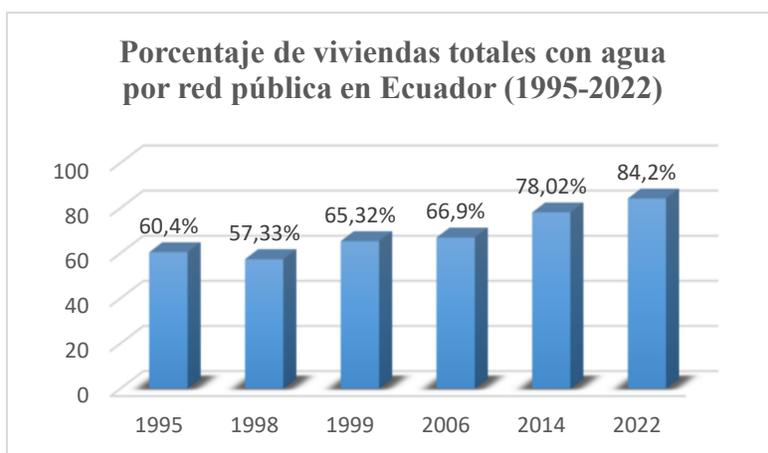
Castro et al. (2022) afirman que en Ecuador un porcentaje significativo de proyectos de agua potable y alcantarillado se enfrentó a retrasos durante su ejecución con causas

principales como la falta de información completa y precisa en la fase de planificación esto condujo a errores y modificaciones durante la ejecución.

Para una identificación más completa de las condiciones de manejo del agua en Ecuador, es esencial abordar diversos aspectos que van más allá de la descripción de la estructura de gestión y los datos de cobertura de alcantarillado, dado que, es crucial destacar los desafíos y problemas actuales que enfrentan los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADM) y las Juntas de Agua considerando sus principales retos la financiación insuficiente, la infraestructura obsoleta y la contaminación de las fuentes hídricas. Según datos de la ONU (2021) 3 de cada 10 personas en el planeta no pueden beber agua segura y 6 de cada 10 no cuentan con instalaciones de saneamiento adecuadas.

La Figura 3 muestra la evolución del acceso de viviendas al agua por red pública en Ecuador entre 1995 y 2022. Este gráfico refleja un incremento en la cobertura de agua potable, pasando del 60.4% en 1995 al 84.2% en 2022.

Figura 3
Viviendas totales con agua por red pública en Ecuador.



Nota: Elaborado por el autor en base a información histórica del INEC 2022 condiciones de vivienda.

Este aumento progresivo indica avances en infraestructura y acceso a servicios básicos, aunque también resalta que aún queda una parte de la población sin acceso a agua por red pública. Este crecimiento en la cobertura es esencial para mejorar las condiciones de vida y la salud pública en el país.

A pesar del incremento en la cobertura, el 15,8% del total de viviendas censadas en 2022 aún no cuentan con este servicio básico, posiblemente por falta de recursos e infraestructura del Estado para enfrentar este problema, Esto concuerda con lo que afirman Cedeño y Esteves (2023) al mencionar que es un requerimiento la intervención del Estado mediante mayor inversión en infraestructura, fortalecimiento de las instituciones responsables, implementación de programas sociales y promoción de la educación ambiental.

Para 2022 las fuentes de abastecimiento de agua para vivienda fueron provistas mediante la empresa pública, juntas de agua, pozos, tanquero repartidor y otras fuentes como vertientes, ríos, grietas, agua de lluvia o canales de agua.

En el área urbana existen 422.360 viviendas ocupadas que reciben el agua por tubería fuera de la vivienda, pero la misma está dentro de su terreno, de las cuales 223 372 se abastecen del recurso mediante juntas u organizaciones comunitarias del agua, 85 731 viviendas se abastecen de agua por la empresa pública y 42 009 viviendas reciben agua por otras fuentes como los ríos (INEC, 2022).

En 2022 en el área rural fueron 141.127 viviendas que todavía no reciben agua por tubería sino por otras fuentes de abastecimiento. En mayor proporción de este total de viviendas 101.261 tienen agua cuando el tanquero repartidor llega a su zona y 16.074 viviendas reciben agua de grietas, o agua de lluvia (INEC, 2022). Por lo tanto, esta situación

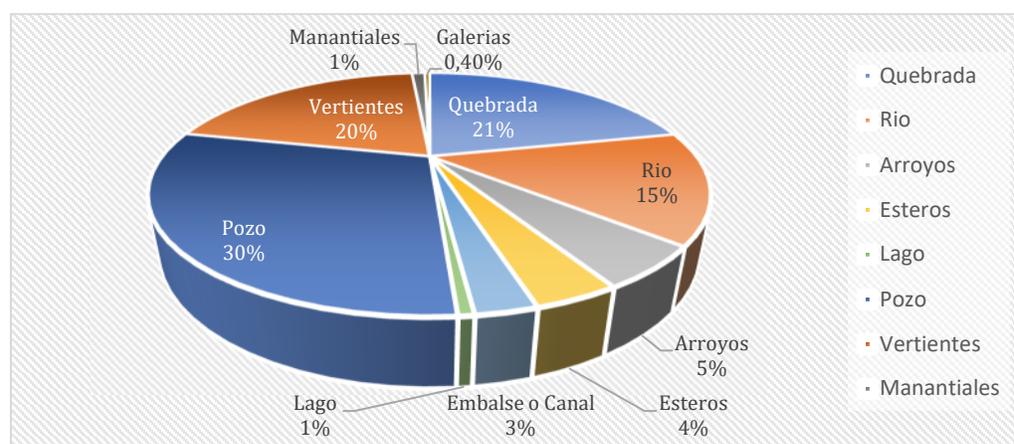
resalta la persistente desigualdad en el acceso al recurso, especialmente en áreas rurales del país.

Se debe agregar que la percepción de seguridad hídrica está relacionada con las características de los hogares y su ubicación. Comunidades con acceso a fuentes de agua como ríos o pozos, por ejemplo, pueden sentir mayor seguridad al contar con agua suficiente para consumo humano e incluso actividades agrícolas. Sin embargo, es importante reconocer que esta percepción no siempre refleja la realidad.

Ordóñez y Arias (2023) manifiestan que son diversos factores, como la privatización del agua, la expansión de la frontera agrícola y la minería metálica, que amenazan directamente la seguridad hídrica de numerosas comunidades de las zonas rurales del país.

A nivel nacional las principales fuentes de captación del recurso según el INEC (2022) son 1197 fuentes de agua cruda. La distribución de estas fuentes (Figura 4), resalta que el 49% son fuentes de agua superficial y el restante aguas subterráneas en la que destacan los pozos y vertientes.

Figura 4.
Fuentes de captación del Agua



Nota: Elaborado por el autor en base a información del INEC 2022

Esto evidencia una alta dependencia de fuentes de agua superficial como ríos y lagos, las cuales son vulnerables a la contaminación por actividades humanas, los impactos del cambio climático, como la variabilidad en las lluvias y la ocurrencia de eventos extremos como sequías u olas de calor. Aveiga et al. (2020) afirma que un millón de contaminantes ingresan al agua debido a actividades humanas, lo que ha impulsado un gran interés en la investigación de la calidad del agua en las cuencas hidrográficas en las últimas décadas.

En Ecuador, el tratamiento de agua para consumo humano ha experimentado avances significativos. Para 2022 el 91,4% de los municipios contaron con sistemas de tratamiento, mientras que el 1,6% compra agua tratada para su distribución. La norma de calidad INEN 1108 que trata sobre la calidad del agua, mediante una encuesta a los municipios, muestra que 190 contestaron que cumplirla representó un aumento en comparación con 2020 (INEC, 2022).

La Tabla 6 presenta datos sobre la distribución de agua a nivel nacional, que alcanza los 120,4 millones de metros cúbicos de agua potable por mes, con una notable concentración en la región Costa. Estos datos son cruciales para comprender la disponibilidad del recurso hídrico en Ecuador.

Tabla 6.
Distribución de Agua por Regiones de Ecuador.

DISTRIBUCIÓN DE AGUA A NIVEL NACIONAL			
REGIÓN	%	Cant. de Agua mensual (m3)	Cant. de Agua anual (m3)
COSTA	54,50%	656180000,00	7874160000,00
SIERRA	39,80%	261159640,00	3133915680,00
AMAZONÍA	5,20%	13580301,28	162963615,40
GALÁPAGOS	0,20%	27160,60	325927,23

Nota: Elaborado por el autor en base a información del ARCA 2022.

En 2022 la región Costa recibió el 54.50% del total de metros cúbicos de agua demandada al mes, como resultado de la elevada densidad de población y actividades industriales en esta región. Mientras que Galápagos es la región con menor cantidad seguida de la Amazonía que tiene un 5,20% pese a que es hogar del 20% del agua dulce del mundo.

Chamba et al. (2018) mencionan que es crucial analizar la presión demográfica sobre los recursos hídricos para una gestión sostenible del agua. En su estudio evaluaron 55 cantones altamente poblados de Ecuador, utilizando el Índice de Presión Demográfica sobre el Agua (IPDA) que considero cinco factores: distribución de la población, habitantes en áreas áridas, consumo estimado de agua en el hogar, incremento de la población y presión hídrica, evidenciaron que la región Costa era la zona con mayor presión sobre el recurso manteniéndose con el mismo comportamiento para 2022 como se muestra en la tabla 6.

Por otro lado, Jarrín-V. et al. (2017) determinan como causas de la inequidad de agua potable, la carencia de estaciones de tratamiento de aguas, sistemas de alcantarillado y la deficiente gestión de aguas residuales como principales factores que son parte de la problemática de la gobernabilidad del recurso en cada región.

En la Amazonía, los estudios han demostrado que las heces fecales de las comunidades ecuatorianas pueden llegar hasta Brasil. Adicional, la problemática de los pasivos ambientales y la justicia hídrica son situaciones estrechamente interrelacionadas. Más aún la contaminación del agua por pasivos ambientales derivados de actividades extractivas y petroleras, ha contaminado el agua, afectando negativamente a la salud de las poblaciones y los ecosistemas.

La contaminación por actividades como la extracción petrolera, minera y la agricultura amenaza la viabilidad del agua subterránea como fuente de agua potable, debido

a la infiltración de contaminantes como minerales. Esto, no es algo nuevo ya, que en la actualidad muchos productos son dados de baja por el ARCA al contener plomo. Jarrín et al., (2017) indican que el agua subterránea, resguardada por las capas del subsuelo, ha sido valorada como una fuente de agua confiable y económica para el consumo humano, tanto en zonas urbanas como rurales. Sin embargo, las actividades humanas generan contaminantes que, al superar la capacidad de filtrado natural del suelo, pueden poner en riesgo este recurso de forma irreversible.

Según datos del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), en Ecuador existen 1.107 pasivos ambientales registrados, de los cuales 714 corresponden a piscinas de petróleo enterradas, 374 lugares contaminados debido a efluentes o derrames, con 19 fosas, la mayoría de ellas situadas en la región amazónica. Vilela-Pincay et al. (2020) manifiestan que la contaminación por pasivos ambientales es una situación desatendida por mucho tiempo y exige un cambio radical. García Rengifo y Durán-Ballén (2023) aseguran que el entorno natural cambiante por la contaminación y la variabilidad ambiental tiene un impacto significativo en diversas actividades humanas productivas, en la salud y el desarrollo de las comunidades y por tanto en la economía local.

Cazar (2023), en relación con el caso de Chevron-Texaco afirma que entre 2021 y 2022, esta empresa fue responsable del 96,5% de los derrames petroleros registrados. A pesar de su magnitud, la entidad rectora ambiental admite la falta de evaluaciones de riesgo que consideren los impactos en la salud, la seguridad y la calidad ambiental derivados de estos derrames, sin una intervención que responda al alcance del problema priorizando el capital por sobre el bienestar social y ambiental.

Bajo este contexto, la situación del agua en Ecuador presenta un panorama complejo y desafiante. Por un lado, la variabilidad ambiental y el cambio del clima amenazan la accesibilidad del recurso hídrico. Por otro lado, la contaminación por actividades humanas, como los derrames petroleros de Chevron-Texaco, la minería, la ausencia de proyectos de saneamiento pone en riesgo la salud, seguridad y bienestar de las comunidades y los ecosistemas. Es esencial adoptar medidas urgentes para proteger y gestionar el agua de manera sostenible, lo cual se logrará mediante el fortalecimiento de las entidades responsables de su administración y la promoción de la investigación científica, junto con la asignación de recursos adecuados.

3.2. Ejemplo piloto de cuenta satélite ambiental.

Debido a la importancia del estudio, se procedió a la construcción de una cuenta satélite basada en la información existente de las demarcaciones hidrográficas. Esta cuenta satélite permitirá una mejor comprensión y análisis de los datos específicos de cada demarcación hídrica, facilitando la toma de decisiones informadas y la implementación de políticas públicas adecuadas mediante el uso de datos disponibles.

Para la selección de las áreas piloto se consideró la disponibilidad de datos. Se planteó el ejemplo ya que se obtuvo una serie de datos histórica de autorizaciones para usos y aprovechamientos del agua del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica Zona 1. Se identificó la demarcación hídrica a analizar (Demarcación Hídrica de Mira) y el modelo de tratamiento de información que emplea el MAATE, que se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7.

Formato de datos de autorizaciones para usos/aprovechamientos del agua.

Formato de datos de las autorizaciones emitidas por el MAATE	
1. NOMBRE (EX-DH/DZ)	2. CUENCA FUENTE
3. FECHA INICIO AUTORIZACIÓN	4. SUB CUENCA FUENTE
5. NÚMERO PROCESO	6. MICRO CUENCA FUENTE
7. COORD. X FUENTE	8. NOMBRE FUENTE
9. COORD. Y FUENTE	10. TIPO FUENTE
11. PROVINCIA FUENTE	12. NOM USO/APROVECHAMIENTO
13. CANTON FUENTE	14. NOM SUB USO/APROVECHAMIENTO
15. PARROQUIA FUENTE	16. CAUDAL AUT. (l/s)
17. TIPO PARROQ. FUENTE	18. VOLUMEN AUT. (m3/año)
19. SISTEMA FUENTE	20. ESTADO TRÁMITE

Nota: Elaborado en base a información del MAATE

La información de la Tabla 7 permite identificar la aplicabilidad del cuadro de uso y suministro físico planteado por el Sistema de Cuentas Ambientales Económicas del Agua (SCAE-Agua) en el sistema de cuentas ambientales de Ecuador. La implementación del

ejemplo piloto se construye en base a la metodología del SCAE-Agua 2012 de la ONU, sobre la implementación del cuadro estándar de suministro y usos físicos de agua, al que denominaremos Tabla Oferta Utilización y se desarrolla para cada provincia para obtener así los indicios para el cálculo del valor del agua.

La Tabla Oferta-Utilización (TOU) constituye una herramienta fundamental para el análisis y seguimiento del uso del agua en una demarcación específica. Esta tabla presenta, en dos apartados información detallada sobre el aprovechamiento y la disposición del recurso hídrico expresado en tres tipos de flujos.

3.2.1. Primer Apartado. - Cuadro de Uso Físico del Agua

El primer apartado, denominado Cuadro de Uso Físico, desglosa los distintos tipos de aguas disponibles en la demarcación de Mira. Se incluyen las aguas superficiales, subterráneas, humedales, la extracción del mar y el uso de agua recibida de otras unidades económicas. Cada tipo de agua se subdivide en categorías más específicas, ajustadas a la realidad de la información que maneja el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) en el país.

3.2.1.1. Extracción de Agua del medio ambiente.

Representa la cantidad de agua que se toma de fuentes naturales sean estas de aguas superficiales como ríos, lagos; aguas subterráneas como pozo y acuífero; humedales; y esteros marinos.

3.2.1.2. Uso de Agua dentro de la economía.

Este flujo es la cantidad de agua que se utiliza en diferentes actividades económicas, nuestra metodología emplea el Sistema internacional CIIU para clasificar las actividades económicas que usan el recurso. Sin embargo, amparándonos en la Ley de Recursos Hídricos del país, empleamos para la construcción de la cuenta los usos establecidos, con especial caso en soberanía alimentaria que tiene subdivisiones.

El MAATE clasifica cada autorización que emite, como se presenta a continuación Consumo Humano, Soberanía Alimentaria subdividida en Abrevadero, Acuicultura, Riego, además Riego para producción Agropecuaria y agroindustria de Exportación, Industrial, Generación de Hidroelectricidad y Energía Hidrotérmica, Minería, Envasado de Agua, Termal y Turístico.

Se detalla en la tabla 8 y 9 el uso físico del agua en la provincia de Carchi e Imbabura, correspondientes al ejemplo piloto de la Demarcación Hídrica de Mira. A través de esta clasificación, se documenta tanto la extracción de fuentes naturales como su utilización en actividades económicas diversas, clasificadas bajo la normativa. Se documentan sectores clave como el consumo humano, riego, generación de energía y minería, proporcionando un marco para evaluar el consumo de agua y orientar políticas de gestión hídrica sostenible en estas provincias.

Tabla 8.

Ejemplo piloto provincia de Carchi Cuadro de Uso Físico Demarcación de Mira

ENERO A DICIEMBRE 2022														
PRESENTADA EN METROS CÚBICOS AL AÑO														
Actividad	Soberanía Alimentaria				Producción			Ecosistema		Actividades recreativas	Total	Hogares	Resto del Mundo	Total
	Consumo Humano	Abrevadero Soberanía Alimentaria	Acuicultura Soberanía Alimentaria	Riego Soberanía Alimentaria	Riego para producción Agropecuaria y agro industria de Exportación	Industrial	Generación de Hidroelectricidad y energía hidrotrémica	Minería	Envasado de Agua	Termal				
1. Total de extracción(=1.a + 1.b = 1.i + 1.ii)	619371,84	161280,36	111637,44	588820,24	151373,00	0,00	0,00	141912,00	0,00	0,00	0,00	6774394,88	0,00	6774394,88
1.a. Extracción para uso propio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Generación de energía hidroeléctrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agua para riego	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agua para minería	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Escorrentía urbana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Agua para refrigeración	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Otros usos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.b. Extracción para distribución	619371,84	161280,36	111637,44	588820,24	151373,00	0,00	0,00	141912,00	0,00	0,00	0,00	6774394,88	0,00	6774394,88
1.i. Desde aguas interiores	619056,48	159703,56	111637,44	555917,40	151373,00	0,00	0,00	141912,00	0,00	0,00	0,00	6742858,88	0,00	6742858,88
1.i.1. Aguas superficiales	619056,48	159703,56	111637,44	555917,40	151373,00	0,00	0,00	141912,00	0,00	0,00	0,00	6742858,88	0,00	6742858,88
Lago / Laguna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Quebrada	188907,04	48696,84	74424,960	3912051,12	0,00	0,00	141912	0,00	0,00	0,00	0,00	4365991,96	0,00	4365991,96
Río	6307,200	6307,200	0,00	365817,600	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	378432,00	0,00	378432,00
Remanentes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Canal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acequia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vertiente/Manantial	423842,24	104699,52	37212,480	1281307,68	151373,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1809849,44	0,00	1809849,44
1.i.2. Aguas subterráneas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pozo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acuífero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1.ii. Humedales	315,360	1576,80	0,00	29643,840	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31536,00	0,00	31536,00
Ciénagas / Pantanos/Humedales	315,360	1576,8	0,00	29643,840	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31536,00	0,00	31536,00
1.iii.Extracción del mar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Esteros/ estuarios/ Humedales marino costeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2. Uso de agua recibida de otras unidades económicas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.a. Agua reutilizada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2.b. Evacuación de aguas residuales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3. Total del uso de agua (= 1+2)	619371,84	161280,36	111637,44	588820,24	151373,00	0,00	0,00	141912,00	0,00	0,00	0,00	6774394,88	0,00	6774394,88

Nota: Elaborado por el autor en base a información entregada por el MAATE Zona 1 y metodología del SCAE-Agua (2012), se debe considerar las casillas en gris porque son iguales a cero por definición.

En total, se extrae 6,774,394.88 m³ de agua de la Demarcación hídrica de Mira para la provincia de Carchi en 2022. El mayor uso del recurso hídrico está destinado al riego agropecuario, seguido por el abrevadero de ganado y acuicultura. Las fuentes de agua más explotadas son las quebradas y las vertientes/manantiales, lo que indica una fuerte dependencia de estas fuentes de agua superficiales y subterráneas

Tabla 9.

Ejemplo piloto provincia de Imbabura Cuadro de Uso Físico Demarcación de Mira

ENERO A DICIEMBRE 2022																
PRESENTADA EN METROS CÚBICOS AL AÑO																
Actividad	Soberanía Alimentaria					Producción			Ecosistema		Actividades recreativas		Total	Hogares	Resto del Mundo	Total
	Consumo Humano	Abrevedero Soberanía Alimentaria	Acuicultura Soberanía Alimentaria	Riego soberanía Alimentaria	Riego para producción Agropecuaria y agro industria de Exportación	Industrial	Generación de Hidroelectricidad y energía hidrotérmica	Minería	Envasado de Agua	Termal	Turístico					
1. Total de extracción (=1.a + 1.b = 1.i + 1.ii)	3049687,37	122866,04	70643,74	24167204,35	835704,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13245,12	28259350,63	0,00		28259350,63	
1.a. Extracción para uso propio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Generación de energía hidroeléctrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Agua para riego	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Agua para minería	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Escorrentía urbana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Agua para refrigeración	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Otros usos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
1.b. Extracción para distribución	3049687,37	122866,04	70643,74	24167204,35	835704,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13245,12	28259350,63	0,00		28259350,63	
1.i. Desde aguas interiores	3049687,37	122866,04	70643,74	24167204,35	835704,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13245,12	28259350,63	0,00		28259350,63	
1.i.1. Aguas superficiales	3049640,07	122866,04	70643,74	23221124,35	835704,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13245,12	27313223,32	0,00		27313223,32	
Lago/ Laguna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Quebrada	2050212,9	50457,48	39104,640	3278534,82	804168	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	6183373,20	0,00		6183373,20	
Rio	451661,8	10596,16	0,00	18084042,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18546300,86	0,00		18546300,86	
Remanentes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Canal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Acequia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Vertiente/Manantial	547765,37	61812,4	31539,1	1858546,632	31536,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13245,120	2499663,50	0,00		2499663,50	
1.i.2. Aguas subterráneas	47,30	0,00	0,00	946080,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	946127,30	0,00		946127,30	
Pozo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Acuífero	47,304	0,00	0,00	946080	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	946080,00	0,00		946080,00	
1.ii. Humedales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Ciénagas/Pantanos/Humedales	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
1.iii.Extracción del mar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
Esteros/ estuarios/ Humedales marino costeros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
2. Uso de agua recibida de otras unidades económicas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
2.a. Agua reutilizada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
2.b. Evacuación de aguas residuales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
3. Total del uso de agua (=1+2)	3049687,37	122866,04	70643,74	24167204,35	835704,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13245,12	28259350,63	0,00		28259350,63	

Nota: Elaborado por el autor en base a información entregada por el MAATE Zona 1 y metodología del SCAE-Agua (2012), se debe considerar las casillas en gris porque son iguales a cero por definición.

Los datos reflejan un alto consumo de agua para riego y consumo humano en la provincia de Imbabura. Es fundamental desarrollar estrategias de gestión sostenible del agua que aborden las necesidades de los sectores, asegurando así un balance entre el

uso productivo del recurso y la preservación del ecosistema. El uso total de agua está expuesto en la tabla 9 donde se evidencia una cantidad empleada de 28259350,63 m³/año en 2022, con una notoria dependencia a aguas superficiales.

En base a la tabla 8 y 9 se presenta un análisis comparativo detallado (Tabla 10) sobre el uso del agua entre las provincias de Carchi e Imbabura. Este análisis permite identificar variaciones significativas en la distribución y consumo del recurso hídrico en ambas provincias, proporcionando información clave para evaluar el manejo y la sostenibilidad del agua en cada zona.

Tabla 10.

Uso de Agua de la provincia del Carchi e Imbabura de la Demarcación de Mira.

Uso/Aprovechamiento	Provincia de Carchi		Provincia de Imbabura	
	Cant. M3/a de agua	%	Cant. M3/a de agua	%
CONSUMO HUMANO	619371,84	9,14	3049687,37	10,80
ABREVADERO SOBERANIA ALIMENTARIA	161280,36	2,38	122866,04	0,43
RIEGO SOBERANIA ALIMENTARIA	5588820,24	82,50	24167204,35	85,56
RIEGO PARA PRODUCCION AGROPECUARIA Y AGRO INDUSTRIA DE EXPORTACION	151373,00	2,23	835704,00	2,96
ACUICULTURA SOBERANIA ALIMENTARIA	111637,44	1,65	70643,74	0,25
MINERIA	141912,00	2,09	0,00	0,00
TURISMO	0,00	0,00	13245,12	0,05
TOTAL	6774394,88	100,00	28246105,51	100,00

Nota: Elaborado por el autor en base a información del MAATE

A nivel general, ambas provincias en 2022 concentraron la mayor parte del uso del agua en el riego para soberanía alimentaria. Sin embargo, Imbabura presentó una mayor diversificación en otros usos como el riego agroindustrial y el turismo, mientras que Carchi en minería y abrevaderos, mostrando diferencias en las prioridades de uso del recurso hídrico.

3.2.2. Segundo Apartado. - Cuadro de Suministro Físico del Agua

El segundo apartado, denominado Cuadro de Suministro Físico, se centra en la gestión del agua para diversos usos. Se incluyen aspectos como el suministro de agua a otras

unidades económicas, la reutilización del agua y la evacuación de aguas residuales, estas últimas correspondientes a las aguas servidas.

3.2.2.1. Retorno de agua al medio ambiente.

Representa la cantidad de agua que se devuelve al medio ambiente, como aguas residuales o agua de retorno de riego. El volumen de agua retornada al medio ambiente, es un indicador clave para evaluar la presión sobre los recursos hídricos. En el caso de la Demarcación Hídrica de Mira en 2022, la información disponible no permite determinar con precisión los cuerpos receptores de estas aguas. La identificación de los destinos finales es esencial para realizar un balance hídrico más detallado y evaluar el impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas acuáticos.

Se presenta en la Tabla 11 y 12 el Cuadro de Suministro Físico del Agua en la Demarcación Hidrográfica de Mira, correspondiendo a las provincias de Carchi e Imbabura.

Tabla 11.

Ejemplo piloto Cuadro de Suministro Físico Provincia de Carchi Demarcación de Mira

TABLA OFERTA UTILIZACIÓN DEL AGUA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE MIRA																
ENERO A DICIEMBRE 2023																
PRESENTADA EN METROS CÚBICOS AL AÑO																
Criterio	Consumo Humano	Soberanía Alimentaria				Producción				Ecosistema		Actividades recreativas	Total	Hogares	Resto del Mundo	Total
		Abrevadero Soberanía Alimentaria	Acuicultura Soberanía Alimentaria	Riego soberanía Alimentaria	Riego para producción Agropecuaria y agro industria de Exportación	Industrial	Generación de Hidroelectricidad y energía hidrotérmica	Minería	Envasado de Agua	Termal	Turístico					
Desde la Economía	4. Suministro de agua a otras unidades económicas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
	4.a. Agua reutilizada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
	4.b. Evacuación de aguas residuales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
	Aguas servidas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
	5. Total de agua de retorno (=5.a+5.b)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
Hacia el medio ambiente	5.a. Hacia aguas interiores	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
	5.a.1. Aguas superficiales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
	5.a.2. Aguas subterráneas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
	5.a.3. Aguas de suelos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
	5.b. A otras fuentes (por ejemplo, agua de mar)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
	6. Total del suministro de agua (=4+5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
	7. consumo (=3-6)	619371,84	161280,36	111637,44	5588820,24	151373,00	0,00	0,00	141912,00	0,00	0,00	0,00	0,00			6774394,88

Nota: Elaborado por el autor en base a información entregada por el MAATE Zona 1 y metodología del SCAE-Agua (2012), se debe considerar las casillas en gris porque son iguales a cero por definición.

Las tablas consolidan el flujo anual en metros cúbicos de los diversos usos hídricos sectoriales. Este cuadro cuantifica el volumen de agua suministrado a otras unidades económicas, el agua reutilizada en procesos productivos, y la evacuación de aguas residuales, distinguiendo los flujos hacia los sistemas de aguas interiores (superficiales, subterráneas y de suelo) y otras fuentes, como el mar. Adicionalmente, el cuadro permite observar el consumo final neto de agua en sectores productivos en 2022. Este desglose constituye un

insumo fundamental para el análisis del balance hídrico provincial, contribuyendo a la implementación de políticas de gestión eficiente y sostenible del recurso en la zona de estudio.

Tabla 12.

Ejemplo piloto Cuadro de Suministro Físico Provincia de Imbabura Demarcación de Mira

TABLA OFERTA UTILIZACIÓN DEL AGUA EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE MIRA																
ENERO A DICIEMBRE 2023																
PRESENTADA EN METROS CÚBICOS AL AÑO																
Criterio	Soberanía Alimentaria					Producción				Ecosistema		Actividades recreativas	Total	Hogares	Resto del Mundo	Total
	Consumo Humano	Abrevadero Soberanía Alimentaria	Acuicultura Soberanía Alimentaria	Riego soberanía Alimentaria	Riego para producción Agropecuaria y agro industria de Exportación	Industrial	Generación de Hidroelectricidad y energía hidrotérmica	Minería	Envasado de Agua	Termal	Turístico					
Desde la Economía	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
4. Suministro de agua a otras unidades económicas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
4.a. Agua reutilizada	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
4.b. Evacuación de aguas residuales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
Aguas servidas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
5. Total de agua de retorno (=5.a+5.b)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
Hacia el medio ambiente	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
5.a. Hacia aguas interiores	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
5.a.1. Aguas superficiales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
5.a.2. Aguas subterráneas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
5.a.3. Aguas de suelos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
5.b. A otras fuentes (por ejemplo, agua de mar)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
6. Total del suministro de agua (=4+5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00
7. consumo (=3-6)	3049687,37	122866,04	70643,74	24167204,35	835704,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13245,12	28259350,63				28259350,63

Nota: Elaborado por el autor en base a información entregada por el MAATE Zona 1 y metodología del SCAE-Agua (2012), se debe considerar las casillas en gris porque son iguales a cero por definición.

Con estas tablas se podría evidenciar una alta o baja proporción de agua devuelta a aguas superficiales que nos indicaría una buena capacidad de asimilación del medio ambiente frente a los vertidos realizados, no obstante debido a que se presenta limitaciones, como la disponibilidad y calidad de los datos con respecto a evacuaciones y aguas residuales dentro de la tabla se revela este tipo de

cantidades al igual que la ausencia de retorno de agua a aguas subterráneas y al mar, sugiriendo que estas vías no son significativamente utilizadas para la descarga de efluentes en la zona.

La falta de información sobre las aguas servidas en la demarcación hídrica de Mira y en cada provincia analizada limita significativamente la comprensión del ciclo hidrológico completo, impidiendo un análisis exhaustivo de los flujos de agua desde su uso hasta su retorno al medio ambiente. Idealmente, esta información debería recopilarse de manera sistemática y ponerse a disposición pública, facilitando así estudios detallados que orienten una gestión hídrica adecuada.

3.2.3. Cálculo del Valor del Agua

Para calcular el valor del agua para cada uso en la Demarcación Mira, se aplica el método del **valor residual**.

Pasos Generales:

1. El valor total de la producción (TVP) se calcula para cada uso de agua.
2. Se restan los costos de los insumos distintos del agua para determinar el valor residual o el valor del agua para cada tipo de uso.
3. Se aplica la fórmula

Los datos utilizados para el cálculo del valor residual del agua en la demarcación hidrográfica de Mira para el año 2022 se detallan en la Tabla 13, específicamente en las provincias de Carchi e Imbabura. Los datos incluyen el valor de la producción total, el consumo intermedio (CI) y el valor agregado bruto (VAB) de cada provincia, así como la cantidad de agua utilizada en metros cúbicos al año (m³/a). Esta información, es fundamental

para evaluar el uso del agua como insumo productivo y su impacto en la generación de valor en la economía.

Tabla 13.

Datos para el cálculo del valor residual del Agua en la demarcación hidrográfica de Mira año 2022.

COD.	Provincia	Producción	Consumo Intermedio (CI)	Valor Agregado Bruto (VAB)	Cant. De agua en m3/a
4	CARCHI	\$1.027.810.000,00	\$432.760.000,00	\$595.050.000,00	6774394,88
10	IMBABURA	\$2.645.740.000,00	\$1.175.390.000,00	\$1.470.350.000,00	28246105,51

Nota: Elaborado en base a información del Banco Central del Ecuador (2024) y del MAATE zona 1.

Según Strange y Bayley, (2012), la huella hídrica promedio global para los productos industriales se estima en 80 litros por cada dólar de valor agregado. Este valor resulta esencial para el cálculo del valor residual del agua en cada provincia, ya que se relaciona directamente con la producción industrial, de acuerdo con la fórmula establecida en nuestra metodología.

Conversión de 80 litros a m^3

$$80 \text{ litros} = \frac{80}{1000} m^3 = 0,08 m^3 \tag{3}$$

Por lo tanto, la huella hídrica del sector industrial, es de **0.08 m³ por dólar de valor agregado.**

1. Provincia del Carchi

Cálculo VRA provincia Carchi

$$VRP_w = \frac{TVP - \sum p_i q_i}{q_w} \tag{4}$$

$$VRP_w = \frac{\$1.027.810.000 - \$432.760.000 * 0,08}{6774394,88m^3} \quad (5)$$

$$VRP_w = \$7,03m^3 \quad (6)$$

Se estima el valor económico del agua en la producción industrial de la provincia del Carchi e Imbabura, tratándola como un insumo intermedio. Esto se hace restando los costos de oportunidad de otros insumos productivos del **Valor Total del Producto (TVP)**, tomando la huella hídrica correspondiente a la industria y dejando el remanente atribuido al uso del agua. Este método es adecuado cuando el agua es un factor esencial pero no directamente visible en la estructura de costos.

El valor residual del agua en la provincia del Carchi, calculado, indica que cada m³ de agua empleado en la demarcación de Mira para la producción contribuye con \$7,03 al valor final de los bienes o servicios producidos industrialmente en la provincia. Este valor es una herramienta clave para la gestión hídrica y la planificación del desarrollo económico, ya que puede influir en las políticas de asignación y uso sostenible del recurso hídrico.

2. Provincia de Imbabura.

Cálculo VRA provincia Imbabura

$$VRP_w = \frac{\$2.645.740.000 - \$1.175.390.000 * 0,08}{28246105,51m^3} \quad (7)$$

$$VRP_w = \$4,16m^3 \quad (8)$$

En la provincia de Imbabura, el valor residual del agua, calculado en \$4,16 por metro cúbico (m³), indica que cada m³ de agua utilizado en la producción industrial genera un valor

añadido de \$4,16. Aunque este valor es menor en comparación con el de la provincia del Carchi, sigue siendo una medida clave de la eficiencia del uso del agua en los sectores productivos.

Este método es comúnmente utilizado en la agricultura para valorar el riego. Sin embargo, es **muy sensible** a cómo se especifique la función de producción y a las suposiciones que se hagan sobre el mercado y las políticas. Si se omite o subestima algún insumo (por ejemplo, fertilizantes o mano de obra), el valor que debería asignarse a ese insumo se le atribuye incorrectamente al agua, lo que puede llevar a **errores** en el cálculo.

Por tanto, el **SCAE-Agua** (2012), afirma que, para aplicar correctamente la fórmula de cálculo del valor residual del agua, es esencial tener en cuenta las siguientes consideraciones.

- Es importante obtener datos específicos sobre el valor total de la producción y los costos asociados para cada uso para aplicar correctamente las fórmulas.
- Asegurarse de evitar la doble contabilidad de costos (por ejemplo, los gastos ya incluidos en las cuentas nacionales no deben repetirse).
- Dependiendo la calidad de la información y la exactitud de las especificaciones de cada función de producción, los resultados pueden variar.

Utilizando **el método del valor residual** se logra estimar el valor del agua en la producción industrial en cada provincia de la Zona 1. Sin embargo, lo ideal sería calcular el valor del agua de manera específica para cada sector productivo. En este estudio, una de las limitaciones fue la falta de datos desagregados sobre los costos de consumo intermedio de cada sector, disponiéndose únicamente de la información general presentada en el Anexo 1.

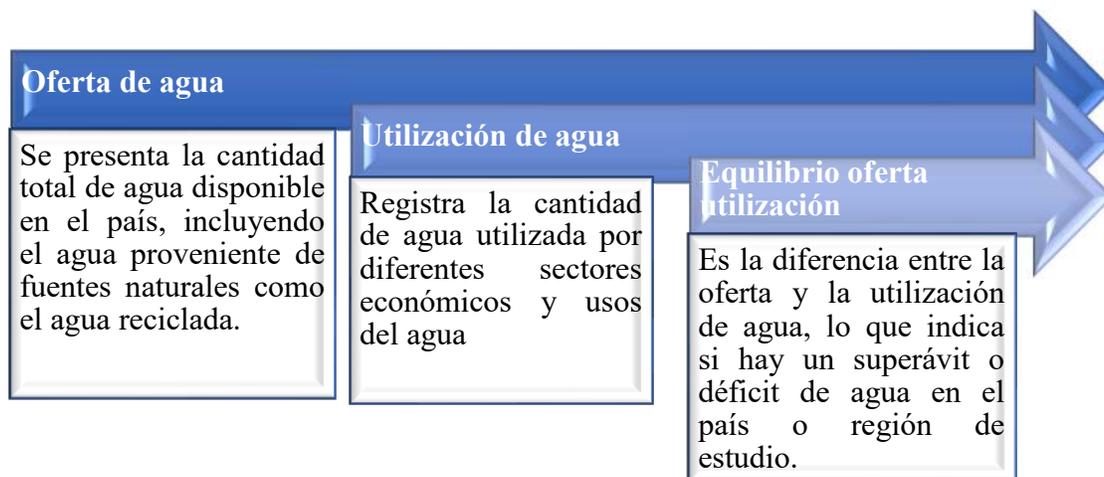
3.3. Propuesta de diseño de una cuenta satélite del Agua.

La Cuenta Satélite del Agua (CSA) en Ecuador se enmarca en el Artículo 26 de la Constitución, que garantiza el derecho al agua y la responsabilidad estatal de gestionarla de forma sostenible. Además, se alinea con el Plan Nacional de Desarrollo, en particular con los objetivos de garantizar el acceso equitativo y sostenible al agua para todos los ciudadanos, fomentando su uso responsable y su conservación.

En esta investigación se presenta una propuesta integral que considera las características hidrológicas, productivas y ambientales del país a fin de ser una herramienta analítica que identifique áreas de mejora en eficiencia y productividad; y permita tomar decisiones informadas en materia de política pública relacionada con el recurso hídrico como se puede ver en la siguiente Figura.

Figura 5.

Explicación teórica de la Cuenta Satélite del Agua.



Nota: conceptos clave en base al SCAE-Agua (2012)

Los resultados de la investigación revelaron la necesidad de un diseño de cuenta satélite del agua que responda a las particularidades de Ecuador ya que el MAATE dispone

de datos históricos de autorizaciones de agua emitidas por cada zona del país, pero no son procesadas en balances o para la toma de decisiones e inclusive no son públicas.

Hemos discutido las implicaciones de esta información para el diseño de la Cuenta Satélite del Agua (CSA) en Ecuador ya que a partir de esta información existente a nivel nacional se puede llenar la Tabla Oferta Utilización (TOU) propuesta y determinar indicadores macroeconómicos, pues se pretende que esta CSA no exija un trabajo nuevo de recolección de información, sino que se pueda trabajar con la información disponible.

La clasificación de autorizaciones de agua del MAATE proporciona información valiosa sobre los diferentes usos del agua en el país. Esta información es fundamental para el diseño de la CSA, ya que permite identificar los sectores económicos y las actividades que consumen mayor cantidad de agua. En la tabla 14 se exponen los usos planteados en la metodología del SCAE-Agua 2012 que se utiliza la clasificación CIIU. No obstante, se consideró que lo ideal sea por usos emitidos en las autorizaciones de tal manera sea más didáctica y sencilla de analizar y comprender para cualquier tipo de público.

Tabla 14.
Usos del Agua según información del MAATE.

Uso/ Aprovechamiento del Agua	
Soberanía Alimentaria	Consumo Humano
	Abrevadero Soberanía Alimentaria
	Acuicultura Soberanía Alimentaria
	Riego soberanía Alimentaria
Producción	Riego para producción Agropecuaria y agro industria de Exportación
	Industrial
	Generación de Hidroelectricidad y energía hidrotérmica
	Minería
Ecosistema	Envasado de Agua
	Termal

Nota: Especificación de las filas de la TOU en base a (Departamento de Asuntos Económicos y sociales & División de Estadística de las Naciones Unidas, 2013)

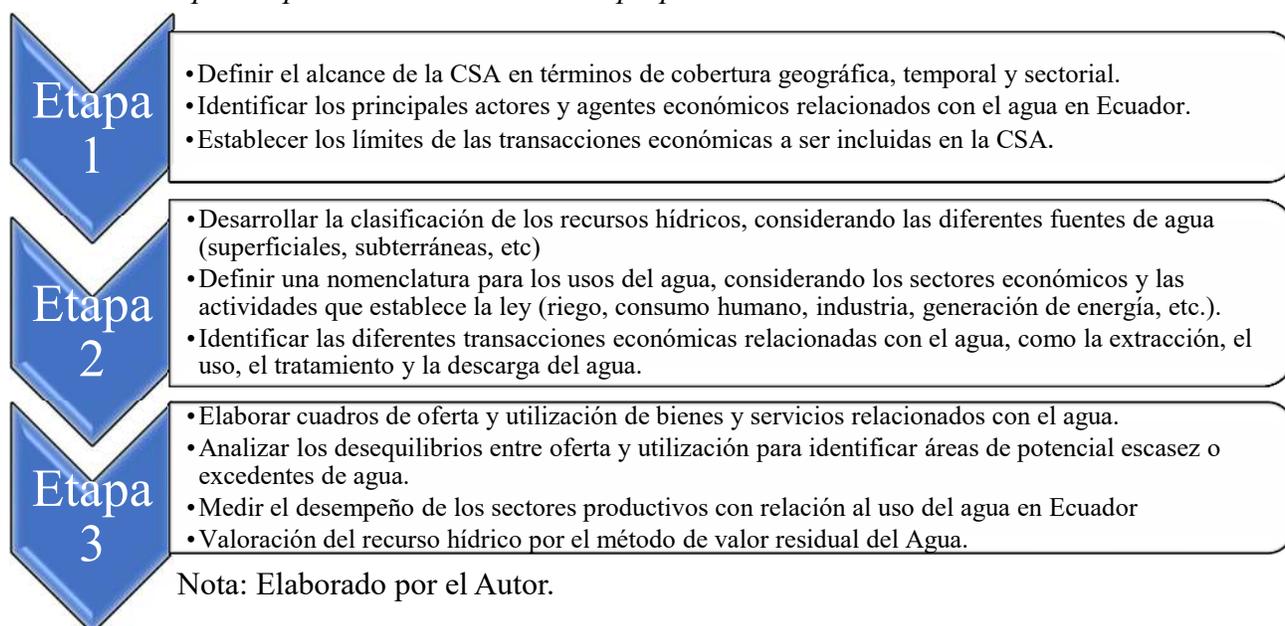
Cabe mencionar que en el país durante la investigación se evidenció una presión sobre los recursos hídricos. Existen desafíos relacionados con la escasez de agua en algunas regiones, la contaminación y la sobreexplotación. La cuenta satélite debe incorporar indicadores que permitan monitorear estos aspectos.

Sin embargo, se reconoce que la gestión del agua en el país involucra a diferentes entidades a nivel nacional, regional y local, por lo que la construcción de la CSA debe considerar información de diversas fuentes. Además, se ha pensado en las necesidades de información de diversos usuarios, ya que el objetivo final global es que los usuarios finales de la cuenta satélite del agua incluyan no solo a los tomadores de decisiones, sino a investigadores, la academia y el público en general. Es por ello que se ha diseñado la cuenta de manera que sea accesible y comprensible para estos diferentes grupos.

Con estas indicaciones generales se presenta en la Figura 6 la ficha metodológica en la cuenta satélite del agua para Ecuador.

Figura 6.

Resumen por etapas de construcción de la propuesta de CSA.



El Cuadro de Uso Físico del Agua, al ser una herramienta de contabilidad ambiental, nos permite visualizar las interrelaciones entre la economía y el medio ambiente. Este cuadro se estructura en apartados, expuesto a continuación el primero de ellos, el que detalla los dos principales tipos de flujos de agua.

3.3.1. Cuadro de Uso Físico

3.3.1.1. Flujos desde el medio ambiente hacia la economía

Estos flujos abarcan la extracción o captación de agua del medio ambiente por las unidades económicas en un territorio específico. El agua extraída proviene de diversas fuentes, como se observa en la Tabla 15: Aguas superficiales (lagos, lagunas, ríos, dicha información esta recopilada en las bases históricas de autorizaciones emitidas por el MAATE como se explicó en la tabla 5 del apartado 3.2. donde se obtiene el tipo de fuente de donde se autoriza el caudal en m^3/a . Por ello se construyó esta tabla con los criterios en filas acorde a la información disponible del MAATE.

Tabla 15.
Ítems en filas de la TOU flujo desde el medio ambiente.

	Criterio
	1. Total de extracción (=1.a +1.b = 1.i + 1.ii)
	1.a. Extracción para uso propio
	Generación de energía hidroeléctrica
	Agua para riego
	Agua para minería
	Escorrentía urbana
Desde el medio ambiente	Agua para refrigeración
	Otros usos
	1.b. Extracción para distribución
	1.i. Desde aguas interiores
	1.i.1. Aguas superficiales
	Lago/ Laguna
	Quebrada
	Rio

- Remanentes
- Canal
- Acequía
- Vertiente/Manantial
- 1.i.2. Aguas subterráneas
 - Pozo
 - Acuífero
- 1.ii. Humedales
 - Ciénagas/Pantanos/Humedales
- 1.iii.Extracción del mar
 - Esteros/ estuarios/ Humedales marino costeros

Nota: Especificación de las filas de la TOU en base a Departamento de Asuntos Económicos y sociales & División de Estadística de las Naciones Unidas, (2013)

El medio ambiente especifica de dónde se origina el agua extraída cumpliendo así con la regla contable básica de igualdad entre suministro y uso.

3.3.1.2. Flujos dentro de la economía

La Tabla 16 muestra los elementos que componen el flujo de agua dentro de la economía, según las filas de la Tabla de Oferta y Utilización (TOU) en la categoría de Uso de agua recibida de otras unidades económicas.

El total del uso de agua es la suma de los flujos desde el medio ambiente hacia la economía y los flujos dentro de la economía. Es importante destacar que el uso in situ o pasivo de agua (como la recreación o navegación) no implica su retiro físico del medio ambiente.

Tabla 16.
Ítems en filas de la TOU flujo desde el medio ambiente.

Dentro de la economía	2. Uso de agua recibida de otras unidades económicas
	2.a. Agua reutilizada
	2.b. Evacuación de aguas residuales
	3. Total del uso de agua (=1+2)

Nota: Especificación de las filas de la TOU en base a Departamento de Asuntos Económicos y sociales & División de Estadística de las Naciones Unidas, (2013)

Aunque no se considera explícitamente en los cuadros de suministro y uso físico, estos usos pueden afectar la calidad del agua y estar relacionados con las actividades de extracción y descarga de agua. Este cuadro nos permite comprender cómo se gestiona y utiliza el recurso hídrico desde una perspectiva económica y ambiental

3.3.2. Cuadro Suministro Físico de Agua

Representa el flujo de agua desde la economía hacia otros destinos. Se divide en dos secciones Desde la Economía y Hacia el medio ambiente.

3.3.2.1. Desde la Economía

La clasificación que se presenta en la Tabla 7 es fundamental para comprender cómo el uso del agua en diversas actividades económicas se conecta con procesos de reciclaje y disposición.

Tabla 17.

Ítems en filas de la TOU Cuadro de Suministro físico Desde la economía.

	4. Suministro de agua a otras unidades económicas
Desde la Economía	4.a. Agua reutilizada
	4.b. Evacuación de aguas residuales
	Aguas servidas

Nota: Especificación de las filas de la TOU en base a División de Estadística de las Naciones Unidas, (2013)

El suministro de agua a otras unidades económicas se clasifica en:

- 4.a. Agua reutilizada: El agua que se recicla y se utiliza nuevamente en procesos industriales o domésticos.
- 4.b. Evacuación de aguas residuales: El agua que se descarga después de su uso, como aguas servidas o residuales.

3.3.2.2. *Hacia el medio ambiente*

Se documenta el retorno de agua desde la economía a los sistemas naturales, un proceso crucial para el balance hídrico y la sostenibilidad ambiental. En la Tabla 18 se observa la clasificación de los volúmenes de agua que regresan a distintas fuentes naturales.

Tabla 18.

Ítems en filas de la TOU Cuadro de Suministro físico Hacia el medio ambiente.

	5. Total de agua de retorno (=5.a+5.b)
Hacia el medio ambiente	5.a. Hacia aguas interiores
	5.a.1. Aguas superficiales
	5.a.2. Aguas subterráneas
	5.b. A otras fuentes (por ejemplo, agua de mar)
	6. Total del suministro de agua (=4+5)
	7. Consumo (=3-6)

Nota: Especificación de las filas de la TOU en base a Departamento de Asuntos Económicos Y sociales & División de Estadística de las Naciones Unidas, (2013)

Total, de agua de retorno (=5.a + 5.b): Es la sumatoria de los flujos que se devuelven hacia aguas interiores y a otras fuentes de agua, como son: hacia aguas interiores comprendiendo aguas superficiales que incluye ríos, lagos y otros cuerpos de agua en la superficie; y aguas subterráneas que provienen de pozos y acuíferos subterráneos.

A otras fuentes de agua (por ejemplo, agua de mar) son flujos que se devuelve al mar u otras fuentes naturales. Se obtiene el Total del suministro de agua con la sumatoria (=4 + 5) corresponde a la suma de toda el agua suministrada desde la economía hacia otros destinos. Consumo (=3 - 6) es la diferencia entre el agua suministrada y el agua que retorna al medio ambiente. Este cuadro nos ayuda a entender cómo se distribuye y utiliza el agua en diferentes contextos, considerando tanto su reutilización como su retorno al medio ambiente.

El cálculo del valor residual del agua como propuesta para el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) consiste en estimar el valor económico del agua en cada sector

productivo mediante la diferencia entre el valor total de la producción y los costos de insumos productivos (capital, trabajo, y otros insumos), atribuyendo el valor restante al agua. Este enfoque permite identificar el valor del agua dependiendo de su uso en sectores como la agricultura, la industria y la energía, aplicando la fórmula.

Propuesta para el cálculo del valor del agua.

$$VRP_w = \frac{TVP - \sum p_i q_i}{q_w} \quad (9)$$

Sin embargo, por medio del ejemplo piloto se evidenció la falta de datos detallados sobre el valor monetario del consumo en insumos de producción por sector productivo, exceptuando el agua, esto limita la posibilidad de calcular este valor con precisión. Para superar esta limitación, se sugiere que los encargados de las estadísticas del país consideren incluir más información sectorial en los próximos censos o estudios económicos. Esto podría incrementar la recolección de datos sobre los insumos productivos por sector o desarrollar nuevas metodologías que permitan recopilar estos datos de manera más eficiente. Solo así se podrán realizar estimaciones más precisas del valor del agua por sector productivo y tomar decisiones informadas sobre su gestión sostenible

La implementación de la CSA en Ecuador se traduce en una herramienta fundamental para una gestión de los recursos hídricos del país. Esta propuesta no solo está alineada al marco constitucional y las diversas leyes, sino también a los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, y a su vez aprovecha la información histórica disponible de autorizaciones de agua emitidas por el MAATE en sus diferentes zonas.

Al haber estructurado la CSA en base a los usos específicos del agua en el país, empleando una metodología reconocida internacionalmente, se consigue que esta sea accesible y comprensible para diversos usuarios, facilitando la toma de decisiones y promoviendo la investigación en la academia que lleven a identificar zonas de mejora.

4. CONCLUSIONES.

La construcción de una cuenta satélite del agua en Ecuador ha permitido detallar el uso consuntivo y no consuntivo del recurso hídrico, revelando las complejas interacciones entre el medio ambiente y la economía. Este enfoque ha demostrado ser una herramienta eficaz para identificar y medir los flujos de extracción, uso y retorno de agua en el país, proporcionando una base empírica para la formulación de políticas públicas que promuevan la eficiencia y sostenibilidad en el manejo del agua.

El análisis ha evidenciado que, a pesar de que la normativa ecuatoriana prioriza el consumo humano y el riego para la soberanía alimentaria sobre otros usos del agua, en la práctica se observa una distribución que favorece significativamente a la generación de energía hidroeléctrica, la cual consumió en 2022 el 84.55% del caudal certificado total a nivel nacional. Este desequilibrio evidencia una brecha entre la legislación y la realidad operativa, lo que sugiere que las demandas del mercado y la infraestructura energética del país están influyendo en las decisiones de asignación de recursos hídricos.

A pesar de los avances en proyectos de agua potable y saneamiento, persisten desigualdades significativas: solo el 65.8% de las viviendas en Ecuador contaban con acceso a alcantarillado en 2022, lo que afecta tanto la salud pública como la infraestructura básica de saneamiento, especialmente en zonas rurales. Este rezago se debe en gran parte a retrasos en la ejecución de proyectos por problemas de planificación y financiamiento en los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) y las Juntas de Agua Potable (JAP). Es fundamental mejorar la coordinación y el financiamiento de estas instituciones para una gestión hídrica más equitativa y eficiente.

La distribución de las fuentes de captación de agua en Ecuador revela una alta dependencia de fuentes naturales, tanto subterráneas (pozos, que representan el 30%) como superficiales (quebradas, 21%, y vertientes, 20%). Esta dependencia subraya la vulnerabilidad del país ante la sobreexplotación y la degradación ambiental, destacando la necesidad de políticas robustas de gestión y protección de estos recursos para garantizar una disponibilidad sostenible y equilibrada del agua a largo plazo.

La implementación de la cuenta satélite en la demarcación Mira ha sido fundamental para probar la metodología SCAE-Agua 2012 adaptada al contexto ecuatoriano. Destacó la relevancia económica del agua en los sectores productivos de Carchi e Imbabura. En Carchi, el valor residual del agua en la producción industrial se estimó en $\$7,03m^3$, mientras que en Imbabura fue de $\$4,16m^3$. Esta diferencia refleja las características particulares de cada provincia en términos de uso del agua, eficiencia productiva y condiciones de acceso al recurso.

La elevada valoración del agua en Carchi sugiere quizá una mayor dependencia del recurso en actividades productivas que agregan valor al uso del agua, en comparación con Imbabura, donde el valor es considerablemente menor. Este tipo de análisis es esencial para ajustar estrategias de gestión del agua que respondan a las necesidades y realidades económicas de cada zona.

La propuesta de diseño de la cuenta satélite del agua mediante los cuadros de *Uso Físico* y *Suministro Físico del Agua*, basados en la metodología del SCAE-Agua 2012, resultaron fundamentales. El cuadro de Uso Físico permitió identificar y cuantificar el volumen de agua consumido en cada sector productivo, proporcionando una visión detallada de cómo se distribuye el recurso en la economía. Este análisis fue esencial para entender la

presión sobre el recurso hídrico y para detectar posibles ineficiencias o sobreusos en sectores específicos, como el agrícola. A través de esta información, se puede orientar la gestión hacia una distribución más equilibrada y sostenible, que tenga en cuenta tanto las necesidades económicas como la disponibilidad del recurso.

El cuadro de Suministro Físico, por otro lado, facilitó el monitoreo de las fuentes de abastecimiento y permitió evaluar la sostenibilidad de estas fuentes a lo largo del tiempo. Al combinar ambos cuadros con el cálculo del valor residual del agua como insumo de consumo intermedio, fue posible proponer una medida aproximada del aporte económico del agua en los procesos productivos de cada sector y así guiar políticas de inversión y gestión más informadas.

5. REFERENCIAS

- Ailén Casazza, C. (2018). *Contabilidad Ambiental* [Universidad Abierta Interamericana].
<https://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC130673.pdf>
- Alcalde, S. (2022, December 15). *El accidente de Chernóbil: las causas del desastre nuclear en Ucrania*. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/5-datos-claves-desastre-chernobil_14343
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*.
www.lexis.com.ec
- Aveiga Ortiz, A. M., Noles Aguilar, P. J., Peñarrieta Macías, F., & Murgueitio Herrera, E. (2020). *Distribución de arsénico en agua superficial y sedimento en la cuenca del río Carrizal* (Vol. 86, Issue 3).
- Barinas, M. I. V., & Carreño, B. J. (2016). *Análisis de la metodología y medición de la cuenta satélite ambiental del agua en Colombia a partir de las experiencias de España y Chile en sus respectivas cuentas del agua*. https://ciencia.lasalle.edu.co/contaduria_publica
- Barrantes, R. (2001). Cuentas Nacionales, Medio Ambiente, Recursos naturales. *Debate Agrario* 33, 61–72.
- Banco Central Del Ecuador. (2024). BCE. Obtenido de BCE:
<https://www.bce.fin.ec/informacioneconomica/sector-real>
- Beltrán Gutiérrez, B. (2019). La gestión integral del agua en Ecuador. *Secretaría Nacional Del Agua*, 1–16. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/3456>

- Boelens, R. (2011). Hidden struggles and defences. Legal and cultural pluralism as a creative resistance practice in local Andean water management. *Anuario de Estudios Americanos*, 68(2), 673–703. <https://doi.org/10.3989/aeamer.2011.v68.i2.554>
- Casado Raigón, J. M., & Santamaría Belda, M. (2003). *Contabilidad ambiental: antecedentes internacionales*.
- Castro. Carrera Fernando Francisco, Merino, C. E. P., López, O. J. C., & Aguirre, M. J. E. (2022). Causas de Retraso en la Construcción de proyectos de agua potable y alcantarillado en Ecuador. *Revista Gaceta Técnica*, 23(1), 3–19. <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.2>
- Cazar, B. D. (2023, June 27). *Fosas, derrames y piscinas abandonadas: las huellas de medio siglo de contaminación petrolera no remediada en Ecuador*. <https://es.mongabay.com/2023/06/huellas-de-medio-siglo-de-contaminacion-petrolera-no-remediada-en-ecuador/>
- Cedeño Castillo, C. V., & Esteves-Fajardo, Z. I. (2023). El acceso al agua en Ecuador: Impacto y posibles soluciones. *CIENCIAMATRIA*, 9(1), 496–507. <https://doi.org/10.35381/cm.v9i1.1077>
- Chamba, O. M., Massa, S. P., & Fries, A. (2018). *Presión demográfica sobre el agua: un análisis regional para Ecuador*. <https://www.redalyc.org/journal/3477/347766130008/html/index.html>
- Coello, M. L. (2022). *Informe Preliminar de rendición de Cuentas*.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2011). *Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas del Agua*.

Departamento de Asuntos Económicos y Sociales División de Estadística. (2012). *Recomendaciones Internacionales para las estadísticas del Agua* (Organización de las Naciones Unidas, Ed.). Asuntos económicos y sociales.

Departamento de Asuntos Económicos y sociales, & División de Estadística de las Naciones Unidas. (2013). *SCAE-Agua Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica para el agua*. <http://unstats.un.org>

Domínguez, R., León, M., Samaniego, J., Sunkel, O., & Sánchez, J. (2019). *Desarrollo Sostenible Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad 70 años de pensamiento de la CEPAL*. www.cepal.org/apps

Sarmiento Rojas, E. L. (2017). *Contabilidad de gestión ambiental*. <http://www.continental.edu.pe/>

Naciones Unidas, Unión Europea, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Fondo Monetario Internacional, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, & Banco Mundial. (2016). *Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Marco Central 2012*.

Fernández Cuesta, C. (2012). El marco conceptual de la contabilidad ambiental. Una propuesta para el debate. *Contabilidad y Auditoría*, 19, 10.

Figuroa Díaz, R., Edith Méndez Briones, C., López Sánchez, J., Alberto Fuentes Bautista, D., & David Olguín Rojas Alejandro García Cruz, H. (2012a). *Cuentas Satélite, un enfoque funcional de la contabilidad nacional: La experiencia de México*.

Figuroa Díaz, R. (2012b). Cuentas Satélite, un enfoque funcional de la contabilidad nacional: La experiencia de México. *Estadística Española*, 263–286.

- García Rengifo, C. A., & Durán-Ballén Ochoa, S. (2023). Variabilidad climática en la cuenca hidrográfica del río Chalpi Grande en Napo-Ecuador. *Enfoque UTE*, 14(1). <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.872>
- Gómez contreras J. L, Niño Galeano, C. L., & Rojas Gómez, J. C. (2012). La información de las cuentas satélite de ambiente emitida en Colombia (1995 - 2010): una revisión crítica. In *143 editorial rev.fac.cienc.econ* (Vol. 1). <https://doi.org/10.18359/rfce.2190>
- Dhein Griebeler, M. P. (2021). Diccionario de Desarrollo Regional y Cuestiones Conexas. In Editora Conceito (Ed.), *Diccionario de Desarrollo Regional y Cuestiones Conexas* (2nd ed.). <https://doi.org/10.29327/542629>
- Guerrero Villegas, W. M., & García Arias, A. I. (2023). Eficiencia económica y social en la distribución del agua para consumo humano mediante gestión comunitaria, cantón Cotacachi, Ecuador. *Ager Revista de Estudios Sobre Despoblación y Desarrollo Rural*, 41–77. <https://doi.org/10.4422/ager.2023.06>
- Hernández Rodríguez, D. (2011). Contabilidad ambiental: Fundamentos epistemológicos, humanistas y legales. *ECONÓMICAS CUC, Corporación Universidad de La Costa.*, 32, 35–44. <https://hdl.handle.net/11323/1374>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2019). *Medición de los indicadores de Agua, Saneamiento e Higiene (ASH), en Ecuador 2019*. 1–29.
- INEC. (2022). Censo Ecuador. Obtenido de <https://www.censoecuador.gob.ec/>
- Isa, Farid., Ortúzar, Marcelo., Quiroga Martinez, R., & UN. ECLAC. Statistics and Economic Projections Division. (2005). *Cuentas ambientales: conceptos, metodologías y avances*

en los países de América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, CEPAL, División de Estadística y Proyecciones Económicas.

INEC. (2022). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/asentamientos-humanos-y-vivienda/>

Jarrín, A., Salazar, J., & Fresneda Mestre, M. (20147). Evaluación del riesgo a la contaminación de los acuíferos de la Reserva Biológica de Limoncocha, Amazonía Ecuatoriana. *Revista Ambiente e Agua*, 9(3), 445–458. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>

Jarrín-V., P. S., Tapia Carrillo, L., & Zamora, G. (2017). Demografía y transformación territorial: medio siglo de cambio en la región amazónica de Ecuador/ Demography and territorial transformation: half a century of change in the Amazonian Region of Ecuador. *Eutopía. Revista de Desarrollo Económico Territorial*, (12), 81–100. <https://doi.org/10.17141/eutopia.12.2017.2913>

Labandeira Villot, Xavier., León, C. J., & Vázquez, M. X. (2007). *Economía ambiental* (Pearson Prentice Hall, Ed.).

Lizcano Chapeta, C. J., Chamorro Valencia, D. X., Vega, E. P., Gabriel, R., Colta, C., Chapeta, L., Valencia, C., & Vega, P. E. (2022). Disposiciones legales de la gestión comunitaria del agua y los pueblos indígenas en el Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 14, 514–522. <https://orcid.org/0000-0002-1265-9465>

Márquez Ramírez, A., Pinto Yerovi, A., & Castro Toro, A. (2017). LA GOBERNANZA DEL AGUA PARA RIEGO EN EL ECUADOR CONTEMPORÁNEO. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, 1–16.

- Ministerio del Ambiente, A. y. (2022). Sistema Nacional de Indicadores Ambientales y Sostenibilidad: <https://sinias.ambiente.gob.ec/proyecto-sinias-web/informacionIndicadores.jsf?menuid=21&menu=01&faces-redirect=true>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2012). <https://www.ambiente.gob.ec/pib-verde-sistema-de-contabilidad-ambiental-nacional/>
- Oleas-Montalvo, J. (2012). El Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas (SCAE) 2012: fundamentos conceptuales para su implementación. *Estudios Estadísticos*, 1–67. <https://hdl.handle.net/11362/35907>
- ONU. (2021). *El agua es la base de la vida, pero está fuera del alcance de 2000 millones de personas* | Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2021/03/1489832>
- Ordóñez Pozo, V., & Arias Muñoz, D. P. (2023). Factores que reflejan la seguridad hídrica en las comunidades rurales del cantón Cotacachi-Ecuador y su relación con los conflictos por el agua. *Revista Universitaria de Geografía*, 32(1), 71–90. <https://doi.org/10.52292/j.rug.2022.31.1.0033.0052>
- Pinos, J. (2020). Multiple water governance models: Ecuador as a case study. *Maskana*, 11(1), 74–80. <https://doi.org/10.18537/mskn.11.01.08>
- Quizhpe, C., & Vallejo, I. (2022). Procesos de juridificación y defensa del agua en el sur andino del Ecuador. *Iconos Revista de Ciencias Sociales*, 72, 33–56. <https://doi.org/10.17141/iconos.72.2022.5033>
- Rey, F. C. (2008). *Las Cuentas Satélite del Agua*.
- González Reyes, L. (2011). *Sostenibilidad Ambiental un bien público global*. <http://hdl.handle.net/11531/25711>

- Segarra Jiménez, E. (2022). Importancia de la sostenibilidad ambiental y sus pilares en el siglo XXI desde un enfoque ecológico. *Green World Journal*, 5(2), 025–025. <https://doi.org/10.53313/gwj52025>
- Solanes, M. (20165). *Gobernanza y finanzas para la sostenibilidad del agua en América del Sur*. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/785>
- Strange, T., & Bayley, A. (2012). Desarrollo Sostenible, Integrar la economía la sociedad y el medio ambiente. *OCDE-Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM*, 1–172. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264175617-es>
- Torres Lopez, S., & Rodríguez-Labajos, B. (2022). Evaluación del SCAE-Agua como herramienta para guiar la sostenibilidad del agua urbana. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (32), 88–105. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.32.2022.5447>
- TorresPérez, J. A., SantiagoCruz, M. D. , MatusGardea, J. , & RomoLozano, J. L. (2007). Las cuentas nacionales y el medio ambiente. In *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* (Vol. 7, Issue 1).
- Vélez Arboleda, C. G., & Cárdenas Henao, P. A. (2001). *Las cuentas ambientales como parte de las cuentas nacionales*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/36249>
- Vilela-Pincay, W., Espinosa-Encarnación, M., & Bravo-González, A. (2020). La contaminación ambiental ocasionada por la minería en la provincia de El Oro. *Estudios de La Gestión: Revista Internacional de Administración* (8), 210–228. <https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.8>

Von Bischhoffshausen W. (2016). Una visión general de la Contabilidad ambiental. *Contaduría Universidad De Antioquia* (29), 139–170.
<https://doi.org/10.17533/udea.rc.25519>

Zhingri Lalvay, C. A., & Zapata Sánchez, P. E. (2023). La contabilidad ambiental y su contribución en la mitigación del impacto ambiental. Caso: Telecomunicaciones del Sur, Ecuador. *Religación. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 8(36), 1–27.
<https://doi.org/10.46652/rgn.v8i36.1046>

6. ANEXOS

Anexo 1.

Datos desagregados por sector productivo para las provincias de Carchi e Imbabura

Información en Millones de USD dólares y a precios del año 2022																
COD.	Provincia	Producción	Consumo Intermedio (CI)	Valor Agregado Bruto (VAB)	Soberanía Alimentaria					Producción			Ecosistema		Actividades recreativas	Total ingreso de los sectores seleccionados
					Envasado de Agua	Consumo Humano y Hogares	Abrevadero Soberanía Alimentaria	Acuicultura Soberanía Alimentaria	Riego soberanía Alimentaria	Riego para producción Agropecuaria y agro industria de Exportación	Industrial	Generación de Hidroelectricidad y energía hidrotérmica	Minería	Termal	Turístico	
					Distribución de agua; alcantarillado, gestión de desechos y actividades de saneamiento	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca				Industrias manufactureras	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	Explotación de minas y canteras	Actividades de Alojamiento y servicio de comidas			
04	CARCHI	\$1.027,81	\$432,76	\$595,05	\$1,69				\$162,33		\$18,07	\$6,66	\$0,22		\$3,72	\$192,69
10	IMBABURA	\$2.645,74	\$1.175,39	\$1.470,36	\$1,08				\$114,66		\$197,49	\$28,53	\$11,47		\$30,44	\$383,68

Nota: Elaborado en base a información del Banco Central del Ecuador (2024) y del MAATE zona 1.