

**FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES
SEDE ECUADOR
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO, AMBIENTE Y TERRITORIO
CONVOCATORIA 2010-2012**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA
ECOLÓGICA**

**LA SOSTENIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO EN EL ECUADOR
ANÁLISIS MULTICRITERIAL DE LA GESTIÓN DEL AGUA**

SANTIAGO ISRAEL RIVERA PAZMIÑO

ENERO 2016

**FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES
SEDE ECUADOR
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO, AMBIENTE Y TERRITORIO
CONVOCATORIA, 2010-2012**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA
ECOLÓGICA**

**LA SOSTENIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO EN EL ECUADOR
ANÁLISIS MULTICRITERIAL DE LA GESTIÓN DEL AGUA**

SANTIAGO ISRAEL RIVERA PAZMIÑO

**ASESORA DE TESIS: MARÍA CRISTINA VALLEJO
LECTORES: ROBERTA CURIAZI Y RAFAEL BURBANO RODRIGUEZ**

DEDICATORIA

Dedico esta disertación a la Suprema Personalidad de Dios, pues me ha dado la vida y fortaleza para culminar este trabajado, a mi esposa e hija por estar ahí cuando más lo necesité y a mis padres, ellos lucharon por que hoy sea un hombre de bien y por encima de todo siempre creyeron en mí.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero dar gracias Dios, poder superior que ha estado siempre bendiciendo mi accionar, a mi esposa Adriana y mis padres por su ayuda y amor infinito, a mi hija por su ejemplo de fortaleza y a mis hermanos por su inmenso apoyo.

También mi gratitud fraterna a mi directora de tesis María Cristina Vallejo, soporte fundamental de esta disertación, así mismo, a mis lectores Rafael Burbano y Roberta Curiazi.

ÍNDICE

Contenido	Páginas
RESUMEN	9
CAPÍTULO I	10
INTRODUCCIÓN	10
Preguntas de investigación.....	12
Hipótesis	12
Definición de los objetivos	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos	13
MARCO TEÓRICO	16
De la economía neoclásica a la economía ecológica	16
Criterios de sostenibilidad y seguridad alimentaria.....	18
El metabolismo social	23
Metabolismo hídrico	27
Estado del arte.....	32
CAPÍTULO II	34
DIAGNÓSTICO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL ECUADOR.....	34
La institucionalidad del recurso hídrico.....	36
Análisis situacional del recurso hídrico	42
Aguas subterráneas	45
Demanda y aprovechamiento hídrico	50
Agua de consumo.....	52
Riego	57
Generación Eléctrica.....	61
Saneamiento y calidad del agua.....	64
Contaminación biológica	67
CAPÍTULO III.....	68
METODOLOGÍA DE ANÁLISIS MULTICRITERIAL	68
Resumen.....	68
Método de análisis multicriterial	70

Método NAIADE.....	74
Dimensiones y criterios evaluados.....	76
Fuentes de información.....	78
Análisis empírico	103
Resultados del análisis multicriterial	109
Conclusiones	113
Matriz de Equidad.....	116
CAPÍTULO IV.....	121
RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
Resultados	121
Conclusiones	126
Recomendaciones	129
BIBLIOGRAFÍA	132
ANEXOS	138
Resultado multicriterial análisis de pares (2002-2006 vs 2008-2012).....	138
Resultado multicriterial sin dimensión económica	139
Resultado multicriterial sin dimensión económica y política pública	139
Resultado multicriterial con parámetro $\alpha = 0,20$	140
Resultado multicriterial con parámetro $\alpha = 0,60$	140

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Páginas
Tabla 1. Sustentabilidad.....	21
Tabla 2. Fuentes de agua subterránea	46
Tabla 3. Concesiones y caudales de agua.....	52
Tabla 4. Indicadores y fuentes información de la matriz de impacto	80
Tabla 5. Sistema tarifario para concesión de agua.....	92
Tabla 6. Matriz de impacto y criterios - ajustada.....	105
Tabla 7. Definición de umbrales.....	107
Tabla 8. Matriz de equidad	108
Tabla 9. Comparación en pares entre el año 2002 - 2012.....	111
Tabla 10. Matriz de equidad (NAIADA).....	117

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Contenido	Páginas
Gráfico 1. La economía como sistema abierto.....	17
Gráfico 2. Metabolismo social.....	25
Gráfico 3. Metabolismo hídrico.....	29
Gráfico 4. La institucionalidad de los recursos hídricos.....	39
Gráfico 5. Estructura Orgánica de SENAGUA	42
Gráfico 6. Potencial hídrico del Ecuador.....	44
Gráfico 7. Balance Hídrico	49
Gráfico 8. Concesiones por región.....	51
Gráfico 9. Déficit de agua potable por distrito	54
Gráfico 10. Dotaciones de agua potable	57
Gráfico 11. Riego en áreas cultivables (porcentaje de hectáreas)	58
Gráfico 12. Generación de energía por tipo de fuente.....	63
Gráfico 13. Cobertura de viviendas con acceso a agua con red pública y alcantarillado	66
Gráfico 14. Montos asignados y ejecutados en proyectos de inversión	89
Gráfico 15. Estructura presupuestaria (SENAGUA).....	89
Gráfico 16. PIB y PIB Agrícola en precios constantes (millones de dólares).....	90
Gráfico 17. Ingresos promedio por concesiones para uso local / uso industrial.....	91
Gráfico 18. Estructura orgánica territorial SENAGUA.....	93
Gráfico 19. Conflictos en el aprovechamiento del agua.....	95
Gráfico 20. Concentración de concesiones de agua.....	96
Gráfico 21. Demanda promedio de caudal para riego	97
Gráfico 22. Cobertura de servicios	98
Gráfico 23. Áreas protegidas para abastecimiento (hectáreas promedio de cada año).....	99
Gráfico 24. Huella hídrica por producción	101
Gráfico 25. Frontera Agrícola.....	103
Gráfico 26. Ordenación de alternativas (NAIADE)	110
Gráfico 27. Dendograma de coaliciones.....	119

RESUMEN

La gestión integral del recurso hídrico representa un vacío en la política pública. La formulación de una política consistente para su manejo y conservación se ha visto afectada por la gran cantidad de inversión pública destinada a la construcción de proyectos multipropósito.

La sostenibilidad del recurso hídrico en el Ecuador, análisis multicriterial de la gestión del agua, evalúa el impacto de la inversión pública en proyectos multipropósito y su relación con la seguridad alimentaria. El efecto sobre la soberanía alimentaria es definida desde el postulado de la disponibilidad del recurso, a través, de variables como: la cantidad de territorio destinada a producción de consumo local, así como la cantidad del recurso hídrico demandada para su consecución.

La utilización del recurso principalmente en aspectos relacionados al “desarrollo” de riego, industria, energía, entre otros, en los últimos años ha presentado un dinamismo particular, ello debido, a la incorporación de proyectos multipropósito que demandan gran cantidad de inversión pública e influyen en la disponibilidad de producción agrícola para consumo local o externo a partir del año 2008, por lo que, es necesaria la evaluación de la gestión del recurso hídrico en el marco de la soberanía alimentaria y el aprovechamiento del recurso desde una perspectiva multicriterial antes y después del año 2008.

Para evaluar la sostenibilidad de la gestión del recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria, se recurre al análisis multicriterial como herramienta útil para representar de manera idónea las interacciones entre economía, sociedad y medioambiente, y su relación con los postulados de la Economía ecológica desde una perspectiva de sostenibilidad fuerte.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

La problemática en la gestión del recurso hídrico en el Ecuador cuenta con características particulares, en donde se inscriben implicaciones de gestión, uso y aprovechamiento del recurso, lo que complica establecer mecanismos de medición del grado de progreso de una sociedad hacia la sostenibilidad, y de manera particular, el relacionado a la inversión pública en proyectos multipropósito como elemento contributivo de la seguridad alimentaria.

Para ello, se pretende evaluar la gestión del recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria desde una perspectiva multicriterial, debido al planteamiento de que la inversión en proyectos multipropósito perjudica aspectos relacionados a la seguridad alimentaria, al favorecer mecanismos que fortalecen cultivos para la exportación. Dentro del análisis multicriterial, se incorporan diversas dimensiones de la sostenibilidad entre ellas: dimensión económica, política pública, uso del recurso, ambiental y seguridad alimentaria.

La política de la gestión del recurso hídrico del Ecuador, supone que la disponibilidad de dichos recursos cambia en función de variables físicas, como la cantidad de precipitaciones o lluvias, el estado del clima o el tipo de suelo. En el presente trabajo, se evidencia la disponibilidad del recurso hídrico y su consumo a través las fuentes y usos del agua. En efecto, las diversas actividades productivas, en particular, la especialización de la economía ecuatoriana involucran una alta demanda del recurso.

Es así como la especialización productiva de la economía ecuatoriana demanda el uso y aprovechamiento del recurso hídrico en actividades agrícolas o pecuarias, las cuales son valoradas únicamente mediante costos explícitos de la producción. No obstante, existen otros costos implícitos, que posiblemente no podrán valorarse en los términos del mercado. Este es el caso del agua.

En efecto, el recurso hídrico se valora en la medida que posibilita la producción en la forma de insumo fundamental del riego. Sin embargo, el recurso hídrico cumple además funciones ecológicas que permiten el sostenimiento de la vida. De hecho, el agua no solo es

un insumo básico para la producción agrícola, es principalmente fuente de diversos servicios ecológicos tales como: la regulación y mantenimiento de la estabilidad de paisajes mediante flujos bioquímicos, la oferta de habitat, el valor escénico, protección del suelo, purificación, esparcimiento, entre otras.

Una forma de estudiar estos aspectos es a partir del metabolismo hídrico, que según, Madrid y Velázquez (2008), hace referencia a flujos externos e internos de agua, es decir, los flujos de agua que se movilizan debido a transacciones económicas al interior de las fronteras de un país; y los flujos de agua que se movilizan por la importación y la exportación de productos y que por lo tanto se transfiere a otros sistemas hídricos.

El agua virtual y la huella hídrica, son indicadores clave del metabolismo hídrico, Garrido (2010) define como huella hídrica “al volumen total de agua dulce utilizada directa o indirectamente para producir un producto o servicio, ésta puede ser dentro de un área geográfica, una cuenca hidrográfica, o un país” es decir, el agua empleada en los procesos productivos que tiene lugar en dicho territorio.

De su parte, la huella hídrica conforme Hoekstra y Chapagain (2008) debe ser evaluada a partir de la suma de sus tres componentes principales, los cuales se diferencian en colores: verde, azul y gris. La huella hídrica azul hace referencia al consumo de los recursos de las aguas superficiales y subterráneas (riego). La huella hídrica verde hace relación al consumo de recursos del agua lluvia (precipitación), mientras que la huella gris, se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce que es necesario para asimilar la carga de contaminantes en el caso de la agricultura.

En esta tesis, se emplea el concepto de huella hídrica por producción para determinar los efectos en la sostenibilidad que se encuentran asociados al aprovechamiento directo e indirecto del recurso hídrico. Para lo cual, se recurre al análisis multicriterial como elemento integrador de las dimensiones: social, ambiental y económica así como su relación con la gestión del recurso hídrico y su vinculación con la soberanía alimentaria. En efecto, cuando se exportan productos agrícolas, las cuentas económicas solamente cuantifican la producción

final que se intercambia, sin embargo, se ignora que también forma parte del intercambio, los recursos hídricos empleados.

El uso de los recursos hídricos para fines de exportación tiene en la práctica efectos en el territorio de origen. En esta tesis, se analiza en particular los efectos en la seguridad alimentaria a través del análisis multicriterial, pues la producción que permite sustentarla compite por el uso del recurso hídrico en la producción que se exporta particularmente a raíz de la implementación de proyectos multipropósito.

El estudio se centra en el periodo 2002-2012 y compara los años 2002-2006 frente a 2008-2012 debido a la existencia de información relevante sobre los usos de agua en el Ecuador tras la creación de la Secretaria Nacional del Agua y la implementación del nuevo marco normativo y competencias para la gestión del recurso a raíz de la Constitución del año 2008.

Preguntas de investigación

¿Los proyectos de inversión multipropósito han contribuido de manera positiva a la gestión integral del recurso hídrico y han garantizado la disponibilidad de producción agrícola para consumo local?

¿Cómo ha contribuido la inversión en proyectos multipropósito a la vinculación con actores locales y territoriales en el uso y gestión del recurso hídrico?

Hipótesis

La expansión de la inversión pública en grandes proyectos de infraestructura destinados a riego, control de inundaciones, proyectos multipropósito, entre otros, que se registran a partir del año 2007 afecta el uso doméstico del recurso hídrico, traducido en la disminución de la disponibilidad del recurso para la producción agrícola de consumo interno, lo que implica beneficios para el fomento de actividades agrícolas de exportación en detrimento de la seguridad alimentaria.

Definición de los objetivos

Objetivo general

Evaluar la sostenibilidad de la gestión del recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria desde una perspectiva multicriterial.

Objetivos específicos

- Identificar la influencia de los proyectos multipropósito en el comportamiento de la seguridad alimentaria a raíz del nuevo marco normativo.
- Determinar si la utilización del recurso hídrico asociada a la actividad agrícola local es sostenible en el tiempo.
- Identificar el año o los años en los cuales la gestión del recurso hídrico evidencia un comportamiento favorable.
- Definir los parámetros, dimensiones de análisis y criterios bajo los cuales se sustenta la utilización del recurso hídrico.
- Caracterizar los intereses y potenciales coaliciones entre los actores involucrados en la gestión, utilización y regulación del sector.

La sostenibilidad el recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria, dada su problemática multidimensional, son analizados desde una perspectiva exploratoria y descriptiva, lo que permite tener una visión general de tipo aproximado respecto a la gestión del recurso hídrico. Ello debido a que constituye una temática poco explorada y reconocida, al menos en los últimos años.

Para lo cual, mediante el trabajo planteado, se describen dos momentos: uno relacionado a la investigación descriptiva y otro al análisis exploratorio, a pesar de la carencia de información histórica - desagregada, así como, la limitación de investigaciones relacionadas. El primero momento hace referencia a puntualizar las características fundamentales respecto al estado situacional del recurso hídrico en el Ecuador, entre los cuales se incluyen aspectos normativos e institucionales que han sido modificados en los últimos años como resultado conquistas sociales, con la finalidad de evidenciar la

problemática y caracterizar los actores insertos en el manejo del recurso hídrico, se establece además, una descripción pormenorizada del balance hídrico en términos de oferta y demanda del recurso.

En tanto que, en el segundo momento y para la toma de decisiones en el ámbito multidimensional y de pluralidad de valores, se recurre a la observación exploratoria, mediante el análisis multicriterial, el cual constituye una herramienta adecuada para el estudio, pues incluye dentro de su metodología aspectos económicos y objetivos de conservación del ambiente y de manera particular cuando existe pluralidad de escalas de dimensión: físicas, monetarias, cualitativas, difusas, etc.

El Capítulo I aborda la amplia conceptualización de la Economía ecológica y su diferenciación frente a la Economía Neoclásica. Se destacan los postulados de Georgescu-Roegen, al considerar al sistema económico como un sistema abierto, propenso al ingreso de energía e información y expuesto a la salida de residuos que en su mayoría generan problemas de sostenibilidad. Se incorpora además, los diversos criterios de sostenibilidad, en donde se comparan conceptos de sostenibilidad y conmensurabilidad. Los conceptos de la Economía ecológica implican adicionalmente, el metabolismo social y de manera particular el metabolismo hídrico medido a través de la huella ecológica y el agua virtual, mediante los cuales se evidencia el volumen de agua necesaria para la consecución de una actividad determinada.

El problema de la sostenibilidad del recurso hídrico es abordado en el Capítulo II, en donde, se analiza la institucionalidad en la gestión del recurso, el nuevo marco Constitucional y la creación de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) como instancia de articulación de la Política Pública enfocada en la prioridad de establecer proyectos de inversión multipropósito. Se realiza además la evaluación de la demanda y aprovechamiento del recurso hídrico mediante la matriz de fuentes y usos, en donde se destaca el uso del recurso para actividades agrícolas, en especial las destinadas a riego.

Utilizando la metodología descrita por Munda (1992), el Capítulo III se enmarca en la elaboración del análisis multicriterial, para ello se establecen 5 dimensiones de trabajo: la económica, de política pública, de uso del recurso, ambiental y de seguridad alimentaria. Las dimensiones se resumen en 16 indicadores seleccionados para dar respuesta al problema multicriterial. Se enfatiza también, en la metodología seleccionada para el análisis, así como, los mecanismos de agregación, en donde se explica de manera particular el método NAIADE, el mismo que fue seleccionado por las bondades en el manejo de información cualitativa y cuantitativa así como su versatilidad en el manejo de la matriz de impacto y la matriz de equidad.

Se estudia, además, la gestión del recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria a partir del año 2002 hasta el año 2012 y se compara los años 2002-2006 frente a 2008-2012.

Finalmente, el Capítulo IV resume los principales resultados encontrados mediante el análisis multicriterial, en donde se destaca el comportamiento favorable de la mayoría de indicadores relacionados a la gestión del recurso hídrico incluidos en la matriz de impacto, sin embargo, se evidencia limitaciones en indicadores clave desde la perspectiva de sostenibilidad fuerte, entre ellos el uso de agroquímicos y la huella hídrica en productos de exportación. El último apartado, analiza el cumplimiento de la hipótesis de trabajo y establece conclusiones y recomendaciones respecto a los resultados encontrados en el análisis de sostenibilidad del recurso hídrico.

La problemática de la gestión del recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria guarda relación con los postulados de la Economía ecológica a través de conceptos como el metabolismo social, el metabolismo hídrico, criterios de sostenibilidad y conmensurabilidad, es decir, la interacción existente entre los aspectos económicos, sociales y ambientales, los mismos que serán abordados y analizados de manera particular en el siguiente capítulo.

MARCO TEÓRICO

De la economía neoclásica a la economía ecológica

La Economía, como ciencia social, indaga sobre las relaciones entre los procesos de producción, intercambio, distribución y el consumo de bienes y servicios con el fin último de satisfacer las necesidades ilimitadas de la población frente a la disponibilidad de recursos limitados o escasos.

En el transcurso del siglo XX la economía es influenciada por métodos matemáticos, lo que permite sintetizar la oferta y la demanda como determinantes de la participación de precios y cantidades en el equilibrio del mercado. La prioridad general a partir de los años 80 fue el crecimiento económico, dejando de lado evidentes limitaciones físicas para alcanzar dicho crecimiento (Daly y Farley, 2004).

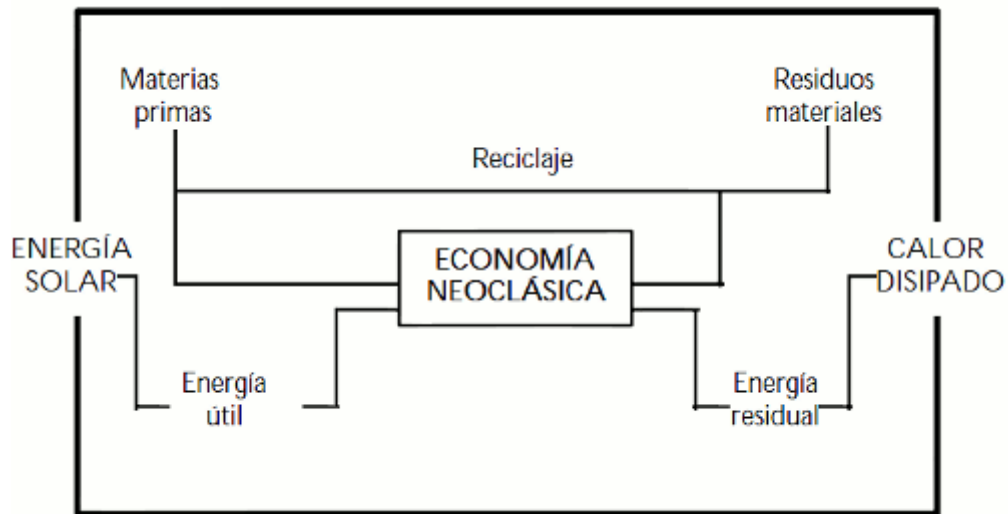
La economía neoclásica o convencional “analiza sobre todo los precios (es, pues, fundamentalmente crematística) y tiene una concepción metafísica de la realidad económica que funcionaría como un *perpetuum mobile* lubricado por el dinero” (Martínez Alier y Roca, 2000: 13). Es decir, el flujo por el cual circula la economía tradicional se resume en la existencia de empresas que introducen bienes y servicios al mercado, los mismos que son adquiridos por familias en una dinámica de oferta y demanda, la cual está regulada por el dinero y traducidos en precios de mercado.

Por otro lado, la Economía ecológica conforme Martínez Alier y Roca (2000) “contabiliza los flujos de energía y los ciclos de materiales en la economía humana, analiza las discrepancias entre el tiempo económico y el tiempo biogeoquímico y estudia la coevolución de las especies con los seres humanos”, teniendo como énfasis además las leyes de la termodinámica.

Para la Economía ecológica, la economía no es un sistema cerrado sino abierto, constituye un subsistema de un conjunto superior, con entradas de energía solar y salidas de

residuos de materiales y energía degradada, conforme lo sostiene Georgescu Roegen (1971) en “Entropy law and the economic process” (ver Gráfico 1).

Gráfico 1. La economía como sistema abierto



Fuente: Martínez Alier (1999)

Todo este sistema, según Daly y Farley (2004), está subordinado estrictamente a las leyes de la física y en especial a la primera ley de la termodinámica, según la cual “la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma”, y a la ley de entropía mediante la cual podemos reciclar materia pero nunca en un 100%, haciendo que la economía constituya un sistema abierto.

La Economía ecológica entonces, “se preocupa por la equidad intergeneracional, por los efectos que la actividad económica tiene sobre el medio ambiente y por las consecuencias que ello tendrá en el futuro. La economía se caracterizaría por la sostenibilidad, si no degradase el medio natural en sus diversas funciones” (Martínez Alier y Roca , 2000: 364).

Criterios de sostenibilidad y seguridad alimentaria

La definición de sostenibilidad conforme establece Brundtland (Brundtland et al, 1988) hace referencia a “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Es decir, que la tasa de extracción y aprovechamiento de los recursos naturales estará sujeto al mantenimiento de la capacidad de regeneración de los ecosistemas en cumplimiento de sus diversas funciones, por lo que se presentan límites en la disponibilidad de recursos.

Al respecto, el informe del Club de Roma (Meadows et al, 1972), planteó el conflicto entre los límites absolutos a los recursos y el crecimiento exponencial de la población; así como los problemas de la contaminación y el deterioro de la naturaleza en general. Es así que, mediante la metodología de “dinámica de sistemas” llegó a demostrar la limitación de los recursos naturales. En primera instancia, la disponibilidad de alimentos se ve limitada por la superficie cultivable disponible, además, de la pérdida de fertilidad por la contaminación.

Meadows et al (1972) afirma que, si se mantiene las tendencias de crecimiento, la industrialización, la contaminación ambiental, la producción de alimentos y el agotamiento de los recursos, el planeta alcanzará sus límites de crecimiento. La modificación de esta tendencia según Meadows podría ser diseñada de manera que las necesidades básicas de cada habitante puedan ser satisfechas.

Conforme Meadows et al (1972), el colapso del modelo económico se traduce en primer lugar por un lento desarrollo futuro como resultado de la escasez de recursos y el incremento de precios. Por otro lado, si no se delimita el consumo de material y energía, la disponibilidad de recursos colapsaría y con ella la continuidad de las actividades económicas y de la humanidad.

Se argumenta además, que la economía depende de la naturaleza porque ésta requiere de diversos bienes y servicios naturales que permiten el desarrollo de distintas actividades productivas. Por ejemplo, ¿cómo operarían las maquinas industriales sin una fuente de

energía que los active? El petróleo y otros combustibles fósiles como el carbón mineral son una de las principales fuentes energéticas que hacen posibles las actividades económicas, sin embargo estos recursos son finitos.

Situación similar, ocurre con los servicios ecológicos fundamentales como la absorción de residuos. La naturaleza es el depósito de todos aquellos residuos que resultan de los procesos productivos o del consumo. Algunos residuos, sin embargo, son de difícil asimilación y al sistema natural le puede tomar años su procesamiento, es por ello que, desde la Economía ecológica se estudia los límites biofísicos que caracterizan al sistema económico.

Asimismo, la “Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo” celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992 con la participación de 178 países, inserta 21 principios relativos al reconocimiento integral e interdependiente de la Tierra, con el objetivo de establecer una nueva alianza mundial equitativa, a través, de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los actores claves de la sociedad y las personas.

Mediante el llamado “Programa 21”, se establece la conceptualización aclaratoria relacionada al desarrollo sostenible, y se incluyen 2.500 recomendaciones relativas a la aplicación de los principios de la declaración, que constituye, la oportunidad de los países para adoptar un programa de acción para el Siglo XXI.

Se añade entonces que:

Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza (Principio 1). Para alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente debe ser parte del proceso de desarrollo y no puede ser considerado por separado. (Cumbre de la tierra, 1992)

El denominado “Programa 21” toma en cuenta aspectos relacionados con la salud, la vivienda, la contaminación del aire, la gestión de los mares, bosques y montañas, la desertificación, la gestión de los recursos hídricos y el saneamiento, la gestión de la agricultura, entre otros.

El informe de la “Conferencia de Río” en su sección III, destacó además, el papel preponderante de los diferentes actores en la aplicación del desarrollo sostenible, entre otros: mujeres, jóvenes y niños, los pueblos indígenas, las organizaciones no gubernamentales, autoridades locales, sindicatos, empresas, investigadores y agricultores. Por lo tanto, los aspectos relacionados a la sostenibilidad constituyen la interacción entre: los niveles económico, ambiental y social, lo que constituye un nuevo enfoque de análisis en la gestión del recurso hídrico como elemento fundamental para la producción y reproducción de la vida misma y de los procesos que lo componen.

Por otra parte, desde la perspectiva ortodoxa, el desarrollo sustentable se reduce a la necesidad de mantener un ingreso permanente para la humanidad, logrando un stock de capital no creciente, conocido como renta de Hicks (Spangenberg, 2005). A partir de esta definición, se busca la cuantificación de la sostenibilidad en la cual la renta de Hicks puede definirse como la renta total sustentable de un sistema, por lo tanto es aquel flujo de renta que gastado en su totalidad en un determinado período de tiempo deja a su perceptor con el mismo fondo de riqueza al final de período.

Por lo tanto, en el sentido de sostenibilidad débil, la sostenibilidad conforme Pearce y Turner (1991) se refiere a que la suma de todos los tipos de capital debe ser no decreciente, existe un término único de comparación, el cual es traducido en valor monetario en vista de que se puede sustituir el agotamiento de un tipo de capital por otro, es decir se puede sustituir el capital fabricado, natural y social unos con otros, en una suerte de compensación para mantener el total

Desde la perspectiva de sostenibilidad fuerte se trata de mantener cada una de las forma de capital de manera independiente, es decir conforme Daly (1991), el capital natural no es sustituible por ningún otro tipo de capital, más bien son complementarios.

Se trata, en primer lugar, de no producir alteraciones en los ecosistemas que afecten a servicios esenciales como la vida (por ejemplo, el mantenimiento de la capa de ozono) o que puedan conducir a situaciones potencialmente catastróficas, pero, se trata también de

tener el máximo respeto por la conservación de espacios naturales, que en el futuro pueden ser cada vez más valorados para la calidad de vida (Martínez Alier & Roca, 2000).

Estos dos enfoques han sido abordados en el marco de un debate que según Spangenberg (2005), la diferencia entre la sostenibilidad fuerte y débil es el resultado de supuestos divergentes sobre la conmensurabilidad fuerte o débil. La conmensurabilidad fuerte se refiere a la existencia de una unidad común de medida, mientras que conmensurabilidad débil implica la existencia de muchos valores pero solo uno predominante.

De su parte Daly (1991), la sostenibilidad desde una perspectiva fuerte hace relación a que el stock de cada tipo de capital sea mantenido de manera independiente. Es decir, las formas de capital existentes no pueden ser sustituidas unas por otras, en vista de que existen elementos que no pueden reducirse a una medida monetaria, por lo tanto serán inconmensurables, pues se trata de cuestiones que tienen valores plurales y no son comparables en una misma escala de valor (ver Tabla 1).

Tabla 1. Sustentabilidad

Criterios de Sustentabilidad	
Conmensurabilidad Medida común que permite comparaciones	
Inconmensurabilidad Pluralidad de valores, no son sustituibles unos a otros	
Fuerte Cardinalidad: Valor único	Débil Ordinalidad: Muchos valores pero solo predomina uno
Comparabilidad fuerte Existe un término único de comparación	Comparabilidad débil Elección de pluralidad de valores
Sustentabilidad débil	Sustentabilidad fuerte

Fuente: (Spangenberg, 2005)

Este resultado está asociado con la gestión de los recursos y de manera particular con la gestión del recurso hídrico como elemento que propende la seguridad alimentaria, la cual, conforme a la Cumbre Mundial sobre Alimentación celebrada en 1996 establece que “existe

seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimentarias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana” (Cumbre Mundial Sobre la Alimentación, 1996).

La definición planteada por la Cumbre Mundial Sobre la Alimentación (1996) señala las siguientes dimensiones de la seguridad alimentaria:

- ❖ **Disponibilidad de alimentos:** La existencia de cantidades suficientes de alimentos de calidad adecuada, suministrados a través de la producción del país o de importaciones, esta última comprendida como ayuda alimentaria.
- ❖ **Acceso a los alimentos:** Acceso de las personas a los recursos adecuados (recursos a los que tienen derecho) para adquirir alimentos apropiados, y una alimentación nutritiva.
- ❖ **Utilización:** Utilización biológica de los alimentos a través de una alimentación adecuada, agua potable, sanidad y atención médica, para lograr un estado de bienestar nutricional en el que se satisfagan todas las necesidades fisiológicas.
- ❖ **Estabilidad:** Para tener seguridad alimentaria, una población, un hogar o una persona deben tener acceso a alimentos adecuados en todo momento.

La definición establecida por la Cumbre Mundial Sobre la Alimentación (1996) da relevancia a la índole multidimensional de la seguridad alimentaria, que incluye el acceso a los alimentos, la disponibilidad de alimentos, el uso de los alimentos y la estabilidad del suministro. Sin embargo, en el presente trabajo se hace hincapié, en la dimensión de “disponibilidad de alimentos” desde el punto de vista de la oferta y disponibilidad para consumo interno como resultado de la producción local, ello principalmente, debido a que la conceptualización multidimensional de la soberanía alimentaria, contempla dimensiones complejas que no son abordadas en este trabajo.

Uno de los mecanismo mediante el cual se puede evidenciar la sostenibilidad y la relación entre el consumo de recursos naturales es precisamente el metabolismo social, concepto que lo abordamos en el siguiente acápite.

El metabolismo social

Alfred Lotka (1910), estableció la distinción entre el uso endosomático y el uso exosomático de la energía por parte de las personas. El primero concepto hace referencia a la demanda en términos metabólicos de las personas, en el cual, todos los requerimientos son similares siempre y cuando el componente alimenticio sea cubierto. De su lado el consumo exosomático, se refiere a la satisfacción de requerimientos extracorporales, entre ellos la demanda de energía para consumo no alimentario.

A decir de Lotka, la energía desde la perspectiva económica contempla dos usos: el uso endosomático, determinado por la biología humana, que constituye la necesidad de una provisión diaria de energía de 2.000 o 3.000 calorías dependiendo del organismo, es decir la energía que requiere el organismo humano para su mantenimiento y el desarrollo de sus actividades. Por su parte, el uso exosomático de energía, hace relación a la energía que la especie humana precisa coger del entorno, consumo de energía para cocinar, calentarse, transporte, entre otros, por lo tanto corresponde a energía proveniente de los recursos naturales.

Siguiendo a Fisher Kowalski (1997), el concepto de metabolismo como abordaje integrador o socio-ecológico ha ganado importancia en los últimos años por sus herramientas teóricas y metodológicas. Dicha definición ha sido utilizada de manera consecutiva desde el siglo XIX. Por ejemplo, Marx fue uno de los primeros en introducir el concepto en su análisis económico y político del capitalismo (Schmidt, 1976).

Mediante su inclusión, Marx da cuenta de cómo las sociedades afectan y son afectadas por las dinámicas de la naturaleza. Establece además, que las sociedad de clases, más allá de desarrollarse en una especie de “vacío ecológico”, produce y reproduce sus condiciones de existencia a través de metabolismo social. El metabolismo hace referencia a una serie de procesos mediante los cuales la sociedad se apropia, transforma, consume y desecha materiales procedentes del “mundo natural”.

Todas las actividades humanas, cualesquiera que sean sus condiciones o su nivel de complejidad, tienen relación con los ciclos de la naturaleza, es decir afectan y son afectadas por estos ciclos. Ello supone, a decir de Rousset (1974) “el reconocimiento de que los seres humanos organizados en sociedad responden no solo a fenómenos o procesos de carácter exclusivamente social sino que también son afectados por los fenómenos de la naturaleza”.

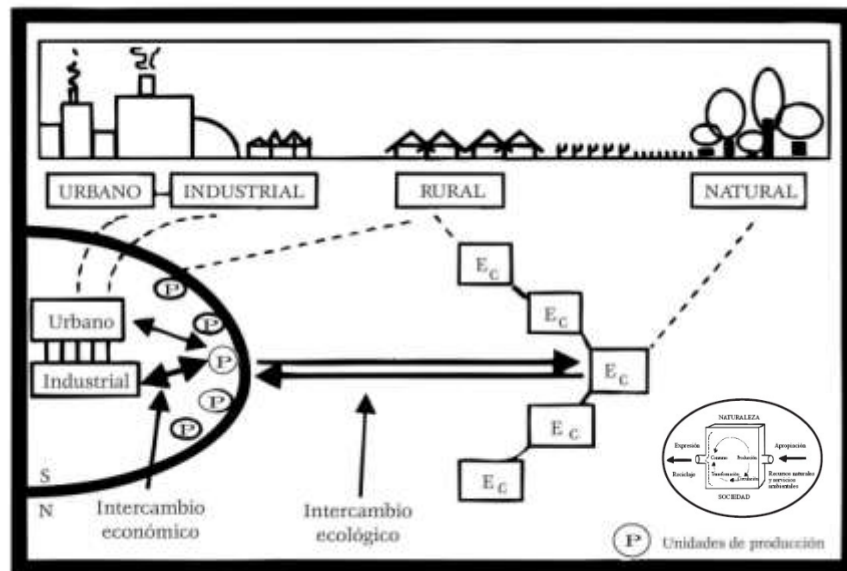
Un primer nivel de interacción con la naturaleza puede identificarse en las condiciones en que las diversas sociedades humanas producen y reproducen las condiciones materiales de existencia a partir de su intercambio metabólico con la naturaleza.

El metabolismo social se inscribe en el concepto de sostenibilidad desde una perspectiva fuerte, pues es un concepto que describe la interacción sociedad-naturaleza, además, pone en evidencia el crecimiento acelerado del metabolismo de la sociedad en un sistema finito de recursos. Asimismo, convierte a los indicadores biofísicos en importantes instrumentos para la gestión de la sostenibilidad.

El metabolismo entre la sociedad y la naturaleza constituye entonces un proceso en el cual, los seres humanos se apropian de materiales y energía (*inputs*) y finaliza cuando se producen desechos, emanaciones o residuos en los espacios naturales (*outputs*). Por lo tanto, el proceso general del metabolismo social implica la apropiación, transformación, distribución y excreción de recursos (ver Gráfico 2).

El metabolismo social evidencia el comportamiento de las ciudades, a través del cual, se entiende a las ciudades como organismos propios en el cual interactúan las actividades productivas del ámbito urbano y rural con los servicios medioambientales. La industria a través del intercambio económico proveniente de la producción de bienes y servicios genera residuos orgánicos, inorgánicos y emisiones, de su lado la interacción con el intercambio ecológico la naturaleza provee recursos, energía y bienes, además de la absorción de residuos y la provisión de servicios medioambientales.

Gráfico 2. Metabolismo social



Fuente: Instituto mexicano de ecología (2000)

La sociedad apropia o se nutre de materiales, energía y servicios de la naturaleza que los seres humanos requieren para el desarrollo de su diario vivir (intercambio ecológico). Por su parte, el proceso de transformación implica todos los cambios realizados sobre los productos extraídos de la naturaleza. A su vez, la distribución mediante el intercambio económico se realiza entre los conglomerados de la sociedad. Finalmente, el proceso de excreción constituye el acto mediante el cual los conglomerados sociales arrojan materiales y energía hacia la naturaleza (ver Gráfico 2).

El proceso se desarrolla de tal forma que los seres humanos son al mismo tiempo una especie biológica y una especie social, un supuesto que se confirma con el carácter dual del trabajo (Schmidt, 1976), en el cual se integra tanto el intercambio ecológico como el intercambio económico (Toledo, 1981).

Este comportamiento social según Martínez Alier y Roca (2000) “corresponde a lo que Margalef (1993) denominó energía endosomática y energía exosomática”, siendo ésta una distinción crucial dentro de los fundamentos de la Economía ecológica : los flujos de

energía “bio-metabólica” y “socio-metabólica”, respectivamente; y que juntos componen el proceso de metabolismo entre la naturaleza y la sociedad.

Martínez Alier y Schlupmann (1991) establecen que, históricamente la sociedad ha expandido su metabolismo, pues su comportamiento ha tendido a incrementar el uso de energía exosomática más rápido que el uso de energía endosomática. En los últimos años según Naredo (2000) a nivel global, la extracción de recursos minerales medidos en toneladas triplica la extracción de biomasa.

Al poner atención en el metabolismo de la sociedad, “las externalidades no son ya esporádicos fallos del mercado o fallos de la acción gubernamental sino que adquieren carácter sistémico, inevitable. La economía humana es un subsistema de un sistema físico más amplio. La economía recibe recursos (y a menudo los explota más allá de su capacidad de regeneración) y produce residuos. No existe una economía circular cerrada. Los perjudicados no sólo son otras especies no-humanas y las próximas generaciones de humanos (que no pueden protestar) sino que a menudo son también gente pobre, que protesta” (Martínez Alier y Roca, 2000: 371).

Cuando se estudian los patrones metabólicos del uso de recursos, se puede determinar que la sociedad utiliza como base energética los combustibles fósiles, lo que implica una gran capacidad de intervención en la dinámica de los ecosistemas, una capacidad transformadora que cada vez se amplía. Ello se traduce en las modificaciones en la arquitectura de los ecosistemas. Como ejemplo podemos citar el crecimiento acelerado de la urbanidad y de manera específica de las ciudades, lo que implica mayor demanda de energía proveniente de combustibles fósiles, además del crecimiento en la demanda de alimentación, transporte, entre otros.

Entre los métodos principales para estudiar el metabolismo social se encuentran: la contabilidad de flujos de energía y materiales, la contabilidad de la Apropiación Humana de la Producción Primaria Neta (HANPP) y el cálculo del “agua virtual”.

Una parte muy significativa del metabolismo de las ciudades son los flujos hídricos, estudiamos los patrones de apropiación, consumo y excreción a partir del “metabolismo hídrico” que explicamos en la siguiente sección.

Metabolismo hídrico

La economía ecológica concibe al sistema económico como un sistema abierto al ingreso de recursos naturales y la salida de residuos, por lo tanto, conforme Aguilera-Klink (2009: 2) “si reconocemos que el sistema económico es un sistema abierto, y en interacción continua con el sistema ambiental, es decir, con los flujos biofísicos de energía y materia” se requiere del estudio no solo de la perspectiva económica-moneratia, sino de las interacciones entre lo social, lo económico y ambiental, para lo cual el concepto de metabolismo social permite estudiar las interacciones biofísicas del sistema económico.

Dentro del sistema económico abierto, el agua constituye no solo un recurso natural más que está inmerso en el intercambio de flujos físicos, sino que, representa un elemento *esencial para la vida*. A decir de Aguilera-Klink (1995), “el agua es mucho más que un factor de producción”, en vista de que cumple funciones como:

- Abastecer al sistema natural
- Abastecer al sistema económico
- Servir de vehículo de evacuación
- Consolidarse como fuente de energía

En concordancia con Aguilera-Klik (1998), el agua deja de ser considerada únicamente como un recurso natural más y pasa a ser entendida como un *activo eco-social*. Por lo tanto, el agua no debe ser considerada como un elemento aislado sino bajo la integralidad de las funciones que realiza en el ecosistema, lo que permite realizar la gestión del agua en el contexto del territorio.

Una forma de concebir estas funciones es a partir del concepto de metabolismo social aplicado a los recursos hídricos, entre otros, la contabilización del agua virtual (AV) y huella hídrica (HH).

El concepto de AV y su aplicación como indicador del consumo de agua en la producción y posterior comercialización, ha despertado gran interés en el mundo

académico, sin embargo, Velásquez & Madrid (2008) mencionan que: “A pesar de las oportunidades para la gestión de la ‘demanda’ de agua que abre este concepto, deben reconocerse los riesgos que puede entrañar”.

Y añade que:

Por un lado reafirmaría la teoría de las ventajas comparativas del comercio internacional, corriendo el peligro de plantear que algunos países en vías de desarrollo, con fuertes sequías, dejarán de cultivar alguno de los productos con alto consumo de agua que forman parte de su base alimentaria para importarlos de terceros países, generando así una fuerte dependencia alimenticia de aquéllos. (Velásquez y Madrid, 2008: 32)

Allan (1994), presenta por primera vez el concepto de agua virtual, refiriéndose al volumen de agua utilizada para la producción de una unidad de mercadería, bien o servicio, lo que constituye un indicador útil en la gestión de la demanda de agua. De su parte, la huella hídrica hace referencia al volumen total de agua dulce utilizada directa o indirectamente para producir un bien o servicio y está compuesto por 3 partes: huella hídrica azul, verde y gris.

Según Schutz yBringezu (1993), desde el punto de vista metabólico, el estudio de los flujos hídricos del proceso económico se realiza por separado ya que en comparación con los demás materiales insertos en el sistema económico, el agua constituye el principal *input*, superando hasta en 20 veces la suma del resto de materiales. Los otros flujos de recursos en cambio, consideran a los flujos hídricos como sumideros de residuos o recursos susceptibles.

Según Martínez Alier (2005), los indicadores de agua virtual (AV) y huella hídrica (HH) analiza los “flujos de agua ocultos del metabolismo”, A pesar de ello, el conjunto de aportaciones realizado en base a indicadores de HH y AV no han sido planteados desde una perspectiva metabólica, sino más bien desde una óptica netamente contable de flujos hídricos del comercio de las economías.

El Gráfico 3 evidencia la presión de la sociedad hacia el medio ambiente a través de la extracción, apropiación, transformación y consumo del agua real, cuyo flujo genera

pérdidas, evaporación y excreción. En este marco, se define terminologías expuestas por Velázquez (2011) bajo los siguientes conceptos:

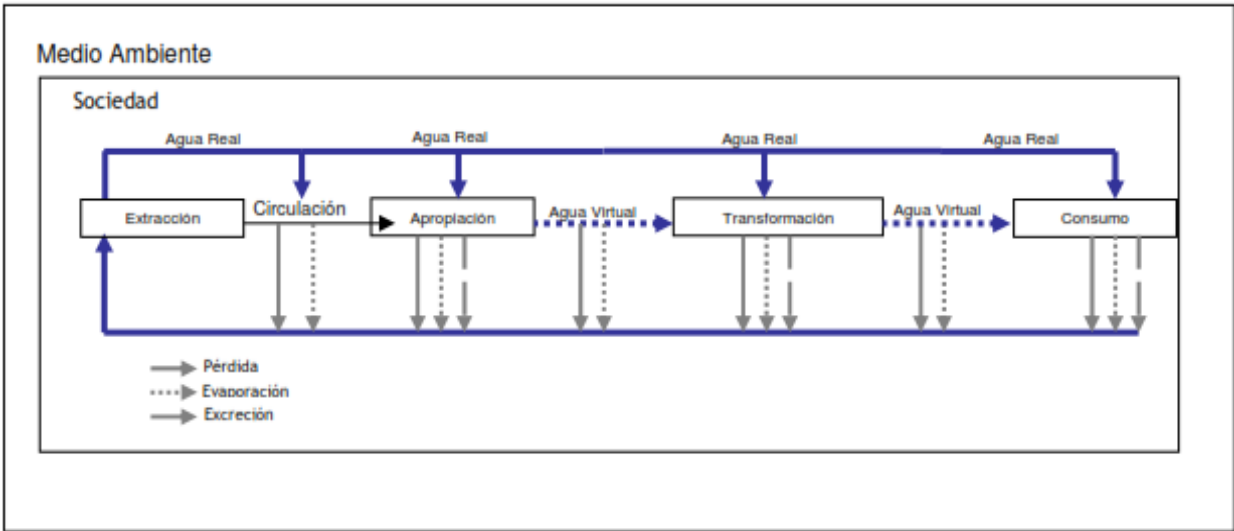
Agua real: Constituye el agua que se capta directamente desde el ecosistema como parte del proceso biológico y metabólico natural. El agua real es, normalmente, agua superficial o subterránea.

Agua virtual: Según la definición de Allan (1994), es el agua requerida para generar un producto o servicio.

Por su parte las *pérdidas* constituyen aquellas cantidades de agua que en cada fase (extracción, apropiación, transformación y consumo) vuelven al sistema natural y no son apropiadas, desde el punto de vista “utilitarista”, para la generación de bienes y/o servicios.

En lo referente a *excreción*, ésta se define como el agua generada por cada fase una vez utilizada y devuelta al ecosistema, normalmente contaminada.

Gráfico 3. Metabolismo hídrico



Fuente: (Velázquez, 2011)

El concepto más difundido respecto al agua virtual es el planteado por Allan (1994), que identifica la cantidad de agua consumida en el proceso de producción de un determinado

producto, pudiendo entonces, ser considerado como un indicador de responsabilidad de los productores en el uso del agua. Por su parte, Hoekstra (2003) definió huella hídrica (HH) de un país o de una persona, como la cantidad de agua que se necesita para producir determinados bienes y/o servicios.

En suma, el metabolismo hídrico permite cuantificar los flujos de agua que sean capaces de explicar los procesos incluidos en lo que (Gonzales de Molina y Toledo, 2009) definen como “caja negra”. Es decir, la apropiación del agua real y la generación de pérdidas, evaporación y excreción por parte de la sociedad dan cuenta de la denominada “caja negra” conforme el Gráfico 3.

Desde el punto de vista de la Economía ecológica, la economía no tiene una medida común, es decir las definiciones hacen relación a una comparabilidad débil de valores, sin embargo, en determinados casos incluye métodos de comparabilidad fuerte y conmensurabilidad. Así mismo, incorpora la inconmensurabilidad de valores, lo que significa que no hay una unidad común de medida, pero ello no implica que se puedan comparar decisiones alternativas sobre diversas escalas de valores.

Asimismo, la economía tradicional supone que hay una sola medida de valor, la monetaria, ya sea por la disposición a pagar o por la aceptación de una compensación, por lo tanto se basa en la conmensurabilidad del valor. De su parte, el concepto de pluralidad de valores conforme la economía ecológica contempla:

- **Comparabilidad fuerte:** hay comparabilidad fuerte cuando es posible ordenar objetos o situaciones de acuerdo a un solo tipo de valor.
- **Conmensurabilidad fuerte:** la medida de valor es cardinal es decir indica la cantidad, intensidad o grado del criterio evaluado.
- **Conmensurabilidad débil:** no es necesario tener una medida cardinal, una medida ordinal es suficiente.
- **Comparabilidad débil:** en la comparabilidad débil, existe una pluralidad de valores (muchos criterios de comparación) que sólo nos permiten ordenar las opciones al

elegir un determinado criterio. El conflicto de valor irreductible es inevitable pues un objeto puede ser tener una valoración más alta en un criterio y más baja en otro.

- **Inconmensurabilidad de valores:** la evaluación de los objetos puede corresponder a distintos criterios o escalas de valor. Hay un pluralismo de valores. Al apelar a distintos criterios, el resultado frecuente es que hay evaluaciones conflictivas de un mismo objeto.

La sostenibilidad el recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria, dada su problemática multidimensional, son analizados desde una perspectiva exploratoria y descriptiva, lo que permite tener una visión general de tipo aproximado respecto a la gestión del recurso hídrico. Ello debido a que constituye una temática poco explorada y reconocida, al menos en los últimos años.

Para lo cual, mediante el trabajo planteado, se describen dos momentos: uno relacionado a la investigación descriptiva y otro al análisis exploratorio. El primero hace referencia a puntualizar las características fundamentales respecto al estado situacional del recurso hídrico en el Ecuador, entre los cuales se incluyen aspectos normativos e institucionales que han sido modificados en los últimos años como resultado conquistas sociales, con la finalidad de evidenciar la problemática y caracterizar los actores insertos en el manejo del recurso hídrico, se establece una descripción pormenorizada del balance hídrico en términos de oferta y demanda del recurso.

En tanto que, para la toma de decisiones en el ámbito multidimensional y de pluralidad de valores, se recurre a la observación exploratoria, mediante el análisis multicriterial, el cual constituye una herramienta adecuada para el estudio, pues incluye dentro de su metodología aspectos económicos y objetivos de conservación del ambiente y de manera particular cuando existe pluralidad de escalas de dimensión: físicas, monetarias, cualitativas, difusas, etc.

Así, la evaluación multicriterial conforme Munda (1995) considera las interacciones entre el ámbito social, económico y medio ambiental. De acuerdo al método de agregación escogido, se pueden aplicar conceptos de sostenibilidad en el sentido “débil” (sustitución

entre el capital natural y el capital hecho por seres humanos) o sostenibilidad en el sentido “fuerte” (capital natural no es sustituible). Las etapas identificadas para el AMC son:

1. Definición y estructuración del problema a investigar.
2. Definición de un conjunto de criterios de evaluación.
3. Elección entre métodos discretos o continuos: si se conocen el número de alternativas y criterios, se utiliza un método discreto; si éstas son infinitas, se utiliza uno continuo.
4. Identificación de las preferencias del decisor: se tienen que respetar las preferencias subjetivas de las personas que intervienen en el proceso de decisión.
5. Elección del procedimiento de agregación de los criterios.

Estado del arte

Los trabajos académicos que conjuguen el análisis multicriterial, la economía ecológica, la gestión del recurso hídrico así como la relación con la seguridad alimentaria son limitados. Podemos citar trabajos individuales en el ámbito metódico del AMC, entre ellos: Falconí y Burbano (2004) en el cual se describe los instrumentos económicos para la gestión ambiental cuyo eje central es establecer las diferencias entre decisiones monocriteriales frente a decisiones multicriteriales, lo que permite abordar la pluralidad de valores.

Adicionalmente, Martínez-Alier y Munda (1998) en “Ecological economics” dan cuenta de las distinciones entre conmensurabilidad, comparabilidad fuerte y débil, así como su vinculación con la métodos de valoración económica.

De su parte, trabajos como los de Madrid y Velázquez (2008) hacen referencia al metabolismo hídrico y los flujos de agua virtual en el cual se hace una aplicación al sector hortofrutícola en España. El documento incorpora como marco de análisis la gestión de la demanda de agua mediante la incorporación del estudio de los flujos de agua virtual y lo aplica al sector antes mencionado en el año 2004. Entre las principales conclusiones se

destacan que durante el año de análisis se produjeron mayores exportaciones que importaciones en términos de AV.

En el ámbito particular del recurso hídrico, se destaca las aportaciones de Pérez 2012, quien realiza la evaluación y análisis de la huella hídrica y agua virtual de la producción agrícola en el Ecuador. El estudio evalúa el impacto de la huella hídrica y el agua virtual en la producción agrícola del Ecuador, dicho análisis consideró la producción agrícola ecuatoriana de los años 2007 al 2010.

Además, Hartley (2008) realiza la evaluación multicriterial de la gestión hídrica local en cantones de Santa Bárbara y San Rafael en Costa Rica con el objetivo de generar políticas hídricas locales adecuadas. El estudio concluye la necesidad imperante de los actores sociales de tomar acciones concretas y resolver la ausencia de una gestión hídrica.

Finalmente, no se puede identificar trabajos que incorporen desde la perspectiva multicriterial la sostenibilidad de la gestión del recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria. Simplemente, se cuenta con análisis situacionales respecto a balance hídrico del Ecuador, documento elaborado por la Secretaría Nacional del Agua en el año 2010. Es así que, en el siguiente capítulo se analiza la situación del recurso hídrico, mediante el diagnóstico situacional, institucional, matriz de fuentes y usos del recurso y de manera particular la demanda respecto a actividades agrícolas y de riego.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO DEL RECURSO HÍDRICO EN EL ECUADOR

El derecho humano al agua es el derecho de todas y todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico. Un abastecimiento adecuado de agua salubre permite evitar la muerte por deshidratación, reducir el riesgo de las enfermedades relacionadas con el agua y satisfacer las necesidades de consumo, cocina y las necesidades de higiene personal y doméstica (ONU, 2002).

Así entendida, el agua es una necesidad humana indispensable para la vida y es al mismo tiempo esencial para vivir y para vivir con dignidad. Se trata por tanto de un derecho humano personalísimo, *urbi et orbi, erga omnes*, a ser acatado por cualquier sociedad y todo Estado, resulta ser una condición esencial de la existencia (Escorihuela, 2006).

El agua constituye una fuente de vida, es el componente más abundante de los organismos vivos y desempeña un papel fundamental en todos los procesos biológicos, así como en el funcionamiento de los ecosistemas, convirtiéndose además en recurso estratégico dada su escasez.

La Constitución del Ecuador garantiza el derecho humano fundamental e irrenunciable al agua, constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, por lo que se reconoce y garantiza a las personas el derecho a una vida digna, que asegure el agua potable entre otros, conforme el Art. 12 y 66. En la Carta Magna en el artículo 411 dicta además que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico.

Es deber del Estado contar con la capacidad efectiva para regular y controlar técnicamente el acceso al agua para la vida (consumo humano, alimentos, salud y ecosistemas) y el desarrollo (riego, industria, energía y otros), normando la interacción entre agua y sociedad, con el objeto de mejorar su distribución, la eficiencia en el uso/devolución y la gestión de los recursos hídricos, de sus fuentes y ecosistemas generadores, así como para

reducir la conflictividad provocada por su uso y la contaminación; todo ello en el marco del ciclo hidrológico del agua y en un contexto de gestión integrada en unidades hidrográficas (SENAGUA, 2013).

Asimismo, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) declara al año 2013 como “Año del agua” cuyo enfoque se destaca en 4 objetivos estratégicos:

1. Fomentar la sensibilización sobre la importancia, los beneficios y retos de la cooperación en materia de agua;
2. Mejorar el conocimiento y la capacitación para la cooperación en materia de agua;
3. Estimular acciones concretas e innovadoras hacia la cooperación en materia de agua;
4. Fomentar las asociaciones y el diálogo en torno a la cooperación en materia de agua.

Según la declaratoria de la UNESCO, la cooperación en la esfera del agua es crucial para la seguridad, la lucha contra la pobreza, la justicia social y la igualdad de género. La buena gestión y la cooperación entre los diferentes grupos de usuarios promueven el acceso al agua, la lucha contra su escasez y contribuyen a la reducción de la pobreza. La cooperación permite un uso más eficiente y sostenible de los recursos hídricos y se traduce en beneficios mutuos y mejores condiciones de vida. También es fundamental para la preservación de los recursos hídricos, la protección del medio ambiente y puede contribuir a superar tensiones culturales, políticas, sociales y establecer la confianza entre las personas, las comunidades, las regiones o los países (UNESCO 2013),

En el Ecuador, la gestión del agua se ha caracterizado por una profunda inequidad en su acceso y distribución. En efecto, a decir de Jurado (2010) los medios de producción se han concentrado en aquellos grupos de poder que concibieron a la tierra y al agua como bienes transables en el mercado, negando así el derecho de los pueblos a su acceso, uso, aprovechamiento y disfrute; desconociendo además el rol social y ambiental inherente a estos recursos naturales.

Es así que, la gestión del agua siempre estuvo subordinada a los intereses de los grandes grupos económicos, atendiendo preferencialmente la producción agroexportadora y relegando a otras demandas medianas y pequeñas, afectando especialmente a la pequeña economía campesina y rural. Un estado débil, o debilitado, sin capacidad para alterar estas estructuras de poder, y mucho menos con capacidad para generar alternativas, fue la herencia neoliberal (SENAGUA 2013).

De hecho, según Jurado (2010), los gobiernos de corte neoliberal debilitaron intencionalmente las instituciones públicas del sector hídrico, hasta provocar su desaparición. Las consecuencias en la desregularización y descontrol del recurso hídrico explican las actuales prácticas de uso de los mismos, como el acaparamiento de agua, la contaminación del recurso; la presencia de múltiples usuarios informales; usuarios que usan ineficientemente el agua y la despilfarran; la desatención de las necesidades de agua para otros usos y la deficiente planificación hídrica que garantice el agua para todos.

La institucionalidad del recurso hídrico

En 1944 se creó la Caja Nacional de Riego adscrita al Ministerio de Obras Públicas, la cual entró en funciones con los proyectos de riego de Tumbaco, Portoviejo, Riobamba, Pisque y Milagro. En la década de los años 60 se creó la Dirección de Recursos Hidráulicos, adscrita al Ministerio de Fomento posteriormente llamado Ministerio de Agricultura y Ganadería, la cual estaba a cargo de la administración del agua en todo el territorio nacional. En ese entonces se permitía jurídicamente la tenencia de agua como propiedad, pero al nacionalizar el recurso hídrico y declararlo como bien nacional de uso público surge en 1966 el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI), con la finalidad de propender al mejor aprovechamiento y protección de los recursos hídricos del país, construir y explotar sistemas de riego y drenaje, aprovechar y proteger de las cuencas fluviales y tramitar las solicitudes de concesión de agua.

A partir de estas funciones se crean dos unidades técnicas encargadas del riego, drenaje y control de inundaciones así como la planificación de los recursos hídricos, (Muñoz. 2010: 2-6; Román et al, 2011: 15).

El modelo de gestión del riego se basó en la concentración en el INERHI de todas las competencias de rectoría, regulación, planificación y ejecución. El INERHI realizó una gestión que enfatizó el riego privado y el comunitario/asociativo, controlando alrededor del 80% del área regada de un país donde imperaba el modelo de industrialización por sustitución de importaciones, (Román et al, 2011: 14).

A partir de la promulgación de la Ley de Aguas en 1972, el INERHI asumió toda la planificación del recurso. Los potenciales usuarios debían solicitar una concesión para diez años en el caso del riego, lo que implicó conflictos por la legalización de la tierra y los derechos del agua.

Un caso emblemático fue el de las comunidades de Cangahua, afectados por la decisión del INERHI de 1980 de entregar a los grandes hacendados locales el 80% del agua del canal de Guanguilquí. Tras ocho años de apelación se consiguió que el 92% del agua del canal llegue a sus catorce comunidades. Según Jurado (2008), el Estado nunca pudo controlar todos los sistemas estatales, tanto en el ámbito de gestión del INERHI como de los Directorios de Agua, una situación que persiste, pues quienes deciden sobre el reparto del agua o los patrones de cultivos son quienes conforman las organizaciones locales y los usuarios de los sistemas. Esta forma de organización contempla problemas en la distribución del recurso hídrico, limitando su acceso equitativo.

En el marco de las políticas de ajuste estructural implementadas por el neoliberalismo de las últimas décadas, se produjeron cambios en el marco legal e institucional en materia de aguas, orientados a sustentar las políticas de descentralización, fortalecimiento del sector privado en la gestión del agua y la liberación de los derechos de uso y aprovechamiento de las aguas (Román et al, 2011: 16).

En los planes de endeudamiento público los gobiernos de la región impulsaron procesos privatizadores, reformas al marco jurídico nacional y a la desinstitucionalización del sector público. Vía venta directa de empresas públicas, procesos de concesión, tercerización para la prestación de servicios públicos, o en las asociaciones público privadas,

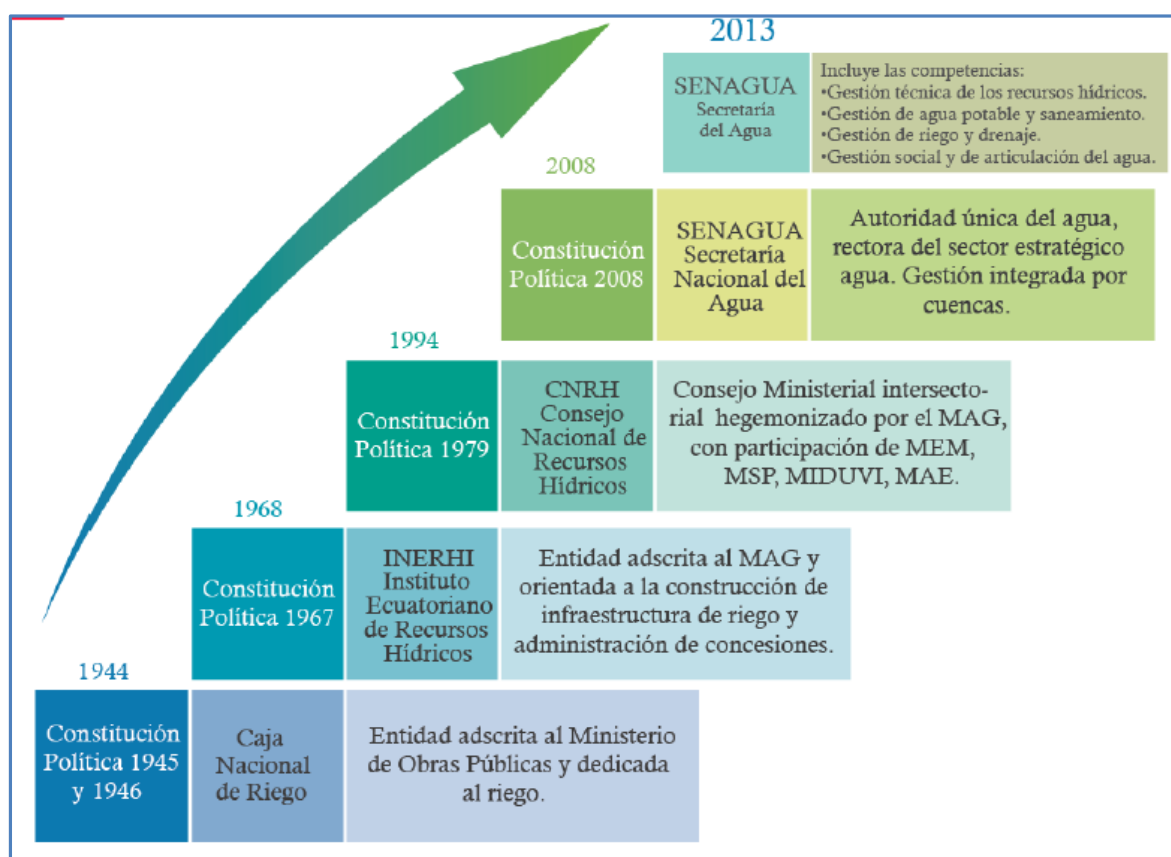
se fueron transfiriendo al sector privado los sistemas de agua potable y saneamiento ambiental, los sistemas de riego y la generación hidroeléctrica (Lobina et al, en Buitrón, 2009: 139-140)

Analizando el proceso histórico de la institucionalidad (o desinstitucionalización) de los recursos hídricos, conforme señala Jurado (2008), se afirma que entre 1972 y 2007 el enfoque de administración de los recursos hídricos se caracterizó por la presencia de entidades seccionales que traslapaban funciones en algunos casos, o no cubrían áreas críticas de competencias en otros, imposibilitando la rectoría en la planificación, uso, distribución, manejo y conservación de los recursos hídricos del país, trayendo como consecuencia la inmovilización estatal de cara a estas áreas de rectoría del recurso.

Transcurrieron así más de tres décadas, a lo largo de las cuales se consolidó un modelo estatal de administración de los recursos hídricos, que privilegió la atención de las necesidades de riego del sector agro-exportador, en desmedro de los requerimientos de riego del sector campesino e indígena; un modelo que, además, limitó el acceso de otros sectores de la economía que demandaban una administración eficiente, justa y equitativa del patrimonio hídrico del país.

De acuerdo a SENAGUA (2013), el sistema neoliberal de los años 90 y sus múltiples reformas fueron debilitando al sector hídrico hasta llegar incluso a la desaparición de varias de las instituciones públicas en el país como fue el caso del Consejo Nacional de Desarrollo, el Consejo Nacional del Recurso Hídrico entre otros. La fragmentación y dispersión de políticas, competencias y atribuciones sobre la planificación y la gestión; la desinstitucionalización de la gestión de los recursos hídricos repercutió en deficiencias para la gestión pública. Durante la década de los noventa se redujeron entre un 30 y 40% las estaciones meteorológicas e hidrometeorológicas a nivel nacional según la SENAGUA. Lo que limitó el accionar de las cajas de riego y de las instituciones adscritas al Ministerio de Agricultura (Ver Gráfico 4).

Gráfico 4. La institucionalidad de los recursos hídricos



Fuente: SENAGUA (2013)

El Gráfico 4 resume el cambio en la institucionalidad del recurso hídrico, lo que evidencia la dispersión de actores y la fragmentación de la rectoría. En el año 2008, mediante Decreto Ejecutivo 1088 se creó la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) otorgándole las competencias que le correspondían al ex Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) y las correspondientes a la Ley de Aguas de 1973 y su reglamento de aplicación (codificación 2004-016). Atendiendo el mandato constitucional, se trabaja en coordinación con el Ministerio del Ambiente (MAE) para regular mediante norma expresa el tema de caudales ecológicos.

La nueva entidad es creada para conducir los procesos de gestión de los recursos hídricos de manera integrada y sustentable, en los ámbitos de cuencas, subcuencas, microcuencas, demarcaciones hidrográficas e hidrogeológicas, de acuerdo a la Ley de Aguas (SENAGUA, 2013: 1).

Bajo su estructuración, la SENAGUA es responsable de administrar el patrimonio hídrico con un enfoque integral e integrado por cuencas hidrográficas, de aprovechamiento estratégico del Estado y de valoración sociocultural y ambiental. Para el año 2010, la SENAGUA solamente contaba con la información proveniente del “Plan Nacional de Recursos Hídricos”, un importante esfuerzo de investigación realizado el año de 1989, pero que no consideraba desde luego la gestión integrada del agua, las consideraciones sociales, económicas y productivas implícitas al sector.

Es así que, se evidencia la importancia que reviste la gestión hídrica para el país y para la administración pública en particular, en la que se plantea varios desafíos para la nueva instancia, como el de ejercer una óptima gestión de los recursos hídricos basados en un modelo institucional que recupere los roles fundamentales como la rectoría, la planificación, la regulación, el control.

Las competencias de SENAGUA hasta el 2013, incluyeron: gestión de concesiones de agua, construcción, operación y mantenimiento de obras hidráulicas multipropósito; rectoría y regulación de sistemas de dragado; relleno hidráulico y limpieza de ríos, presas, embalses y esteros; y procesos de reforestación entre el gobierno central y los gobiernos provinciales.

A inicios del 2013, la SENAGUA solicitó un alcance a su matriz de competencias y modelo de gestión, para incluir nuevas atribuciones, en base a la Resolución 005 del Consejo Nacional de Competencias. En mayo del mismo año, por Decreto Ejecutivo No. 5, se decretó la transferencia hacia la SENAGUA de todas las competencias, atribuciones, responsabilidades, funciones, delegaciones, representaciones, proyectos y programas que en materia de agua y saneamiento que ejercía el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), así como todas las competencias, atribuciones responsabilidades, funciones, delegaciones, representaciones, proyectos y programas que en materia de riego y drenaje que ejercía el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), excepto las

relativas al aprovechamiento agrícola y productivo del recurso hídrico y la participación en el seguimiento del Plan Nacional de Riego y Drenaje (SENAGUA, 2013: 1-3).

Si bien la nueva instancia asume la rectoría de una gestión dispersa, el aprovechamiento agrícola del recurso hídrico mantiene una estructura inequitativa principalmente en el ámbito productivo. Es así que, de acuerdo al Foro de recursos hídricos, el 86% de los regantes son minifundistas comunitarios que cuentan con el 13% del caudal total disponible, mientras que el 1% son hacendados privados que ocupan el 64% del dicho caudal.

De esta manera, las competencias de la SENAGUA para el 2013 cubren los siguientes ámbitos:

- Gestión técnica de los recursos hídricos.
- Gestión de agua potable y saneamiento.
- Gestión de riego y drenaje.
- Gestión social y de articulación del agua.

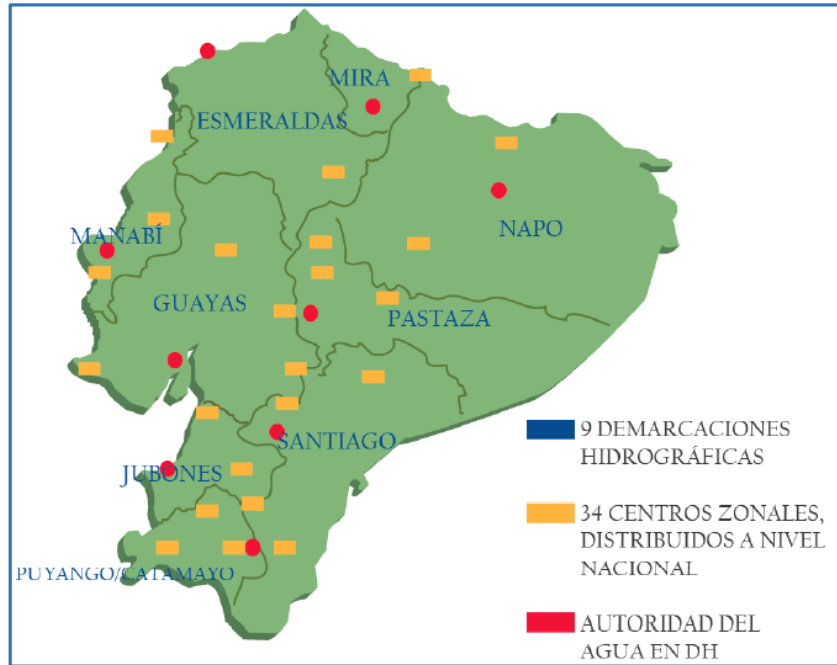
En éste nuevo escenario institucional, para la SENAGUA se plantea un nuevo marco de atribuciones y facultades concretadas en productos y servicios específicos, y sustentados en el marco constitucional y normativo vigente.

La nueva instancia contempla estructuras administrativas y financieras a nivel de cuencas hidrográficas, las cuales constituyen unidades de territorio con autonomía para la planificación local y la ejecución de proyectos de inversión en espacios territoriales donde funciona la combinación de un subsistema hídrico que produce agua, simultáneamente junto con un subsistema económico y social.

Mediante el Acuerdo 2010-66 de 20 de enero del 2010, publicado en el Suplemento del Registro Oficial No. 161 de 30 de marzo del 2010, la SENAGUA estableció y delimitó nueve Demarcaciones Hidrográficas como Unidades Administrativas Desconcentradas, a través de las cuales ejerce la planificación y gestión integrada e integral de los recursos hídricos en todo el territorio nacional.

Igualmente se establecieron 34 Centros Zonales a nivel nacional encargados de planificar y ejecutar la administración de los recursos hídricos por centro zonal, aplicando la zonificación hídrica con un enfoque de equidad y solidaridad las cuales están dotadas de recursos humanos y logísticos para su normal funcionamiento (Ver Gráfico 5).

Gráfico 5. Estructura Orgánica de SENAGUA



Fuente: SENAGUA, 2012

Análisis situacional del recurso hídrico

La Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) conforme el balance hídrico del país, sostiene que el Ecuador presenta una gran ventaja al disponer de importantes reservas de agua. Es así que, en el año 2010 se estimó que el promedio anual de agua por habitante es de 22.500 m³, lo que muestra una mayor dotación con respecto a los 1.000 m³/hab/año considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como asignación crítica de supervivencia, así como a los 1.700 m³/hab/año calificados como estrés hídrico¹ por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

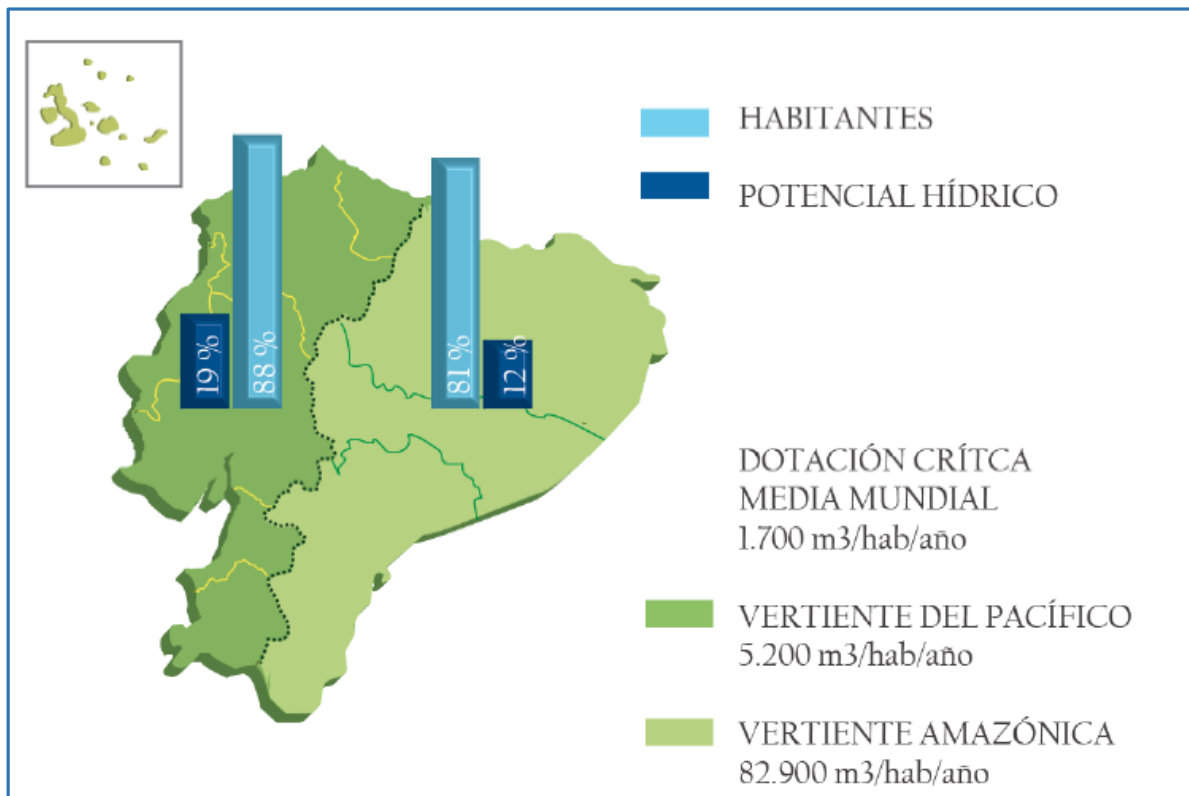
¹ Se refiere cuando la demanda de agua es más importante que la cantidad disponible durante un período determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad.

Los sistemas hidrográficos del Ecuador se derivan de dos vertientes hídricas originadas en los Andes y que se dirigen tanto hacia el Océano Pacífico, cubriendo el 48,07% de la superficie del territorio nacional, como hacia la Amazonía, alcanzando el 51,41% del territorio nacional (Galarraga-Sánchez, 2000).

La vertiente del Pacífico contiene el 27% de la cobertura vegetal natural del Ecuador; cuenta con el 40% del total de páramos, pero solo el 16,5% de la cobertura vegetal natural presente, se encuentra bajo estatus de protección.

La vertiente del Amazonas por su parte contiene el 73% de la cobertura vegetal natural, cuenta con el 60% del total de páramos, el 83,5% de la cobertura vegetal natural se encuentra bajo estatus de protección y cuenta con el 42% del páramo (SENAGUA, 2013).

Gráfico 6. Potencial hídrico del Ecuador



Fuente: SENAGUA, 2013

De acuerdo al Gráfico 6, la disponibilidad media del agua por habitante es de 5.200 m³/año en la vertiente Pacífico y de 82.900 m³/año en la vertiente amazónica. Valores superiores a la dotación crítica media mundial que es de 1.700 m³/año/hab.

Según la SENAGUA, el territorio ecuatoriano está conformado por 79 cuencas hidrográficas de las cuales 72 descargan al Océano Pacífico, las cuales contienen el 19% del recurso hídrico total; 88% de la población; y 52% del territorio. El desarrollo económico en esta vertiente es más alto y consecuentemente también la demanda del recurso. Las 7 cuencas hidrográficas restantes descargan a la cuenca amazónica; contienen el 81% del recurso hídrico total, el 12% de la población y 48% del territorio (Ver Gráfico 6).

Las cifras no evidencian las inequidades insertas en la distribución, así como la contaminación de las aguas en sus fuentes y usos, que a más de la escasez pueden generar conflictos en diferentes escalas en el territorio entre sus usuarios.

En el Ecuador el agua se genera, entre otros, por ecosistemas generadores de agua: 1.589 km² de humedales (SIISE, 2002) y 34.454 km² de páramos (ECOCIENCIA, 2009). Según la SENAGUA, la capacidad embalsada de agua destinada para hidroelectricidad, agua potable, riego, control de inundaciones y turismo es de 7.692 Hm³ a través de 12 presas multipropósito, entre ellas el proyecto multipropósito Chone, el trasvase Daule – Vinces, control de inundaciones Milagro, entre otros.

Aguas subterráneas

Las cifras calculadas por SENAGUA en el año 2009-2010 no incluyen a las aguas subterráneas y acuíferos, sobre los cuales existe escasa información, a pesar de que sean de mayor relevancia para el país en vista de que representan las reservas de agua dulce para las futuras generaciones.

En el país, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMI) cuenta con registros de 3.590 pozos, sin embargo, tan solo el 26% cuentan con estudios y con información técnica sobre la cantidad y calidad del agua contenida en los acuíferos de donde provienen. El diagnóstico realizado por el INAMI muestra además, que la mayor concentración de pozos se sitúa en la región Costa, mientras que en los valles de la Sierra, los acuíferos son pequeños y poco explotados. La gran mayoría de explotación de acuíferos no es registrada por instancias como el INAMI, por lo que se encuentran inmersos en la ilegalidad de acuerdo a la SENAGUA.

En un estudio de 1989 (CEDEX, 1989, en Jurado, 2010:23) se han identificado los siguientes datos para fuentes subterráneas:

Tabla 2. Fuentes de agua subterránea

TIPO DE FUENTE	%
Pozo somero	90,36
Pozo perforado	6,94
Vertiente	1,84
Vertiente termal	0,86

Fuente: INERHI-CEDEX, 2009.

La Tabla 2 muestra que el 90,36% de agua subterránea proviene de pozo somero², mientras que tan solo un 2,7% proviene de algún tipo de vertiente. Asimismo, no se cuenta con información detallada sobre el impacto que puede tener en la calidad de los acuíferos, actividades contaminantes como la agricultura a gran escala, la explotación minera, petrolera, entre otras. De hecho, según trabajos preliminares de SENAGUA, la calidad del agua subterránea puede no ser óptima y representar riesgos para la salud pública debido a causas de origen natural, entre ellas la presencia de arsénico.

El agua subterránea generalmente es más segura que el agua superficial no tratada; sin embargo muchos acuíferos de poca profundidad están contaminados, fundamentalmente por la inadecuada disposición de desechos animales y humanos.

De acuerdo a la SENAGUA, en el Ecuador existen zonas en las que el agua subterránea es el único recurso accesible para abastecer de agua a las poblaciones o para el riego de cultivos. Los acuíferos más abundantes están en aluviones que típicamente consisten de arenas y gravas. Estos acuíferos se encuentran en la cuenca del río Guayas y a lo largo de los ríos en la región Oriente.

Por otro lado, los recursos hídricos son muy vulnerables a los cambios en el clima. El Ministerio de Ambiente (MAE, 2011 en PNBV 2013 – 2017: 69) reporta un incremento entre 1960 y 2006 de la temperatura media anual de 0,8 °C, de la temperatura máxima absoluta de 1,4 °C y de la temperatura mínima absoluta de 1,0 °C, en una muestra de treinta y nueve

² Pozo que se encuentra muy cerca de la superficie y no requiere perforación ni maquinaria para la extracción de agua.

estaciones. La precipitación entre 1964 y 2010 se incrementó en proporciones significativas, concentrada estacionalmente en la Costa central y norte (Portoviejo +27%; Cayapas +14%) y en los Andes sur (Gonzanamá +72%). Por otro lado, reducciones de la precipitación se observan en los Andes norte (El Ángel -24%) y en la Región Amazónica (Puyo -1%; Sangay -5%; Yangana - 16%). En otras áreas (Chunchi, Paute) las tendencias no son tan claras y en otras (La Concordia) no se observan cambios (PNBV 2013 – 2017: 69).

Adicionalmente, los impactos previsibles están relacionados con la disminución de los suministros de agua en los Andes Norte y Amazonía, en el PNBV 2009 -2013 se estimaron pérdidas en traslado, de entre el 15% y el 25% del total de agua captada, por infraestructura obsoleta.

Además de lo anterior, la distribución de la esorrentía³ en el interior del país es irregular lo cual genera zonas con grandes insuficiencias de agua. Esta irregularidad natural se ve agravada por concentraciones poblacionales en las zonas críticas y por la escasa participación ciudadana con bajos o nulos niveles de conciencia sobre el manejo y uso de los recursos hídricos, resultando esto en una gestión que poco o nada ha hecho para fomentar prácticas y educación en la población sobre la importancia y necesidad del buen uso y preservación de los recursos hídricos (Jurado, 2010: 20-24).

La irregular distribución de la esorrentía en el interior del país genera zonas con grandes insuficiencias de agua como sucede por ejemplo en provincias como Manabí y en el Golfo de Guayaquil. Esta irregularidad natural es agravada por la concentración de la población en la Costa, en ciudades como Guayaquil, Babahoyo, Manta, Machala, Durán, Portoviejo y la Sierra. En la Costa se sitúa la mayor concentración de pozos, y es donde más se explotan; siendo los de la cuenca del Guayas los de mayor potencial.

En otras regiones, como la cuenca baja del río Guayas, la contaminación por desechos industriales y agrícolas está disminuyendo el agua disponible y el problema se agrava por la presencia de agua salada. En la región interandina, las provincias de Cotopaxi, Tungurahua

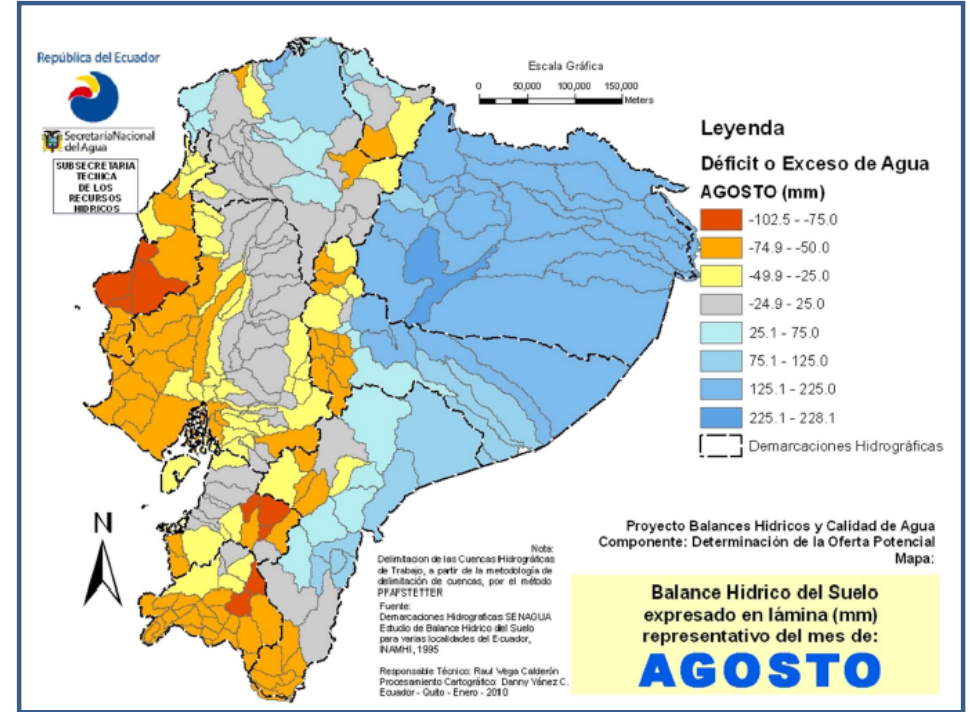
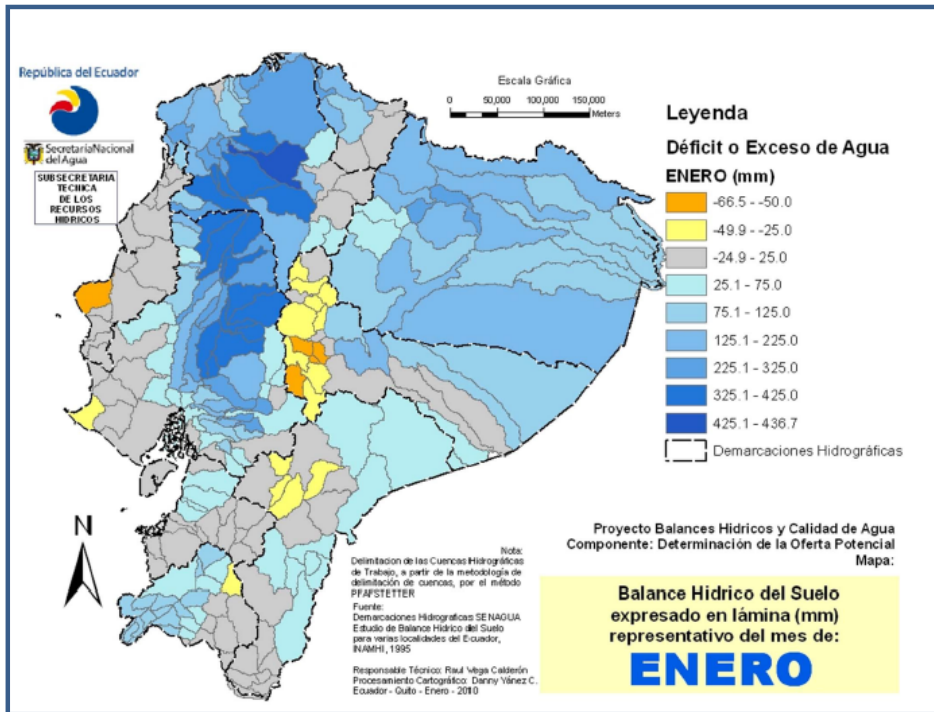
³ Constituye la corriente de agua que se vierte al rebasar su depósito o cauce naturales o artificiales.

y Pichincha sufren escasez de agua, lo que reduce el desarrollo (Galárraga-Sánchez, 2000: 21).

El balance hídrico al año 2009 conforme el Gráfico 7 muestra la vulnerabilidad estacional en la disponibilidad del recurso hídrico, es así que durante el primer semestre del año (época de lluvias) el déficit de agua es mínimo en todo el territorio nacional, principalmente por la época estacional de lluvia con presencia en las dos vertientes. De su lado, el segundo semestre del año muestra que gran parte del déficit se presenta en la vertiente del Pacífico, en provincias como Manabí, Guayas, Los Ríos, Loja, en donde la disponibilidad para estas fechas es limitada.

El balance hídrico evidencia que, durante períodos de lluvia, la oferta se incrementa e incluso se presentan inundaciones y pérdidas en la vertiente del Amazonas; mientras que, en períodos de ausencia de lluvias marca la necesidad del establecimiento de proyectos multipropósito que permita contrarrestar la problemática actual.

Gráfico 7. Balance Hídrico



Fuente: SENAGUA (2009)

Demanda y aprovechamiento hídrico

La demanda del recurso hídrico para los distintos usos es inversamente proporcional a la disponibilidad, pues desde la vertiente del Pacífico se atiende la demanda para una población mucho mayor y para usos como: consumo humano, riego, industria, minería, entre otros, mientras que desde la vertiente del Atlántico, la demanda es mucho menor y está concentrada en actividades hidrocarburíferas, mineras y recreativas. Las soluciones ensayadas para resolver la desigual distribución espacial del agua han generado conflictos importantes entre usuarios y graves impactos en el entorno natural y social, tanto de la cuenca proveedora, como de la receptora, esto se explica por la forma en que se han desarrollado trasvases de una cuenca a otra o de la vertiente oriental a la occidental (Román, et al, 2009: 24).

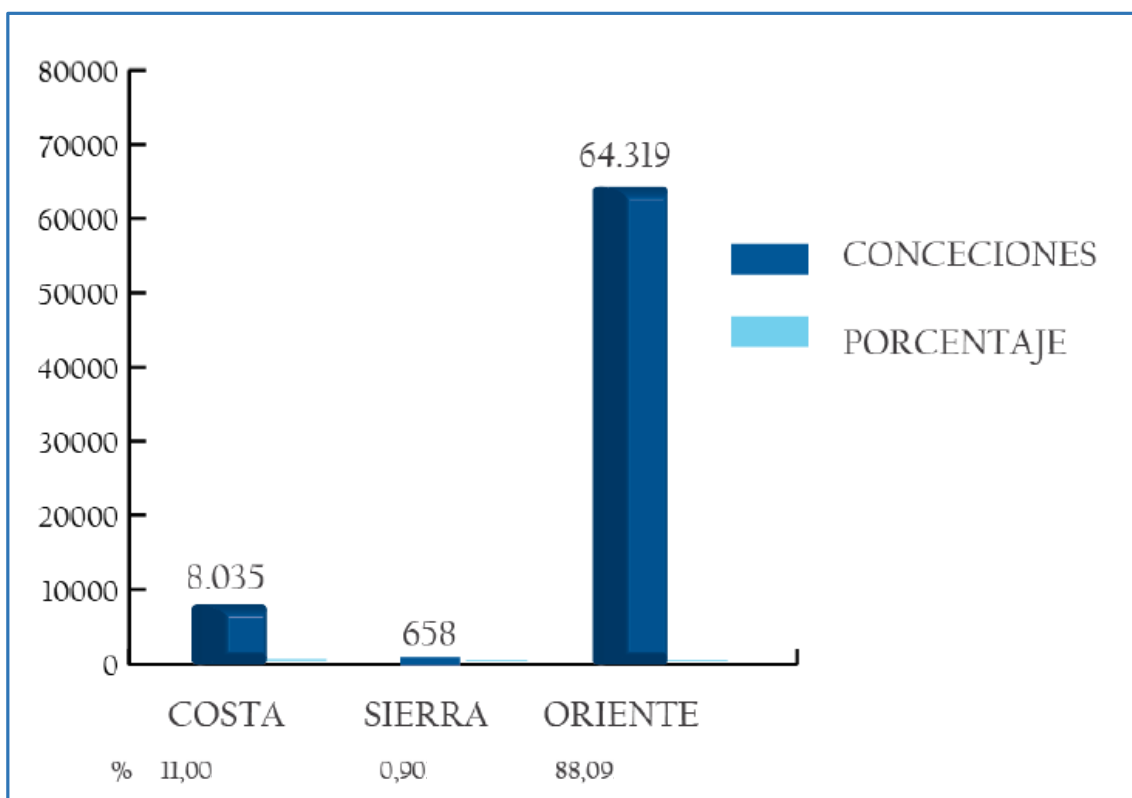
La Secretaría Nacional del Agua cuenta, desde 1973, con un registro de concesiones de agua para diferentes tipos de uso. Los datos registran en total 91.328 autorizaciones, de las cuales 73.015 están vigentes y han sido otorgadas en cada Demarcación Hidrográfica, especialmente para uso doméstico y riego. Para el 2010, el número de concesiones de agua para consumo humano fue de 24.110, con un consumo estimado de 45.307 litros por segundo. Por otro lado, para el riego, el número de concesiones fue de 34.739, con una estimación de 519.949 litros por segundo (SENAGUA, 2012).

El 88% de las concesiones corresponden a la Sierra, el 11% a la Costa y el 1% a la Amazonía y Galápagos. Se estima que el uso legal del agua, en promedio, no sobrepasa el 60% del caudal total usado en el Ecuador.

En el campo administrativo del agua, de las concesiones y caudales vigentes por tipos de usos otorgadas por las instituciones: Ex INERHI, Ex CNRH y la SENAGUA en el período 1973 - 2010, se registran doce tipos de usos: abrevadero, balnearios, camaroneras, uso doméstico, fuerza mecánica, hidroeléctricas, industrias, agua potable, riego, piscícolas, termales y aguas de mesa.

En el período citado se han otorgado cerca de 73 mil autorizaciones, las que demandan un caudal de 2'8900.091 m3. Del total de concesiones otorgadas las más representativas por su número y en su orden son: riego (34.639), uso doméstico (24.110), abrevadero (10.938), agua potable (556), termales (301), piscícolas (296), hidroeléctricas (189); los demás usos están por debajo de las 55 concesiones.

Gráfico 8. Concesiones por región



Fuente: SENAGUA (2012)

El 48,5% de las autorizaciones corresponden al riego (aunque no es el mayor caudal concesionado), mientras que el uso hidroeléctrico apenas representa el 0,31% de las autorizaciones otorgadas. El uso doméstico junto al agua potable representan el segundo mayor porcentaje de concesionamiento con el 33,7 % (Jurado, 2010: 31).

Pero el número de autorizaciones no se relacionan directamente con los caudales otorgados y demandados por tipos de uso. Así, del total de 2'8900.091 l/s, el 80 %

demandan las hidroeléctricas, riego 15 %, uso doméstico 1,32 %, industria 1,29 %, agua potable 1,16 %; los demás usos demandan caudales que están por debajo del 0,73 %.

Los porcentajes de los caudales concesionados, entre usos consuntivos (abrevadero, uso doméstico, industrias, agua potable, riego) equivalen al 18,99 % del total del caudal concesionado; y los usos no consuntivos (balneología, camaroneras, fuerza mecánica, hidroeléctricas, piscícolas, termales) representan el 81,01 % del total del caudal concesionado (Ver Tabla 3).

El problema con los usos del agua es que no existen registros de uso ilegal o de hecho del agua; estimaciones de SENAGUA plantean que en la Costa se dan el 60% del uso ilegal, como repercusión de la desinstitucionalización del Estado por un lado, y por otro, por desconocimiento.

Tabla 3. Concesiones y caudales de agua

Descripción	Nro. Concesiones	Nro. Caudales
Abrevadero	10.938	1.237
Balneología - Termas	301	828
Uso doméstico (Juntas comunitarias)	24.110	44.291
Hidroelectricidad	181	2.225.629
Industria	1.809	55.325
Agua embotellada	34	208
Agua Potable	556	39.080
Riego	34.639	498.830
Pisicolas	296	18.349
Otros	55	6.314
Total	72.919	2.890.091

Fuente: SENAGUA (2010)

Agua de consumo

El ser humano, de acuerdo a lo catalogado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), requiere de un mínimo de tres litros de agua potable por día para su consumo y un total de 20 litros para cocinar y lavar los platos, su higiene personal y lavar la ropa, dependiendo de los usos y las costumbres, así como del clima. El suministro de agua

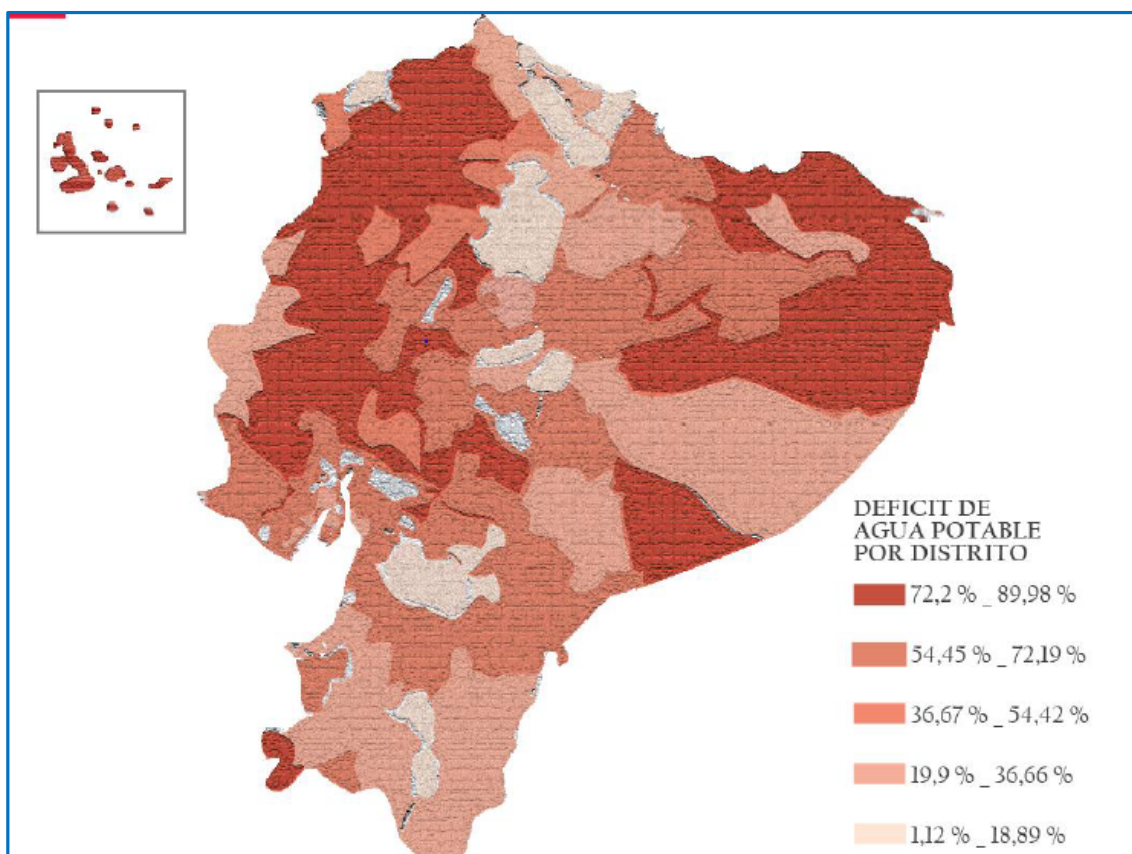
potable para la población y el tratamiento de aguas servidas es de gran importancia dentro de la gestión del agua. Es así que, la meta 10 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) contempla “reducir a la mitad, para 2015 el porcentaje de personas que carecen de acceso al agua potable”.

En la Constitución del Ecuador, el consumo humano del agua está ligado principalmente pero no exclusivamente al derecho al agua, el consumo ocupa el primer lugar en cuanto al orden de prelación para la planificación y gestión de los recursos hídricos (Art. 318).

Entre los servicios con los mayores niveles de privación en el Ecuador están los relacionados al agua potable y alcantarillado, que muestran las desigualdades existentes entre lo urbano y lo rural, hombres y mujeres, y por auto identificación étnica. Un factor determinante en la medida de pobreza, es la cobertura de agua por red pública. Esta dimensión determina la caída en pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) del 50% de los hogares ecuatorianos (SENPLADES, 2012).

El Gráfico 9, da cuenta que gran parte del territorio nacional en términos de distritos administrativos tienen déficit de agua potable mayor al 50%, la provincia de Manabí y las pertenecientes a la Costa presentan mayores porcentajes de déficit, en concordancia con el balance hídrico y la disponibilidad del recurso principalmente en épocas de estiaje.

Gráfico 9. Déficit de agua potable por distrito



Fuente: SENAGUA, 2013

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda del año 2010, de las 3'748.919 viviendas del país, 947.268 están ubicadas en las áreas de residencia rurales y 2'801.651 en las áreas de residencia urbana (72% del total de las viviendas) reciben agua de la red pública. Sin embargo, existe confusión y contraposición de datos entre agua entubada y agua potable, sin existir un acuerdo sobre las condiciones básicas del agua para que sea considerada potable apta para consumo humano, en términos de: calidad, cobertura, continuidad y costos.

En provincias del centro del país y del ámbito rural, se presenta la disponibilidad de agua entubada, pero, dicho insumo no necesariamente constituye agua potable, lo que genera limitaciones en términos de salud por la presencia de enfermedades asociadas al consumo de agua no potabilizada.

Por otro lado, el 28% de los hogares (1'049.586) en el Ecuador no tiene acceso a agua potable, ni la reciben por red pública (INEC, 2010), y el 36%, es decir 1'738.135 no conectan el servicio higiénico o escusado a la red pública de alcantarillado ni a un pozo séptico. Si llevamos estos datos a personas habitando en zonas rurales y urbanas, según la misma fuente de información, de los 14.483.499 habitantes en el año 2010, 8'397.581 habitantes (58% de la población nacional) reciben agua potable.

De acuerdo al documento “Información Ambiental en Hogares” (INEC 2012), el 76,51% de los hogares a nivel nacional tienen acceso al servicio de agua potable; 92,7% en el área urbana y 49,3% en el área rural. Las mayores carencias se concentran en la Costa y en el Oriente; los distritos con mayores vulnerabilidades son: Taisha, Guayaquil, Paján, Rioverde y Pichincha.

Los datos señalan además, que las viviendas indígenas y montubias, son las que menos acceso tienen a las redes públicas de agua (potable y/o entubada), 52,29% y 44,66% respectivamente; bastante menos en comparación a estos índices en las viviendas de las familias afro ecuatorianas (71,06%), mestizas (76,4%), blancas (82,88%). Igual situación tiene la población indígena con relación al alto consumo de agua de las vertientes (31.74%), con relación a los blanco-mestizos. El 10,78 de la población montubia consume agua de río, vertiente y acequias (INEC 2010-2011.CONEPIA)

Información referente al “Diagnóstico en Agua y Saneamiento” del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI, 2008 – 2009), dan cuenta de que:

- En las cabeceras cantonales, el 85,9 % de la población que habita en éstas, tiene acceso a servicios de agua a través de red pública. Mientras que por región los datos indican que en la costa es el 80,1 %, en la Sierra el 94,1% y en el Oriente el 85,0%.
- En cuanto a las cabecera parroquiales, el 87% de la población que habita las cabeceras parroquiales rurales a nivel nacional, está conectado a una red pública de agua, el 4% la acarrearán del río o quebrada, el 1% se abastecen de un carro repartidor y el 8% de otras formas, que generalmente

son: vertientes propias o pozos caseros, es importante recalcar que en este indicador se considera únicamente el acceso a red pública de agua para consumo humano, sin considerar otros factores como: calidad, continuidad y aspectos territoriales.

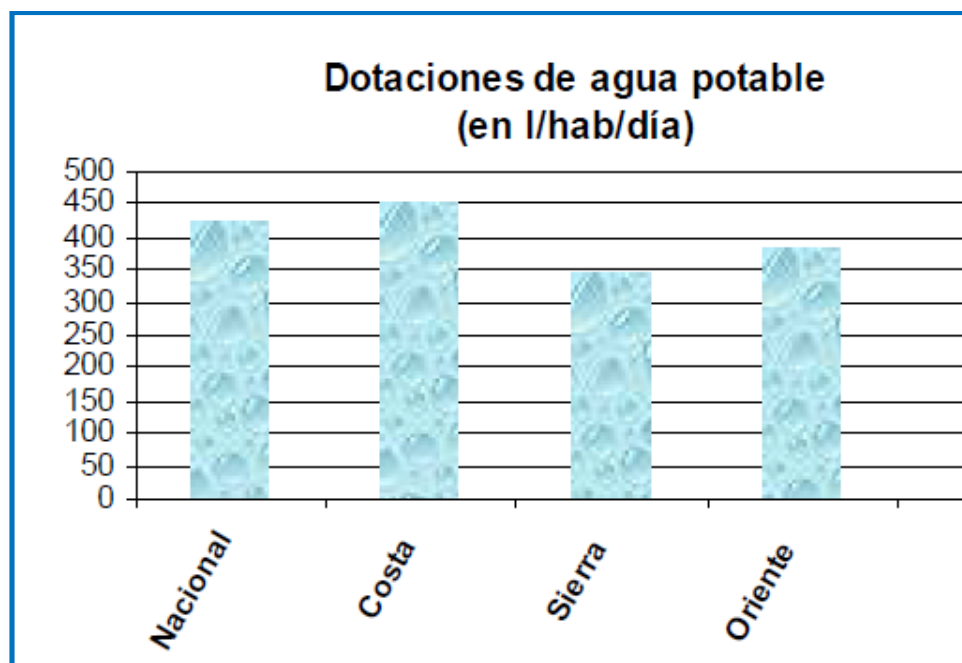
Esto, a pesar de que entre los años 1973 y 2010, se han otorgado cerca de 73 mil concesiones para uso del agua, las que demandan un caudal de 2.890.091 l/s. Del total de concesiones otorgadas, solamente 556 son para agua potable y 24.110 para uso doméstico.

Del total concesionado, solamente el 1,32 % es para uso doméstico y el 1,16 % para agua potable. En la Sierra, y en algún grado en la Costa, la administración del agua de consumo humano es básicamente desde las Juntas Administradoras de Agua, organizaciones creadas para cubrir la necesidad del recurso, y ante la histórica falta de capacidad de respuesta del Estado central y de las municipalidades (Jurado, 2010: 25).

Así, en el Ecuador no se cuenta con un diagnóstico o línea de base que permita conocer con detalle la situación de los sistemas de agua potable y saneamiento a nivel comunitario. Tampoco se conoce en detalle las condiciones en que desarrollan su trabajo las organizaciones comunitarias que prestan servicios públicos vinculados al agua, por lo que la referencia bibliográfica es escasa respecto a la temática.

Por otro lado, hay mucha infraestructura construida, pero poca sostenibilidad, algunos sistemas se encuentran deteriorados, por lo tanto se requiere una inversión notable en rehabilitación, reparación o restauración de los sistemas. Existen también muchas pérdidas y falta de eficiencia en la distribución del agua. Esta problemática se ve agravada, pues en la mayoría de los sistemas no se cuenta con los registros y expedientes técnicos con los que fueron construidos los sistemas, que de existir facilitarían enormemente su evaluación y posterior rehabilitación (FRH, 2012).

Gráfico 10. Dotaciones de agua potable



Fuente: SENAGUA, 2009

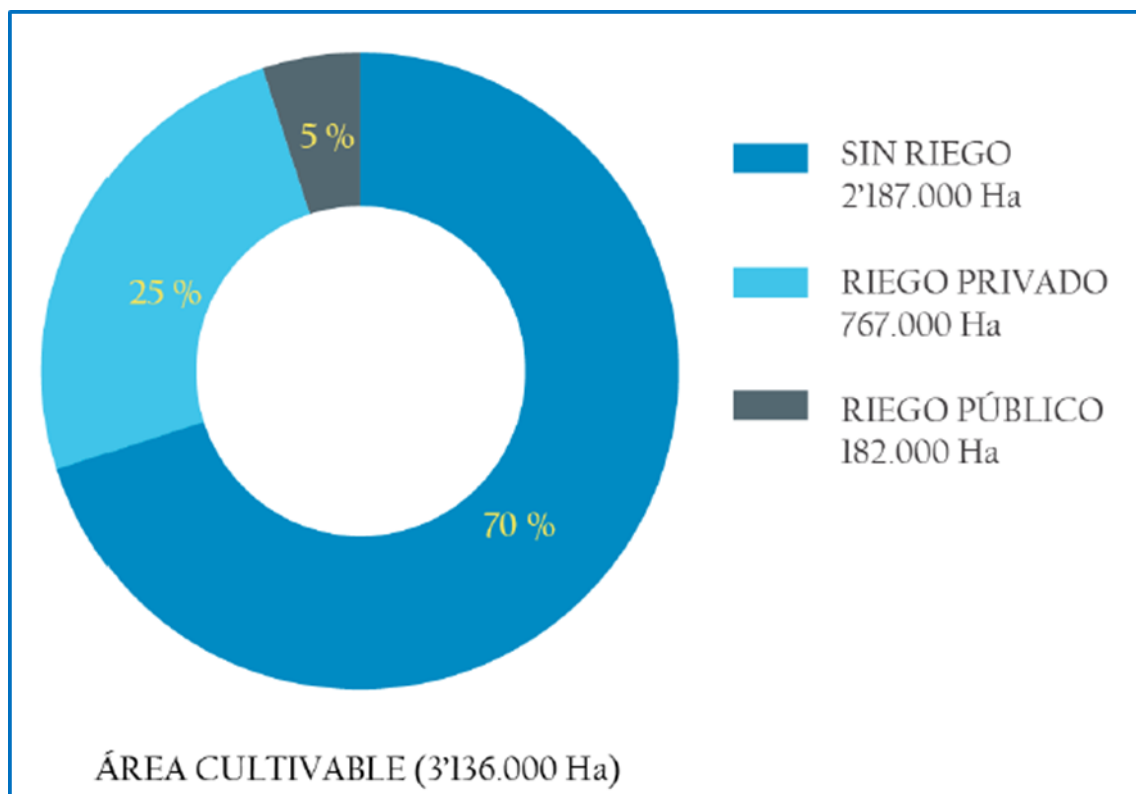
De su parte, el abastecimiento humano se estima que es alrededor de 700 hm³/año, lo que corresponde a una dotación promedio de alrededor 180 l/habitante/día. Es así que, el volumen requerido es poco significativo, ya que apenas representa el 0,17% de los recursos disponibles. El Gráfico 10 muestra la dotación destinada al abastecimiento humano a nivel nacional y por regiones naturales, en la cual la menor dotación corresponde a la Sierra.

Riego

Según los registros de SENAGUA en el período 2009-2010, de las 3'136.000 hectáreas que corresponden al área cultivable del Ecuador, actualmente cuentan con infraestructura de riego aproximadamente 939.000 hectáreas, que corresponden al 30% de la superficie total cultivada en el país, mientras que el 70% restante mantienen la producción de secano⁴.(Ver gráfico 11).

⁴ La agricultura de secano es aquella en la que el ser humano no contribuye con agua, sino que utiliza únicamente la que proviene de la lluvia.

Gráfico 11. Riego en áreas cultivables (porcentaje de hectáreas)



Fuente: SENAGUA (2010)

Según estimaciones de SENAGUA y dada su variabilidad, las necesidades medias de riego se estiman en 13.000 m³/ha/año. El agua de riego proveniente fundamentalmente de los recursos hídricos superficiales llega a suministrar agua para aproximadamente el 99% del área regada.

Del potencial cultivable del país, estimado en 3'136.000 ha., aproximadamente el 93% está ubicado en las cuencas de la vertiente del Pacífico y la diferencia en la cuenca Amazónica. Con relación al acceso al agua de riego, el 86% de los regantes son minifundistas comunitarios que disponen del 13% del caudal total disponible, mientras que el 1% son hacendados privados que ocupan el 64% de dicho caudal, con lo cual se evidencia la alta inequidad existente en la distribución (FRH, 2008).

Según la Encuesta de Superficie y Producción Agrícola, aproximadamente el 48% del territorio nacional corresponde a la zona que está bajo Unidades de Producción Agropecuaria (UPAs), en las que están incluidos distintos tipos de uso del suelo: cultivos

permanentes, cultivos transitorios, tierras en descanso, pastos cultivados, pastos naturales, páramos, montes y bosques y otros usos.

A pesar de que la superficie cultivable con riego está equipada con infraestructura, debido a la situación en la que se encuentran y principalmente gracias a los sistemas de riego públicos y los sistemas de riego comunitarios/asociativos como el caso de las cajas de riego, el área efectivamente regada sería menor, estimándose en unas 942.100 ha.

Sin embargo, esta estimación tendría que ser verificada en campo, pues, sobre todo en las cuencas del Pacífico la disponibilidad es muy limitada y está en constante disminución por los fenómenos de contaminación, de urbanización, salinización del agua y de los suelos, la pérdida de los páramos y por los efectos del cambio climático. Además, prácticamente, las fuentes de aguas ya están concesionadas y utilizadas para los distintos usos.

Adicionalmente, se estima que alrededor de 348.000 ha. adicionales están siendo regadas de manera ilegal (sin concesión), lo que daría un universo de 1'500.000 ha equipadas con riego. De este total, sólo el 18% corresponde a los 76 sistemas públicos de riego; el 31% a los sistemas comunitarios y asociativos y el 28 % a los sistemas privados-particulares, sistemas a los que se sumaría el 23% del uso del agua sin concesión, dando un total de 51% al universo de ha equipadas con riego, es decir que pertenecen a personas o entidades privadas (personas naturales, empresas, sociedades, compañías, corporaciones) (Román, et al, 2011: 41).

Adicionalmente, según el PNBV 2013 – 2017 el coeficiente de Gini medido para la concentración de la tierra en el ámbito rural para el año 2011 se situó en 0,78, que expresa que el país mantiene uno de los niveles mayores de concentración de la propiedad agraria (tierra) en el contexto latinoamericano. En Ecuador existen 739.952 Unidades de Producción Agrícola (UPAs); cerca de la tercera parte de estas UPAs tienen extensiones menores de una hectárea y ocupan apenas el 1% de la superficie agrícola total, mientras que otra tercera parte corresponde a las UPAs que tienen desde una hasta cinco hectáreas

y ocupan el 7% de la superficie. Esto muestra que las dos terceras partes de las UPAs del país se extienden en apenas el 8% de la superficie agrícola nacional.

Pero 6.616 UPAs tienen predios superiores a 200 ha y controlan el 29,1% de la superficie agrícola del país (esto es, el 20,48% y concentran también el 29% el área bajo riego en el país, es decir, casi un tercio del área agrícola dotada con riego), casi cinco veces más que el 6,22% de la superficie agrícola del país que está distribuida entre las 535.309 UPAs inferiores a 5 ha. El promedio de las UPAs pequeñas está en 1,4 ha; el promedio de las grandes, 543 ha” (Brassel, et al, 2008)

El 99% del área regada utiliza recursos hídricos superficiales, aunque se estima que gran parte del riego se realiza con agua no autorizada ni contabilizada. En cuanto al acceso, el 88% de los regantes se caracterizan por ser minifundistas y disponer de entre el 6 y el 20% de los caudales totales disponibles (Jurado, 2010:26). Estos regantes, realizan agricultura campesina y de base familiar, dentro de la cual se ubican las economías indígenas, afro ecuatorianas, montubias y especialmente las inmersas en el sector rural.

En contraste, entre el 1 al 4% de los regantes latifundistas disponen de entre 50 y el 60% de dichos caudales, muestra fehaciente del acaparamiento del agua y la distribución inequitativa del recurso (Jurado, 2010:26). Estas cifras contrastan, abrumadoramente, con las UPAs que tienen más de 100 ha., que representan apenas el 1,7% de las UPAs existentes, y paradójicamente, concentran el 42,3% de la tierra agrícola.

En cambio, las agriculturas familiares pequeñas y minifundistas y de subsistencia que representarían un 75% de las UPAs del Ecuador y contribuyen al abastecimiento alimenticio del país son las fuentes principales de producciones vitales como el arroz, la papa, el maíz suave o la leche siguen siendo considerados como ineficientes, no generadoras de riqueza y sinónimo de pobreza. Se presenta además inequidades de acceso a los recursos naturales y medios de producción (a la asistencia técnica y al crédito, entre otros).

El 75% de UPAs que son consideradas familiares y campesinas sólo acceden al 11,84% de la superficie explotada y al 25,69% de la superficie bajo riego (las fincas de más de 100 ha que representan 2,3% de las UPAs acaparan el 42,6% de las tierras y 41% del agua de riego), sólo 6,8% de las UPAs reciben asistencia técnica y sólo 7,4% de las UPAs tienen acceso al crédito.

Generación Eléctrica

Si bien existió un importante impulso del sector entre los 70s y 80s por parte del Instituto Ecuatoriano de Electrificación -INECEL-, la tendencia se vio afectada tras el bloqueo al sector eléctrico para que acceda a fuentes de recursos financieros. Entre 1995 y 1996 los reiterados racionamientos de energía derivados del estiaje dieron paso a la expedición de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico en 1996, marcada por fuerte enfoque en el desarrollo privado.

A partir del año 1999 se implementó un modelo empresarial basado en la segmentación de las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, y un modelo comercial, donde la planificación de la expansión de la generación, estaría definida por las señales de mercado. En el periodo 2000-2011, la demanda nacional de energía aumentó a una tasa mayor (6,10%) que la tasa de crecimiento económico (4,37%).

Desde el año 2008 se confió el desarrollo de la generación a la inversión privada, dejándose de lado el impulso de proyectos hidroeléctricos cuya inversión no podía ser enfrentada por el sector público, lo que trajo como resultado la limitada canalización de recursos destinados a proyectos de infraestructura.

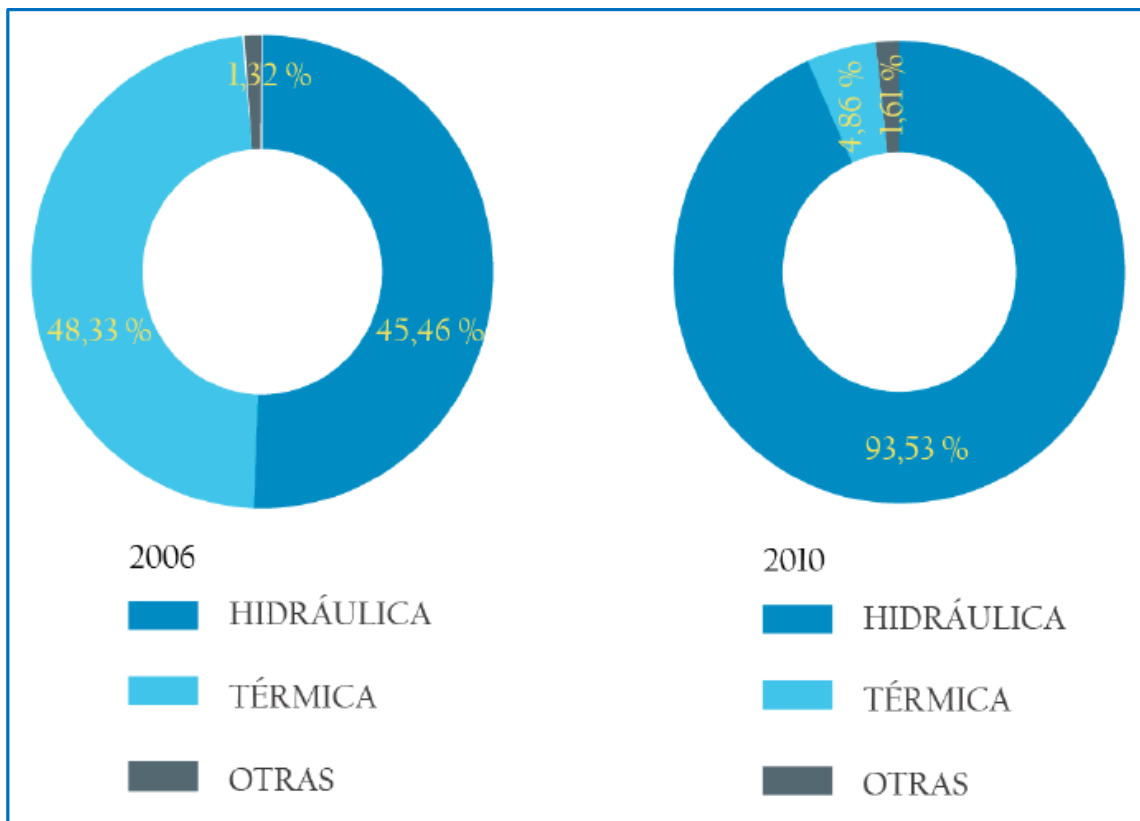
Para el año 2011, el índice de intensidad energética (capacidad máxima disponible de potencia efectiva instalada) para el Ecuador fue de 1,72, es decir, superior al promedio de América Latina y el Caribe que fue de 1,29. El índice ecuatoriano fue también superior al de Centroamérica (1,47), al del Cono Sur (1,48) y al de la CAN (1,38) (MICSE, 2012a en PNBV2013-2017: 296). Un promedio superior en el índice de intensidad eléctrica

muestra un aumento en la potencia efectiva instalada a nivel país, como resultado de la inversión en proyectos hidroeléctricos, principalmente centrales hidroeléctricas pequeñas y centrales térmicas de soporte al sistema nacional interconectado, lo que se traduce en un aumento en la oferta del recurso eléctrico a través de su capacidad instalada.

Para 1994 el 58% de la energía eléctrica fue de origen hidráulico por potencia instalada, cayendo al 42% para el 2006 en razón del incremento de la ignición de combustibles fósiles, que en opinión de expertos fue una respuesta a la desinversión del sector y consecuencia de la política de favorecer a grupos de poder alrededor del negocio de la generación térmica. (Jurado, 2010: 30).

En la actualidad el país consume aproximadamente tres veces más energía eléctrica que hace veinte años; la demanda eléctrica total pasó de 6.348 megawatts (MWh) en el año 1990 a 20.383 MWh en el año 2012. En el mismo período la generación hidroeléctrica alcanzó el 93%. De acuerdo al Gráfico 12 la generación térmica que utiliza combustibles fósiles pasó del 48,33% al 4,86%, y la incorporación de centrales de biomasa representó un 1% de la generación. Para cubrir el restante 5% de la demanda de energía eléctrica, el país ha debido importar electricidad de los sistemas eléctricos de países vecinos (Méndez, et al, 2012: 6).

Gráfico 12. Generación de energía por tipo de fuente



Fuente: SENAGUA (2010)

En lo que se refiere a las centrales hidroeléctricas, el 86,3% de la capacidad instalada se concentra en seis grandes centrales: Paute (1.100 MW); San Francisco (230 MW); Marcel Laniado (213 MW); Mazar (160 MW); Agoyán (156 MW); y, Pucará (73 MW). En los tres últimos años, el caudal promedio de ingreso al embalse Amaluza, que alimenta a la Central Hidroeléctrica Paute, descendió de 146,39 m³/s en el 2008, a 80,44 m³/s en el 2010 (PME, 2012: 30).

Si bien, se ha producido una importante reducción del parque termoeléctrico en el país, el abastecimiento de energía del sector eléctrico ecuatoriano tiene una alta dependencia del comportamiento hidrológico de las cuencas de las centrales hidroeléctricas, especialmente la del río Paute. Este particular ha provocado que en la última década las reservas de energía registren valores inferiores al 10%, configurando

un estado de operación con alta probabilidad de racionamientos de energía (Méndez, et al, 2012: 7)

La generación de hidroelectricidad representa un uso no consuntivo del agua; sin embargo, en el caso de mega y macro proyectos puede afectar el derecho a la alimentación y al acceso de las comunidades riverseñas.

Saneamiento y calidad del agua

Como resultado de los diversos usos y aprovechamiento del excurso hídrico se generan procesos de contaminación, la carencia del tratamiento de las aguas residuales así como la falta de control por parte de las instituciones evidencia los riesgos insertos tanto para la salud humana como para los ecosistemas naturales, a más de afectar la economía.

En la actualidad, la SENAGUA establece que más del 65% de los ríos ubicados por debajo de los 2.000 metros sobre el nivel del mar están contaminados y sus aguas no son aptas para el consumo humano. Los fenómenos que pueden proveerse para los próximos años sería por un lado, el aumento de los desechos líquidos y sólidos producto del crecimiento poblacional y la actividad industrial, y por otro, el incremento de la demanda de agua de buena calidad para el abastecimiento humano y agrícola.

Como es evidente, si bien el país posee grandes cantidades de agua, su contaminación pone en riesgo la disponibilidad futura de agua de calidad apta para consumo humano, riego, abrevadero, actividades recreacionales, etc. En estas circunstancias, el Ecuador podría encontrarse en una situación de escasez artificial ya que el agua de buena calidad constituirá un recurso cada vez más limitado.

Conforme los datos del Diagnóstico en Agua y Saneamiento (MIDUVI, 2008 – 2009), en las Cabeceras cantonales, el 23,77 % de los sistemas de agua para consumo humano cuentan con controles de calidad del agua. Estos datos, muestran que esto sucede en el 27,5% en la Costa, el 31,82 en la Sierra y 12% en el Oriente. En las cabeceras parroquiales, el 62% de los sistemas de agua para consumo humano tienen infraestructura

para tratamiento: el 55% realizan desinfección con cloro y solamente el 32% realizan controles de calidad del agua.

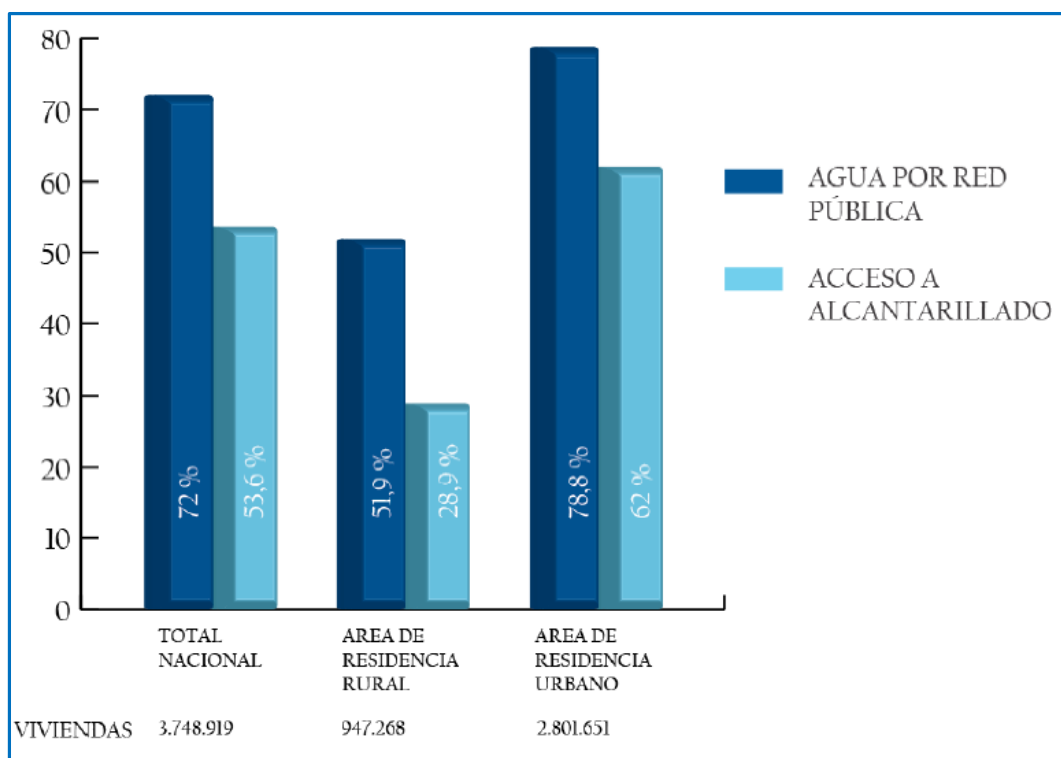
El MIDUVI concluye además, que si las coberturas se entienden en su sentido básico de dotación de infraestructura: una toma de agua, un tanque reservorio y el sistema de distribución domiciliaria, entonces, los datos nacionales de cobertura de agua en el sector rural son reales. Pero si por cobertura entendemos un enfoque sistémico de dotación de un servicio de calidad y cantidad constante de agua, entonces los datos de cobertura nacional bajarían notablemente.

Las principales causas identificadas en el diagnóstico que limitan un mejor control de la calidad y vigilancia del agua, son: la falta de periodicidad en las acciones que realiza el Ministerio de Salud Pública, insuficientes laboratorios para control de calidad de agua a nivel nacional, costos muy altos en los laboratorios existentes y limitadas capacidades para manejar este tema localmente.

Con base en los resultados del Censo 2010, el 36% (1'738.135 viviendas) del área urbana y rural no conectan el servicio higiénico o escusado a la red pública de alcantarillado ni a un pozo séptico (673.809 viviendas están localizadas en áreas rurales).

El mismo Censo indica que únicamente el 8% de las aguas negras tienen algún nivel de tratamiento previo a la descarga. Mientras que el 92% restante es descargado ilegalmente a las fuentes de agua, sin tratamiento previo. Ello principalmente debido acelerado y desordenado crecimiento urbano y la falta de una política de conservación de los cuerpos de aguas.

Gráfico 13. Cobertura de viviendas con acceso a agua con red pública y alcantarillado



Fuente: SENAGUA, 2013

De acuerdo al MIDUVI, esta situación se entiende más crítica, si consideramos que muchos de los sistemas que han reportado contar con sistemas de tratamiento previo a la descarga, no han comprobado la efectividad de los mismos. El destino final de las aguas residuales en todos los casos es una corriente de agua, sea esta: quebrada, río o mar, contaminándolos y, por lo tanto, vulnerando derechos de la naturaleza (MIDUVI 2008 - 2009).

El MIDUVI reportó que el tratamiento previo a la descarga a nivel urbano es deficitario, pues solamente el 33% de sistemas de alcantarillado tienen algún tipo de tratamiento. A nivel de cabecera parroquial rural, el 27% de los sistemas, reportan algún tipo de tratamiento previo a la descarga. Las alternativas de tratamiento más conocidas y utilizadas en este sector son: lagunas de estabilización, unidades de tipo biológico (biofiltros) y tanques IMHOFF.

Contaminación biológica

En el Ecuador, las enfermedades diarreicas producidas por la contaminación del agua constituyen una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en la población infantil. Dicha contaminación se debe principalmente a la ausencia de tratamiento de las aguas servidas. Si bien las coberturas de alcantarillado se han ampliado y mejorado en los últimos años, del 66,6% de las aguas servidas eliminadas a la red pública en sectores urbanos, apenas el 5% son tratadas (Ministerio de Salud Pública, 2010).

De esta forma, la mayoría de ríos del país cercanos a las áreas urbanas tienen altos niveles de coliformes, nitrógeno y fósforo. Así mismo, los desechos sólidos constituyen otra forma de contaminación biológica y química de las aguas.

Adicionalmente, en gran parte del país, la basura es acumulada en las afueras de las parroquias y cercanas a los cursos de agua sin ningún control ni manejo técnico. De acuerdo al Ministerio de Salud Pública, del total de desechos generados por las actividades humanas, el 15% corresponde a desechos del tipo infeccioso, lo que impacta de manera directa y negativamente a la salud humana.

Según el Ministerio de Salud Pública, en el año 2012 se importaron 49'094.704 kg de plaguicidas, lo que representa un aumento del 17% respecto al año 2011. En este marco, es evidente que el uso discriminado de fertilizantes y pesticidas en la actividad agrícola que contaminan las aguas superficiales, pero también a los acuíferos donde llegan por infiltración.

Finalmente, la problemática en la gestión del recurso hídrico se traduce en complicaciones de índole institucional, concentración del recurso, contaminación, conflictos sociales, aumento de la inversión pública en los últimos años, entre otros, para lo cual, se ve necesario el análisis desde una perspectiva multicriterial, en la cual se aborde de manera ampliada la problemática existente, situación que es analizada en el siguiente capítulo donde se describen las dimensiones e indicadores utilizados.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS MULTICRITERIAL

Resumen

La problemática en la gestión del recurso hídrico en el Ecuador es compleja y profunda, conforme el análisis contenido en el Capítulo II, en donde, se describen implicaciones de gestión, uso y aprovechamiento del recurso, contaminación, conflictos sociales, entre otros, ello implica una disyuntiva para el establecimiento de mecanismos de medición del grado de progreso de una sociedad hacia la sostenibilidad, y de manera particular, el relacionado a la inversión pública en proyectos multipropósito como elemento contributivo de la seguridad alimentaria, la cual, debe analizarse no solo desde la perspectiva económica sino desde los diversos ámbitos involucrados.

Para ello, el análisis multicriterial fue identificado como herramienta apropiada para evaluar la gestión del recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria, debido a que permite integrar en un solo marco de análisis los distintos factores que pueden resultar afectados. El enfoque analítico del análisis multicriterial permite evaluar problemas de decisión complejos que impliquen conflictos de valor e intereses así como los diferentes grupos sociales que los representen.

Constituye además, un mecanismo integral de análisis que compara diferentes opciones de política a través de la integración de un conjunto de criterios. Permite disentir en un solo marco de análisis las diversas dimensiones que caracterizan un problema complejo.

El enfoque multicriterial que se aplica en esta tesis aborda la disyuntiva respecto a la inversión en infraestructura de riego como elemento de deterioro de aspectos relacionados a la seguridad alimentaria al favorecer mecanismos que fomentan cultivos para la exportación.

Desde la conceptualización de la Economía ecológica como “ciencia de la gestión de la sostenibilidad” ésta es entendida como la capacidad de las personas para interactuar

dentro de los límites de la naturaleza, es decir, enfocado en el metabolismo social, teniendo en cuenta al sistema económico como un sistema abierto a la entrada de energía e información de la Naturaleza y la salida de residuos, de manera particular el concepto de sostenibilidad que guarda relación con el análisis multicriterial, es el concepto de sostenibilidad fuerte.

Es decir, el análisis multicriterial al igual que la Economía ecológica se enmarcan en establecer las interacciones entre el subsistema económico, el social y el ambiental, así como la imposibilidad de intercambiar las diversas formas de capital desde una perspectiva de sostenibilidad fuerte, por lo que el análisis multicriterial constituye el mecanismo idóneo para la evaluación de la gestión del recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria.

Los elementos insertos en el análisis contemplan aspectos ambientales, sociales, política pública, uso del recurso y económicos. Es decir, siguiendo a Falconí (2009), si existen un amplio número de elementos que interactúan, entonces la noción de desarrollo debe ser interpretada de la forma más amplia.

El capítulo referente al análisis multicriterial contempla 4 secciones destinadas a explicar y abordar la gestión del recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria mediante la utilización de la técnica multicriterial y el método NAIADE para la obtención de resultados.

La primera sección da cuenta del método de análisis multicriterial elegido, las bondades, ventajas, desventajas, mecanismos de agregación, entre otros aspectos del método asumido para dar respuesta al planteamiento del problema.

La sección dos, por su parte da cuenta de las fuentes de información consultadas para la construcción del análisis multicriterial, entre ellas se destaca la construcción de la matriz de impacto, la periodicidad de información contenida, el alcance y la utilidad de la misma. La sección tres hace referencia, al desarrollo mismo de la técnica multicriterial

seleccionada, se muestra el orden de alternativas como resultado de la técnica utilizada así como la comparación en pares y la matriz de equidad.

Finalmente, en la última sección se incluye los resultados y las conclusiones relacionadas al capítulo de análisis multicriterial, en la cual se evalúa los principales hallazgos encontrados y su relación con trabajos similares aunque no del mismo contenido.

Método de análisis multicriterial

El bienestar es una variable multidimensional que incluye entre otros: ingresos, crecimiento, calidad medioambiental, equidad distributiva, oferta de facilidades públicas (Munda, 1998). En tal razón, la evaluación multicriterial considera múltiples dimensiones, por lo que, constituye una herramienta poderosa de decisión y de gestión de los recursos naturales (Munda, 1995).

La toma de decisiones multicriteriales propone dar al decisor herramientas de acuerdo con su facultad para avanzar en la solución de aquellos problemas donde los puntos de vista diversos deben ser evaluados, no necesariamente como soluciones óptimas, por lo tanto, las decisiones son más flexibles que en las técnicas clásicas (Levin, 1999).

Para posibilitar un estudio integral (económico, social y ambiental) es necesario disponer de las herramientas adecuadas. El análisis multicriterial integra las diferentes dimensiones de una realidad en un solo marco de análisis para dar una visión integral, de conjunto, para de esta manera tener un acercamiento más apegado a la realidad.

Los elementos multicriteriales, constituyen una herramienta útil para determinar el impacto de acciones de desarrollo sobre la sostenibilidad de los sistemas ecológicos. Estos métodos logran incorporar los conflictos que existen entre los objetivos: económicos, sociales y ambientales.

Los eventuales problemas de decisión y comparabilidad entre la información cualitativa y cuantitativa es supera en la evaluación multicriterial, en visa de que, la primera puede ser transformada a equivalente numéricos. En la evaluación son más críticos los aspectos relacionados con la disponibilidad de la información y la incertidumbre que la acompaña ya que raras veces la información es precisa e inequívoca (Munda, 1993).

La evaluación multicriterial tiene su fundamento epistemológico en la inconmensurabilidad de valores. Así, los valores de comparación se distinguen según Funtowicz (1998) de acuerdo con 4 aspectos: conmensurabilidad fuerte, conmensurabilidad débil, comparación fuerte y comparación débil.

Los métodos basados en decisiones con criterios múltiples se aplican, no solo a los problemas específicos de la valoración ambiental, sino que están relacionados con toda la decisión económica de los recursos naturales. Por lo tanto, los agentes no optimizan sus decisiones en base a un objetivo único, sino que busca un equilibrio o compromiso entre un conjunto de objetivos en conflicto (Romero, 1997).

El AMC considera las interacciones economía-medio ambiente. De acuerdo con el procedimiento de agregación escogido, se puede aplicar el concepto de sostenibilidad en el sentido “débil” (el capital hecho por los humanos y el “capital natural” son sustitutos) o sostenibilidad en el sentido “fuerte” (el capital hecho por los humanos y el “capital natural” no son sustitutos sino complementarios). Donde nos ubiquemos, depende del grado de compensación permitida por el procedimiento de agregación.

Un problema multicriterial (con un discreto número de alternativas) puede ser explicado de la siguiente forma: A es un conjunto finito de n acciones posibles (o alternativas); m es el número de diferentes puntos de vista o criterios de evaluación g_i $i=1,2,\dots,m$ considerados relevantes en un problema de decisión, donde la acción de “ a ” es evaluada mejor que la acción b (ambas pertenecientes al conjunto A) según el i -ésimo punto de vista, si $g_i(a) > g_i(b)$.

En esta forma, un problema de decisión puede ser representado en una matriz. Dado los conjuntos A (de alternativas) y G (criterios de evaluación) y asumiendo la existencia de n alternativas y m criterios, es posible construir una matriz P ($n \times m$) denominada matriz de evaluación o impacto (Munda, 1995; Martínez-Alier et al., 1998).

Una vez establecidas las alternativas y los criterios de evaluación se estructura una matriz multicriterial que establece la jerarquización inicial de las alternativas evaluadas, junto con esta matriz se evalúa de manera paralela una matriz de equidad, donde se presenta la evaluación de cada una de las alternativas por parte de los diferentes actores clave.

La mayor bondad de los modelos multicriteriales es que permiten considerar un amplio número de datos, relaciones y objetivos que generalmente representan un problema de decisión específica, de tal forma que, dicho problema puede ser manejado desde un ámbito multicriterial.

De acuerdo a (Munda, 2002), existen algunos modelos para la elección de un procedimiento de agregación o análisis de los criterios, entre los modelos básicos se encuentran:

- Modelo lexicográfico (ordena por alfabeto, generando un atributo 'dictador').
- Modelo de la Teoría de Utilidad Multiatributo (que genera una función de utilidad agregada, transformando el criterio a monoatributo).
- Modelo de superación (que utiliza preferencias binarias de indiferencia, preferencia estricta, gran preferencia e incomparabilidad).
- Modelo de punto ideal (que selecciona alternativas acorde a su distancia a un punto ideal ficticio).
- Modelo de niveles de aspiración (que fija metas matemáticas para satisfacer al tomador de decisiones).
- Modelos cualitativos.

El análisis multicriterial con NAIADE presenta ventajas sustanciales con relación al restante de métodos multicriterio para la toma de decisiones. NAIADE es un método de toma de decisiones con criterios múltiples que permite tomar en cuenta diferentes tipos y

grados de incertidumbre presentes en el proceso investigativo, de manera particular, se ajusta a la problemática multidimensional de la relación sociedad, economía y medio ambiente.

Este método realiza un ranking de alternativas utilizando la técnica de comparación en pares, lo que permite realizar un análisis exhaustivo de la problemática en la gestión del recurso hídrico en el período de análisis propuesto y no requiere de la elaboración previa de una ponderación de criterios respecto a su importancia relativa. En tal virtud, constituye un instrumento apropiado para evaluar los criterios (años) incluidos en la matriz de impacto, lo cual, no es factible realizar con las otras metodologías propuestas.

Los valores utilizados para expresar el desempeño de las alternativas (años) con respecto a los criterios pueden ser números exactos, números estocásticos, números difusos o expresiones lingüísticas, lo cual, permite la inclusión de una gran cantidad de criterios pues la metodología a diferencia de sus similares no se limita a información numérica.

NAIADE también permite la evaluación de conflictos entre diversos grupos involucrados mediante una matriz de equidad, la cual consiste en evaluaciones lingüísticas de cada alternativa hecha por cada grupo de involucrados. Mediante este análisis es posible obtener la potencial formación de coaliciones y los niveles de conflicto entre los diversos actores involucrados, aspecto que no se presenta en el resto de las metodologías de análisis multicriterial para la toma de decisiones.

Debido al grado de conflicto del análisis multidimensional presente en la temática de la Economía Ecológica y al carácter subjetivo presente en ciertos aspectos, el método NAIADE con su matriz de impacto y matriz de equidad respectivamente constituye la herramienta más idónea y útil para el análisis de decisiones en dicho campo.

Método NAIADE

La gestión de recurso hídrico requiere múltiples decisiones que involucra a actores institucionales y sociales. La complejidad de estas decisiones requiere el apoyo de métodos científicos que puedan tratar la diversidad, la incertidumbre y la imprecisión de los datos, por éstas razones, el método NAIADE es ideal. El valor añadido de éste es que permite integrar procedimientos de análisis de conflictos en los resultados, dando una idea del grado de controversia que podrían ocasionar las actuaciones entre los diferentes agentes y grupos de interés.

Es un método creado para las evaluaciones de impacto ambiental. NAIADE (Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments) es un método multicriterial discreto, cuya matriz de impacto (o evaluación) puede incluir medidas certeras, estocásticas o difusas del desempeño de una alternativa con respecto al criterio de evaluación, por tanto, éste método es muy flexible para aplicaciones del mundo real. NAIADE ha sido creado y desarrollado en varias versiones por el profesor Giuseppe Munda.

El modelo NAIADE permite realizar dos tipos de evaluaciones:

1. La valoración asignada a cada criterio para cada alternativa da lugar a una matriz llamada matriz de impactos, que corresponde a la evaluación multicriterial.
2. La valoración cualitativa de cada alternativa por parte de los actores implicados en el proceso de evaluación, conduce a la elaboración de otra matriz denominada matriz de equidad, que establece las posibles coaliciones (agrupación de actores que defienden determinadas actuaciones)

El método NAIADE permite evaluar las alternativas de acuerdo a criterios, tomando en cuenta preferencias de distinta intensidad. El NAIADE, permite trabajar con datos cualitativos, cuantitativos difusos, determinísticos y estocásticos, acoplándose así de forma eficaz para la evaluación de problemas donde haya información cualitativa incierta como es el caso de la sostenibilidad del recurso hídrico.

Las etapas de agregación con NAIADE conforme Munda (1993) puede dividirse en 3 elementos:

1. Comparación de alternativas por pares: La comparación por pares establece diferencias para cada una de las alternativas con base en la calificación de los criterios mediante diferentes conceptos de distancia.
 - Mucho más grande que (preferencia fuerte \gg)
 - Más grande que (preferencia débil $>$)
 - Aproximadamente igual a ($= \sim$)
 - Muy igual a ($=$)
 - Inferior a (indiferencia débil $<$)
 - Inferior a (indiferencia fuerte \ll)

Se asume que un valor alto en un criterio evaluado bajo una alternativa cualquiera se prefiere con respecto a un valor bajo.

2. Agregación de todos los criterios evaluados: Las preferencias parciales (en cada uno de los criterios) se agregan en una única preferencia. El parámetro α establece el nivel al cual se considera válida la preferencia.
3. Análisis de alternativas: Las alternativas se comparan calculando los rankings globales. Adicionalmente, el NAIADE permite el análisis de las potenciales alianzas entre los actores sociales a partir de la matriz de equidad.

En esta tesis, para responder a los objetivos planteados, la evaluación multicriterial y, en concreto, la aplicación del modelo NAIADE, se ha combinado con métodos de análisis institucional (gestión de SENAGUA) e investigación de actores sociales, lo que ha permitido definir el problema a evaluar, delimitar el ámbito de estudio e identificar los actores e intereses que intervienen, así como las alternativas (años) y criterios que dichos actores proponen para avanzar en el debate, conforme los resultados obtenidos.

Dimensiones y criterios evaluados

Al aplicar el análisis multicriterial con el NAIADE, se evalúa la gestión del recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria mediante un conjunto de indicadores que se enfocan en 5 dimensiones. La sostenibilidad es definida mediante el resultado positivo en cada una de las dimensiones, las cuales componen la matriz de análisis multicriterial y que se detallan a continuación.

El objetivo planteado es evaluar la sostenibilidad del recurso hídrico desde una perspectiva multicriterial, que incluyen las fuentes y usos del recurso hídrico en actividades de producción agrícola del Ecuador, además, de su relación con el flujo de materiales en el comercio exterior medida mediante la huella hídrica por producción de los principales productos de exportación y su vinculación con el comportamiento de la seguridad alimentaria durante los años 2002 al 2012.

El resultado final es, que el conjunto de indicadores incluidos en el modelo, den una pauta de cómo ha evolucionado la sostenibilidad del recurso hídrico en lo referente a seguridad alimentaria de forma agregada y además realizar el análisis del comportamiento por variable y dimensión.

Dimensión 1: Dimensión Económica (incluyen 4 indicadores)

Esta dimensión evalúa el desarrollo económico nacional promovido a partir de la inversión pública en proyectos multipropósito a través de 4 indicadores: inversión en proyectos hídricos, PIB agrícola, ingresos por concesiones para uso local, ingresos por concesiones para uso industrial. En el caso de las concesiones, se toman ingresos directos conforme las competencias de la autoridad única del agua.

Dimensión 2: Dimensión Política Pública (incluyen 4 indicadores)

La dimensión de política pública aborda el fomento de la sostenibilidad del recurso hídrico desde el esfuerzo del Estado, lo que implica la inclusión de 4 indicadores: autosuficiencia administrativa, inversión hídrica desconcentrada, conflictos por el uso de agua y cobertura de agua potable.

Dimensión 3: Dimensión Consumo del recurso (incluyen 2 indicadores)

Esta dimensión aborda el uso del recurso en actividades de consumo a partir de dos indicadores: cobertura de alcantarillado y saneamiento y brecha de consumo sostenible de agua.

Dimensión 4: Dimensión Ambiental (incluyen 3 indicadores)

Esta dimensión analiza las afectaciones a la biodiversidad que influyen en la sostenibilidad del recurso hídrico que se deriva directamente de la actividad de producción agrícola, mediante la inclusión de indicadores como: área protegida para abastecimiento, huella hídrica por producción, agroquímicos utilizados.

Dimensión 5: Dimensión Seguridad Alimentaria (incluyen 3 indicadores)

Esta dimensión se analiza a partir de elementos, entre ellos: ampliación de la frontera agrícola total y la destinada para consumo local, consumo de agua de riego para productos de uso doméstico, demanda de caudales de sistemas comunales y campesinos, los cuales repercuten en el fomento de la seguridad alimentaria como mecanismo de producción agrícola para consumo local.

Las alternativas incluidas en el análisis multicriterial constituyen los períodos de evaluación durante los años 2002, 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012, ello principalmente, por la disponibilidad de información para cada uno de los indicadores incluidos en las 5 dimensiones, lo que representa un análisis actualizado y continuo que permite además realizar la evaluación de acuerdo al acceso a la información y apegado a la conceptualización teórica del análisis. Así, con el análisis planteado se podrá:

- Clasificar las alternativas (años) de acuerdo a los criterios de evaluación con el fin de identificar en que año tuvo mejor comportamiento la sostenibilidad del recurso hídrico.
- Estudiar el comportamiento de los criterios (variables) por separado, con el objeto de realizar un análisis segmentado por indicador y por dimensión y sus debidas implicaciones para la sostenibilidad del recurso hídrico.

- Generar indicios sobre la distancia entre las posiciones que tienen los grupos de interés en la problemática del recurso hídrico.

La clasificación del análisis multicriterial mediante el método NAIADE permite que se realicen los dos tipos de evaluaciones. La primera está basada en los valores del puntaje asignado al criterio de cada alternativa y se la ejecuta por medio del uso de una matriz de impacto (alternativas versus criterios). La segunda analiza los conflictos entre los diferentes grupos de interés y la posible formación de coaliciones dependiendo de las alternativas propuestas (matriz de equidad - evaluación lingüística de las alternativas realizada por cada grupo).

De manera seguida, se presenta el análisis multicriterial desglosado en dos segmentos. El primer análisis inserto (matriz de impacto) tiene como finalidad evaluar las alternativas y la evolución de los indicadores seleccionados, mientras que el segundo tiene el objeto de identificar la distancia entre las posiciones de los actores (matriz de equidad). Además, se incluyen complementos analíticos como pruebas de sensibilidad, uso de otras alternativas para la matriz de impacto, entre otros.

Fuentes de información

La estructuración de la matriz de impacto, las dimensiones de análisis, así como los indicadores, corresponden a las fuentes de información disponibles para los años: 2002, 2004, 2006, 2008, 2010 y 2012 de los siguientes registros:

- ❖ Banco de proyectos de inversión SENAGUA - Reporte ESIGEF Ministerio de Finanzas sobre el presupuesto asignado y ejecutado.
- ❖ PIB Agrícola calculado Banco Central del Ecuador - Ministerio de Agricultura.
- ❖ Balance Hídrico SENAGUA – Matriz de fuentes y usos - Base de concesiones de agua.
- ❖ Modelo de Gestión Estratégica y Desconcentración SENAGUA.
- ❖ Diagnóstico y perfiles de proyectos de inversión SENAGUA.
- ❖ Censo de Población y Vivienda - Encuesta de Empleo Desempleo y Subempleo Urbano Rural.

- ❖ FAO - Evaluación y análisis de la huella hídrica y agua virtual de la producción agrícola en el Ecuador.
- ❖ Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua - INEC - Ministerio de Agricultura.

Del banco de proyectos y diagnósticos de SENAGUA, se tomaron los análisis territoriales, de población, sociales y ambientales contenidos con los proyectos de riego y multipropósito que se encuentran en implementación hasta el año 2012, en los cuales, se identificó la percepción, interés y opinión respecto a la temática planteada.

De manera seguida, se plantearon los indicadores para construir cada una de las dimensiones, a la que se anexó la información histórica de producción agrícola de la Encuesta de Superficie y Producción Agrícola Continua (ESPAC), siguiendo la metodología del análisis multicriterial previamente descrito.

La Tabla 4 muestra la estructuración de las variables que forman parte de la matriz de impacto, su fuente y forma de cálculo, entre otras, lo que permitirá realizar la matriz de equidad para la evaluación multicriterial de la sostenibilidad del recurso hídrico.

Tabla 4. Indicadores y fuentes información de la matriz de impacto

Indicador	Descripción	Objetivo	Unidad de medida	Escala	Fuente de información	Período de información disponible	Forma de cálculo
Dimensión económica	Promover el desarrollo económico nacional a partir de la inversión pública en proyectos para el control inundaciones y riego						
Inversión en proyectos hídricos	Promueve el desarrollo de las economías agrícolas y por ese medio la economía nacional	Max.	millones de \$	Nacional Cuenca Hidrográfica	Banco de proyectos de inversión SENAGUA - Reporte ESIGEF Ministerio de Finanzas	Periodicidad anual 2000 al 2012	Inversión ejecutada en proyectos multipropósito (se excluye gasto corriente)
PIB Agrícola	Promover el desarrollo económico nacional a partir del crecimiento del PIB agrícola	Max.	\$ constantes (millones)	Nacional	Banco Central del Ecuador - Ministerio de Agricultura	Periodicidad anual 2000 al 2012	PIB de la agricultura, ganadería, caza y silvicultura
Ingresos por concesiones hídricas para uso local	Se asume que este tipo de ingresos podrán reinventarse en el desarrollo de las economías agrícolas. Los recursos derivados de ingresos por concesiones representan ingresos adicionales para la inclusión en proyectos de inversión de manera particular los relacionados a forestación y recuperación.	Max.	millones de \$	Nacional Provincial	Balance Hídrico SENAGUA - Fuentes y Usos SENAGUA: Base de concesiones por número y caudal	Periodicidad anual 2000 al 2004, 2006 al 2008, 2010 al 2012 No se dispone de registros para los años 2005 y 2009	Ingresos por concesiones para abrevadero, balneología y termales, uso doméstico (alimentación-limpieza), agua potable y riego. Los ingresos de concesiones de riego en su mayoría provienen de usuarios comunales y personas naturales

Indicador	Descripción	Objetivo	Unidad de medida	Escala	Fuente de información	Período de información disponible	Forma de cálculo
Ingresos por concesiones para uso industrial y otros usos	Los recursos derivados de ingresos por concesiones representan ingresos adicionales de la SENAGUA para la inclusión en proyectos de inversión de manera particular los relacionados a forestación y recuperación.	Max.	millones de \$	Nacional	Balance Hídrico SENAGUA - Fuentes y Usos SENAGUA: Base de concesiones por número y caudal	Periodicidad anual 2001 al 2004, 2007 al 2012 No se dispone de registros para los años 2005 y 2006	Ingresos por concesiones para industria, fuerza mecánica, aguas de mesa (embotellamiento), piscícola, sin uso definido. Los valores son en su mayoría de personas jurídicas
Dimensión Política Pública	Fomentar la sostenibilidad del recurso hídrico desde la construcción local de la política pública						
Autosuficiencia administrativa de la gestión hídrica	La gestión administrativa y financiera autónoma de las entidades desconcentradas fortalece la sostenibilidad del recurso hídrico	Max.	%	Nacional Cuenca hidrográfica	Modelo de Gestión Estratégica y Desconcentración SENAGUA	Periodicidad anual Del 2007 al 2012	Número de entidades desconcentradas (cuencas hidrográficas) / 9 (total de entidades a desconcentrarse) Se define entidad desconcentrada como la incorporación territorial de las Zonas de Planificación de SENAGUA.
Inversión hídrica desconcentrada	Las entidades desconcentradas promueven inversiones en proyectos locales.	Max.	%	Nacional Cuenca hidrográfica	Modelo de Gestión Estratégica y Desconcentración SENAGUA	Periodicidad anual Del 2007 al 2012	Inversión ejecutada en proyectos multipropósito por entidades desconcentradas / inversión ejecutada en proyectos multipropósito total

Indicador	Descripción	Objetivo	Unidad de medida	Escala	Fuente de información	Período de información disponible	Forma de cálculo
Conflictos por el uso de agua	Evidencia las tensiones sociales presentes al momento del uso y aprovechamiento del recurso hídrico	Min.	# conflictos	Nacional Provincial	Diagnóstico de proyectos de inversión SENAGUA	Periodicidad anual Del 2000 al 2002, 2004, Del 2006 al 2008, Del 2010 al 2012 No se dispone de información de 2003, 2005 y 2009	Número de conflictos registrados en la Defensoría del pueblo, la Defensoría pública y/o la Policía Nacional
Cobertura de agua potable	Una mayor cobertura de agua potable contribuye a un manejo sostenible del recurso hídrico	Max.	%	Nacional Provincial Cantonal	Encuesta de Empleo Desempleo y Subempleo Urbano Rural	Periodicidad anual Del 2000 al 2012	Número de viviendas con acceso a red pública de agua potable / total de viviendas
Dimensión consumo del recurso	Identificar el uso del recurso en actividades de consumo						
Cobertura de alcantarillado y saneamiento	Una mayor cobertura de alcantarillado y saneamiento contribuye a un manejo sostenible del recurso hídrico	Max.	%	Nacional Provincial Cantonal	Encuesta de Empleo Desempleo y Subempleo Urbano Rural	Periodicidad anual Del 2000 al 2012	Número de viviendas con acceso a red pública de alcantarillado / total de viviendas

Indicador	Descripción	Objetivo	Unidad de medida	Escala	Fuente de información	Período de información disponible	Forma de cálculo
Brecha de consumo sostenible de agua	<p>Evalúa el consumo sostenible de agua por habitante de acuerdo al estándar de la OMS como asignación crítica de supervivencia.</p> <p>En vista de que el consumo nacional promedio sobrepasa el estándar OMS, el objetivo es minimizar el indicador. El consumo sostenible se entiende como el consumo en m³ por habitante al año frente al estándar OMS de 2700 (m³/hab. /año).</p>	Min.	m ³ /hab/año	Nacional Provincial	Balance Hídrico SENAGUA - Fuentes y Usos	<p>Periodicidad anual</p> <p>Del 2000 al 2002, 2004, Del 2006 al 2008, Del 2010 al 2012</p> <p>No se dispone de información de 2003, 2005 y 2009</p>	<p>Consumo en m³ por habitante al año / estándar OMS (2700 m³/hab /año).</p> <p>Incluye la dotación crítica para supervivencia (alimentación, aseo), además incluye el estrés hídrico, es decir cuando la demanda de agua es más importante que la cantidad disponible durante un periodo determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad.</p>
Dimensión ambiental	Identificar las acciones que influyen en la sostenibilidad del recurso hídrico						
Área protegida para abastecimiento	<p>Evaluar las extensiones de territorio destinadas como áreas protegidas para reservorios y abastecimiento de agua para sus diferentes usos.</p>	Max.	# de hectáreas	Nacional Provincial	Balance Hídrico SENAGUA - Fuentes y Usos	<p>Periodicidad anual</p> <p>Del 2000 al 2012</p> <p>Sin información en años 2001 2003 2005 y 2009</p>	<p>Número de hectáreas consideradas como áreas protegidas destinadas al abastecimiento de agua y la oferta del recurso</p>

Indicador	Descripción	Objetivo	Unidad de medida	Escala	Fuente de información	Período de información disponible	Forma de cálculo
Huella hídrica por producción	El aumento de la huella hídrica pone en riesgo a la sostenibilidad de recurso hídrico y la seguridad alimentaria. La huella hídrica es calculada para los 12 principales productos de exportación.	Min.	m3	Nacional	FAO - Evaluación y análisis de la huella hídrica y agua virtual de la producción agrícola en el Ecuador	Periodicidad anual Del 2000 al 2002, 2004, Del 2006 al 2008, Del 2010 al 2012 No se dispone de información de 2003, 2005 y 2009	Metodología según Honestar y Chapaban (2008) y FAO - Incluye Huella Hídrica verde, azul, gris de 12 principales productos de exportación: banano, cacao, caña de azúcar, naranja, palma africana, plátano, arroz (cáscara), maíz, papa, yuca, tomate, café. Huella Hídrica * Toneladas producidas año por producto.
Agroquímicos utilizados	El consumo de una mayor cantidad de agroquímicos introduce riesgos a la seguridad alimentaria.	Min.	%	Nacional	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua - INEC - Ministerio de Agricultura	Periodicidad anual Del 2002 al 2012	Número de toneladas métricas que utilizan más de 2 agroquímicos en el proceso productivo / total de producción
Dimensión Seguridad Alimentaria	Fomentar la seguridad alimentaria mediante actividades de producción agrícola de consumo interno						

Indicador	Descripción	Objetivo	Unidad de medida	Escala	Fuente de información	Período de información disponible	Forma de cálculo
Ampliación Frontera Agrícola para uso doméstico	<p>Evaluar indirectamente la seguridad alimentaria mediante la expansión de territorio destinada a actividades agrícolas o pastoreo, como elemento de acceso al recurso tierra, cuyo destino de la producción sea venta interna o autoconsumo.</p> <p>El aumento de la frontera agrícola supondrá una contribución a la seguridad alimentaria.</p>	Max.	millones de hectáreas	Nacional Regional	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua - INEC - Ministerio de Agricultura	Periodicidad anual Del 2002 al 2012	Número de hectáreas destinadas a cultivos permanentes, transitorios y/o pastoreo de venta interna o autoconsumo.

Indicador	Descripción	Objetivo	Unidad de medida	Escala	Fuente de información	Período de información disponible	Forma de cálculo
Ampliación Frontera Agrícola uso no domestico	<p>Evaluar indirectamente la seguridad alimentaria mediante la expansión de territorio destinada a actividades agrícolas o pastoreo, como elemento de acceso al recurso.</p> <p>El aumento de la frontera agrícola supondrá una contribución a la seguridad alimentaria.</p>	Min.	millones de hectáreas	Nacional Regional	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua - INEC - Ministerio de Agricultura	Periodicidad anual Del 2002 al 2012	Número de hectáreas destinadas a cultivos permanentes, transitorios y/o pastoreo.
Consumo de agua de riego para cultivos de uso doméstico	<p>Evaluar la seguridad alimentaria mediante el destino de la producción agrícola.</p> <p>Se verá fortalecida la seguridad alimentaria mediante el consumo de una mayor proporción del recurso hídrico en cultivos de uso doméstico.</p>	Max.	%	Nacional	Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua - INEC - Ministerio de Agricultura	Periodicidad anual Del 2002 al 2012	Producción consumo interno: Unidades de producción Agrícola (UPA) cuyo destino de producción sea venta interna y/o autoconsumo. Consumo de agua de riego para cultivos de uso doméstico / consumo total de agua de riego.

Indicador	Descripción	Objetivo	Unidad de medida	Escala	Fuente de información	Período de información disponible	Forma de cálculo
Demanda de caudal sistemas comunales - campesinos	Se verá fortalecida la seguridad alimentaria si es que se consume una mayor proporción del recurso hídrico por parte de sistemas comunales - campesinos.	Max.	millones m3/año	Nacional Provincial	Balance Hídrico SENAGUA - Fuentes y Usos. SENAGUA: Base de concesiones por número y caudal	Periodicidad anual Del 2000 al 2012 Sin información en años 2003, 2005 y 2009	Metros cúbicos por concesiones destinadas para riego por parte de sistemas comunales. De manera particular las concesiones a personas naturales de sistemas comunales – campesinos.

Fuente: Varios registros

Adicionalmente, se han identificado distintos indicadores que evalúan la gestión, recursos financieros, proyectos, actores inmersos, seguridad alimentaria, empleo, así como sectores de la población en conflicto relacionado a la administración y/o uso del recurso hídrico insertos en las 5 dimensiones de análisis.

Cada indicador con ámbito de cobertura nacional, ha sido seleccionado debido a que representa un aspecto particular de evaluación de la sostenibilidad del recurso hídrico.

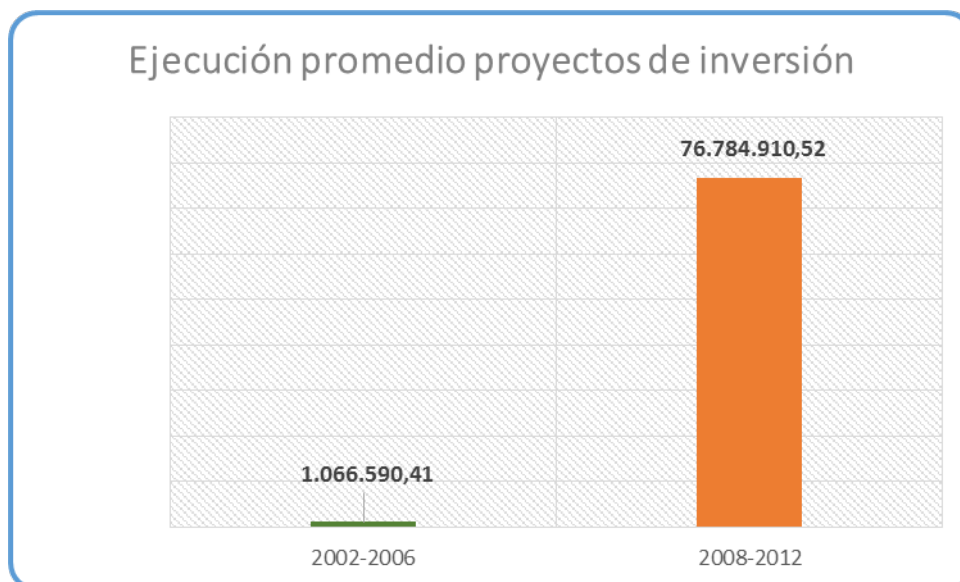
Análisis de los Indicadores

Indicador 1: Inversión en proyectos hídricos

Durante el período 2002-2006, se ejecutaron en promedio 1'066.590 dólares en proyectos de inversión multipropósito, lo que contempla infraestructura destinada para riego, hidroelectricidad, control de inundaciones, consumo humano, abrevaderos, entre otros. De su parte, en el período 2008-2012, 76'784.910 dólares fueron destinados para el mismo concepto, lo que evidencia un crecimiento superior al 7.000% durante los dos períodos analizados (Ver Gráfico 14).

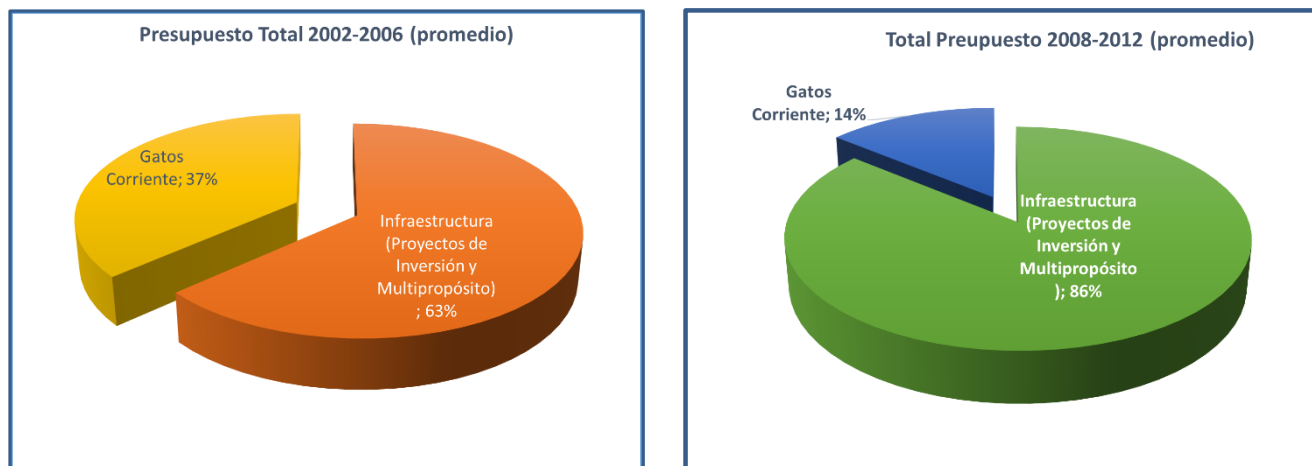
Con respecto a la estructura presupuestaria, los recursos destinados a la gestión del recurso hídrico en el período 2002-2006 constituía un componente mayoritariamente destinado a gasto corriente, a diferencia del presupuesto del período 2008-2012 donde la prioridad se sustenta en la inversión (Ver Gráfico 15)

Gráfico 14. Montos asignados y ejecutados en proyectos de inversión



Fuente: SENAGUA

Gráfico 15. Estructura presupuestaria (SENAGUA)



Fuente: SENAGUA

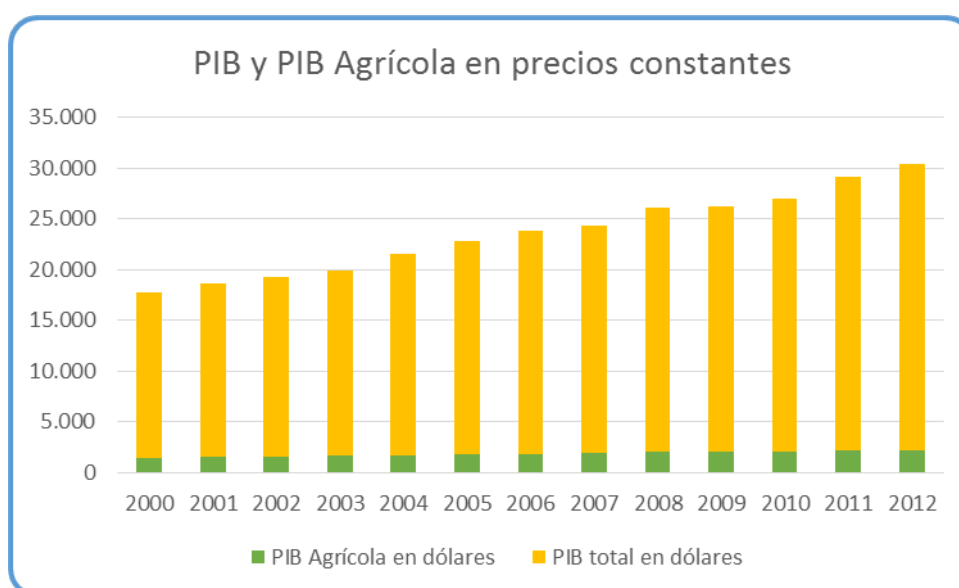
Indicador 2: PIB Agrícola

La producción nacional medida en términos de PIB y PIB agrícola evidencia un crecimiento limitado en los últimos años, lo que permite suponer que los esfuerzos en inversión destinada a riego productivo tienen como destino el mercado local o aún no son

visibles (al menos en términos de PIB) los retornos provenientes de los recursos destinados a proyectos de inversión multipropósito conforme la información del período analizado.

Durante el primer período el PIB agrícola alcanzó los 1.171 millones de dólares, frente a 1.252 millones de dólares del período 2008-2012. El PIB agrícola representa en promedio el 8,64% del total del PIB. La variación durante los períodos analizados es significativa en vista de que su aumento ha sido de solo el 3,6% (Ver Gráfico 16).

Gráfico 16. PIB y PIB Agrícola en precios constantes (millones de dólares)



Fuente: Banco Central del Ecuador

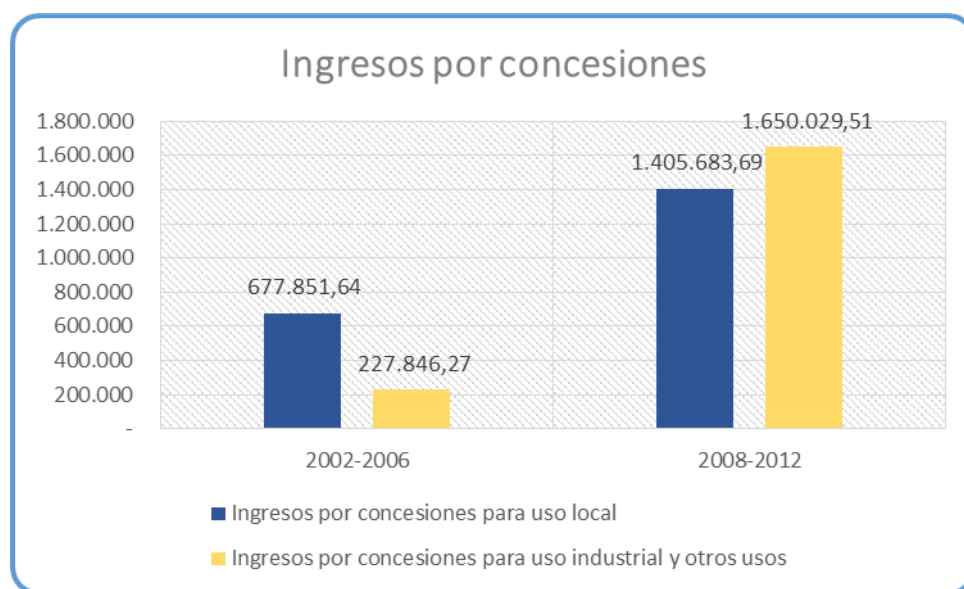
Indicador 3 y 4: Ingresos por concesiones para uso local / uso industrial

Durante el período 2002-2006 los ingresos recibidos por concesiones para uso local, fueron 2,98 veces superiores a los ingresos recibidos por concesiones para uso industrial, de su parte, en el período 2008-2012, la relación es de 0,85 veces más (Ver Gráfico 17).

El aumento de los ingresos provenientes por concesiones evidencia la incorporación de políticas y controles para la eliminación de concesiones que no contaban

con respaldos y sustentos jurídicos, durante los años 2008 y 2009 la SENAGUA da de baja más de 2.700 concesiones tanto industriales como para uso local. Adicionalmente, se establecieron ajustes a las tarifas de concesión, las cuales son categorizadas para la mejor gestión y el aprovechamiento óptimo del recurso, con ello, se cuenta con un sistema tarifario para la concesión de agua, sin embargo, la aplicación es parcial, principalmente por la retroactividad y renegociación de los plazos y montos de concesiones realizadas en años anteriores (Ver Tabla 5).

Gráfico 17. Ingresos promedio por concesiones para uso local / uso industrial



Fuente: SENAGUA

Adicionalmente, se han establecido regulaciones y políticas para la identificación del aprovechamiento del agua que no realiza el pago respectivo, principalmente en actividades industriales y de recreación. Los lineamientos de la Secretaría Nacional de Agua han permitido identificar y cuantificar los concesionarios morosos en usos del agua en: riego, fuerza mecánica, industria, aguas de mesa, hidroelectricidad, piscícola, lo que suma para el año 2010 un valor adeudado de 17'385.951 dólares.

Tabla 5. Sistema tarifario para concesión de agua

1 l/s: 31.540 m³/ año

Uso de Agua	Costo USD	Unidad
RIEGO CON AGUA SUPERFICIAL SIN MEDIDOR	1,85	l/s
RIEGO CON AGUA SUPERFICIAL CON MEDIDOR	1,08	l/s
RIEGO CON AGUA SUBTERRÁNEA	1,08	l/s
FUERZA MECÁNICA	1,72	HP
AGUAS DE MESA MINERALES Y NO MINERALES	6.307,20	l/s
AGUAS TERMAL Y NO TERMALES (Fines Recreativos)	504,57	l/s
HIDROELECTRICIDAD (por agua utilizada)	1,08	l/s
INDUSTRIA		
Hasta 0,32 l/s (10.000 m ³ anuales)	7,47	l/s
Hasta 31,71 l/s (1'000.000 m ³ anuales)	497,66	l/s
Hasta 317,1 l/s (10'000.000 m ³ anuales)	4.011,57	l/s
Mas de 3.171 l/s (Mas de 100'000.000 m ³ anuales)	30.131,44	l/s

Fuente: SENAGUA

Indicador 5 y 6: Autosuficiencia administrativa e inversión ejecutada en proyectos de manera desconcentrada.

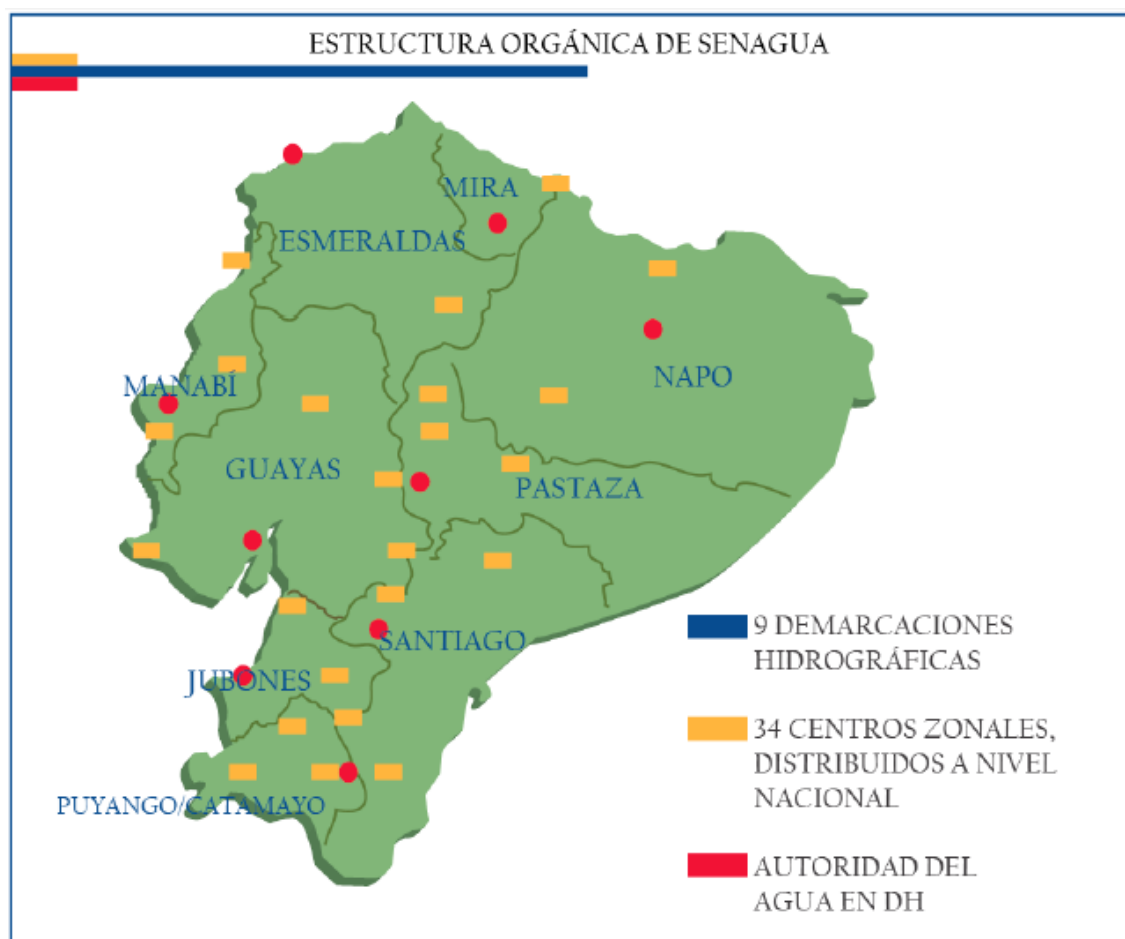
La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), a partir del año 2007, lleva a cabo el proceso de desconcentración del ejecutivo en niveles administrativos de planificación, lo que permitió la descentralización, es decir, la transferencia de responsabilidades y recursos hacia los gobiernos autónomos, además, se establece la desconcentración, lo que permitirá trasladar los servicios que ofrece una entidad de nivel nacional hacia una de sus dependencias del nivel zonal o territorial.

El proceso llevado a cabo por la SENPLADES contempla, el establecimiento de 9 zonas de planificación, 140 distritos y 1.134 circuitos. Los servicios que son provistos desde el nivel central tendrán su representatividad hasta el nivel distrital dependiendo de la cartera de servicios ofertada por los diferentes Ministerios.

La Secretaría Nacional del Agua, se encuentra inmersa dentro de este proceso, sin embargo, dado el nivel de gestión, estructuración, cartera de servicios, entre otras, su estructuración no se ajusta de manera homogénea en todo el territorio nacional. La conformación de unidades administrativas desconcentradas de la SENAGUA contempla 9 demarcaciones hídricas que son estructuradas de acuerdo a condiciones geográficas, existencia de cuencas, microcuencas geográficas y la oferta del recurso hídrico a nivel local.

Las 9 demarcaciones hídricas contemplan la incorporación de una autoridad del agua de la demarcación hídrica, quien realizará el proceso desconcentrado de gestión del recurso hídrico en el ámbito jurisdiccional asignado. A su vez, se establecen 34 centros zonales distribuidos a nivel nacional.

Gráfico 18. Estructura orgánica territorial SENAGUA



Fuente: SENAGUA

Durante el período 2002-2006 no existía ni desconcentración ni descentralización en la gestión del recurso hídrico en vista de que las políticas, lineamientos, planes, programas y proyectos eran llevados a cabo desde el ámbito nacional. La implementación de la gestión desconcentrada inicia en el año 2007 con la habilitación de autoridades del agua en 2 cuencas hidrográficas, lo que representa el 11,1%, de la implementación, para el año 2012 se alcanza el 100% mediante la existencia de una autoridad del agua en las 9 cuencas hidrográficas.

La utilización de los recursos está supeditada a la existencia de la autoridad del agua en la demarcación hídrica, en tal virtud, en el período 2002-2006 no se ejecutaron recursos destinados a proyectos desde el ámbito local, de su parte en el período 2008-20012, del total de recursos ejecutados en la construcción de proyectos multipropósito, el 36,4% ha sido ejecutado desde las demarcaciones hídricas, lo que representa 58'636.983 dólares.

Indicador 7: Conflictos en el uso del agua

La conflictividad en el uso del agua es catalogada por los registros de denuncias, arbitrajes y mediación que los cuales fueron llevados a cabo a través de la Defensoría del Pueblo, Defensoría Pública y Policía Nacional. Los principales conflictos se presentan en el aprovechamiento del recurso hídrico al momento de la implementación de un proyecto y posterior establecimiento de mecanismos de compensación de las poblaciones aledañas.

Gráfico 19. Conflictos en el aprovechamiento del agua



Fuente: SENAGUA

Durante el período 2002-2006 se registraron en promedio 2.908 conflictos relacionados al uso y aprovechamiento del recurso hídrico, por su parte, en los años 2008-2012 se evidenciaron en promedio 4.653 conflictos. Solo en el año 2012 se registraron 5.923 conflictos que tienen relación el aprovechamiento del recurso hídrico (Ver Gráfico 19).

Indicador 8: Concentración de concesiones por industria

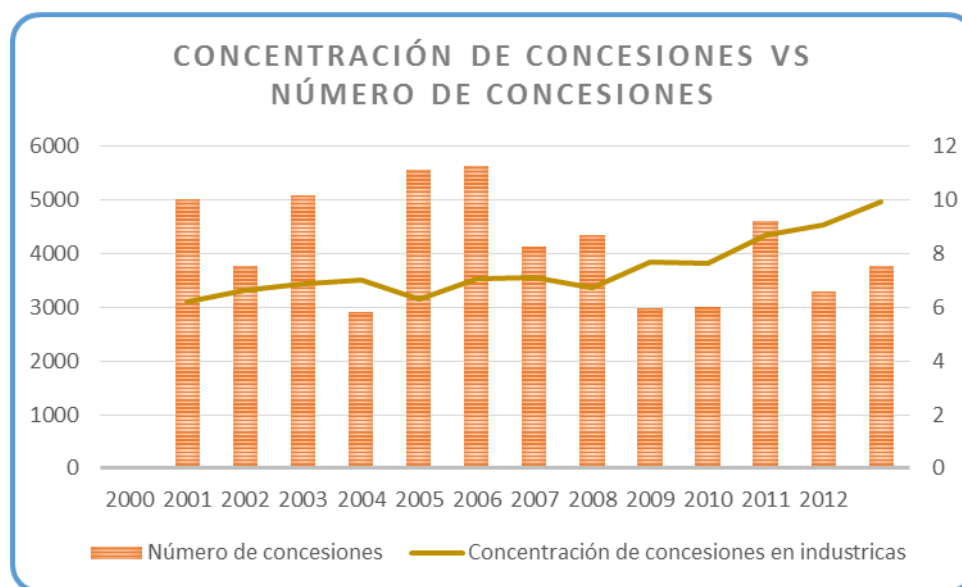
La Secretaria Nacional del Agua en los últimos años ha establecido un sistema tarifario para la concesión de agua conforme la Tabla 5, dicho proceso contempla el otorgamiento del derecho de aprovechamiento del agua para diversos usos, entre ellos el dedicado para riego por parte de los diferentes actores.

La unidad en la que se otorga las licencias a los diferentes usuarios es litros/segundo, para el cálculo del *Indicador 8* se unifican dichas licencias en millones de m³/año, bajo la equivalencia de 1 litro/segundo corresponde a 51.5430 m³/año.

Durante el periodo 2002-2006 se han entregado un total de 4.587 concesiones destinadas al aprovechamiento del agua para riego, mientras que en los años 2008-2012 en promedio se han entregado en promedio 3.668. Durante los años 2008 y 2009 la SENAGUA ha revertido las concesiones de alrededor de 2.700 concesiones para

diferentes usos. Solo en el año 2012, se entregaron 3.762 concesiones para el aprovechamiento del recurso hídrico.

Gráfico 20. Concentración de concesiones de agua



Fuente: SENAGUA

A pesar de que el número de concesiones en promedio se han reducido en el último período analizado, la relación entre los m³/año destinados a riego en el sector agrícola industrial en promedio es 7,5 veces mayor al volumen cúbico entregado a usuarios comunales. (Ver Gráfico 20).

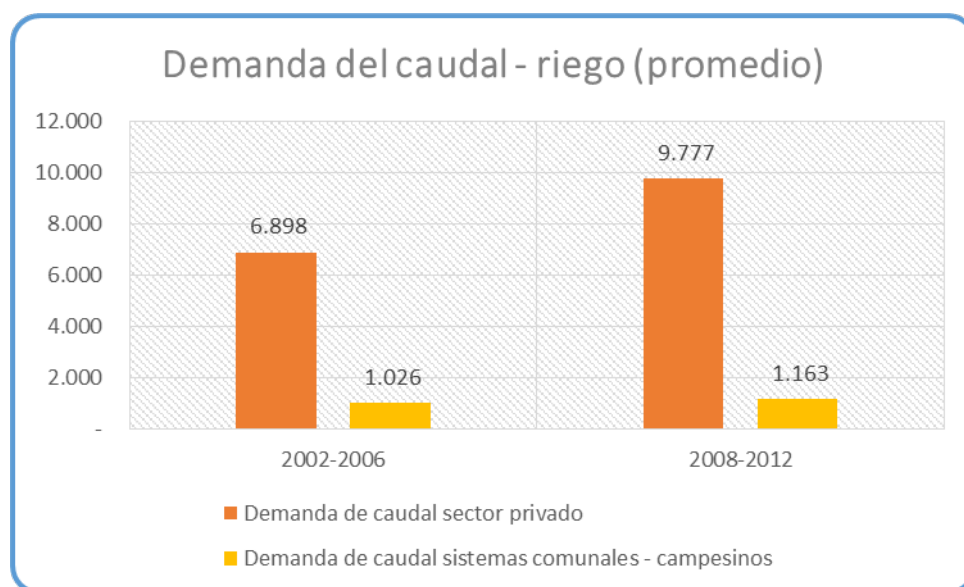
Indicador 9 y 10: Demanda del caudal del sector privado / sistemas comunales

La Secretaría Nacional del Agua contempla entre sus usuarios para el otorgamiento de licencias de aprovechamiento del agua a personas públicas, privadas y actores comunitarios. Dentro de las concesiones entregadas para el uso del recurso destinada a riego los actores son principalmente industrias productivas y usuarios comunales.

El Gráfico 21 evidencia la concentración del caudal por parte de usuarios industriales destinada al aprovechamiento en riego, dicha concentración equivalía en promedio a 7,5 veces más en términos per cápita respecto a usuarios comunales. En el período 2008-2012 se han entregado en promedio 9.777 millones de m³/año a usuarios

industriales, frente a 1.163 metros³/año para satisfacer la demanda de sistemas comunales – campesinos, lo que muestra una relación en promedio de 8,1 veces más en beneficio del ente industrial (Ver Gráfico 21).

Gráfico 21. Demanda promedio de caudal para riego



Fuente: SENAGUA

Indicador 11 y 12: Cobertura agua potable / alcantarillado y saneamiento

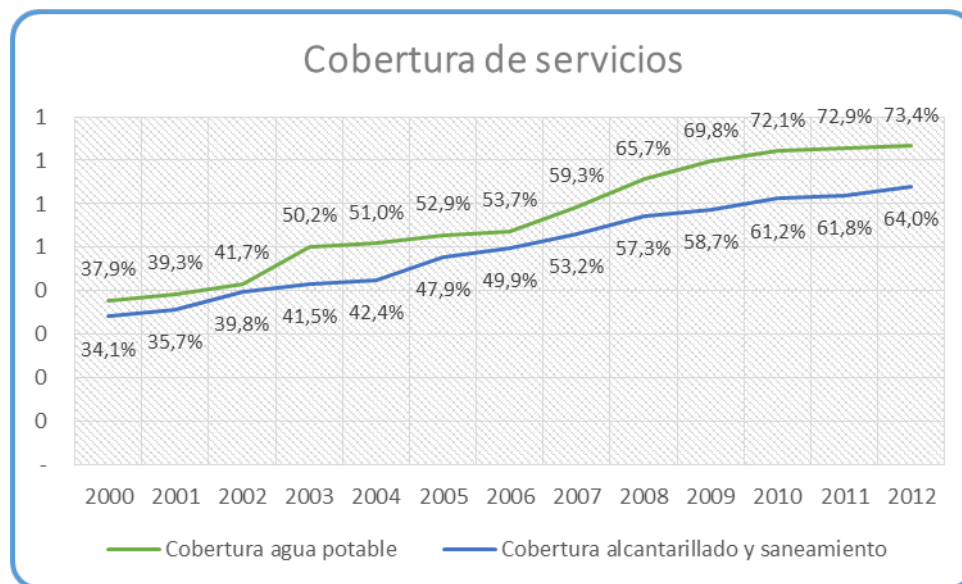
El crecimiento demográfico y poblacional durante los últimos años alcanza el 1,8% anual, lo que contribuye al consumo del recurso hídrico relacionado a agua potable y los servicios de alcantarillado y saneamiento.

El balance hídrico de la SENAGUA no contempla de manera directa los metros cúbicos año destinada para este consumo, en vista de que las competencias relacionadas al abastecimiento de estos servicios corresponden a los gobiernos locales. En compensación a la limitación de información, se incluye la cobertura de agua potable y alcantarillado, es decir el porcentaje de viviendas que cuenta con el servicio.

Los indicadores 11 y 12, constituyen también indicadores sociales y evidencian el avance de la política pública respecto a la reducción de la pobreza, en los últimos años

han aumentado las coberturas a nivel nacional (Ver Gráfico 22) e indirectamente contribuye al aumento de la demanda del recurso hídrico.

Gráfico 22. Cobertura de servicios



Fuente: INEC

Indicador 13: Brecha de consumo por habitante

El balance hídrico de la SENAGUA contempla el promedio de m³/hab./año que es destinado a consumo humano, de la misma manera, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece como estándar el consumo de 2.700 m³/hab./año, lo que incluye la dotación crítica para supervivencia (alimentación, aseo), además, incorpora el estrés hídrico, es decir, cuando la demanda de agua es más importante que la cantidad disponible durante un periodo determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad.

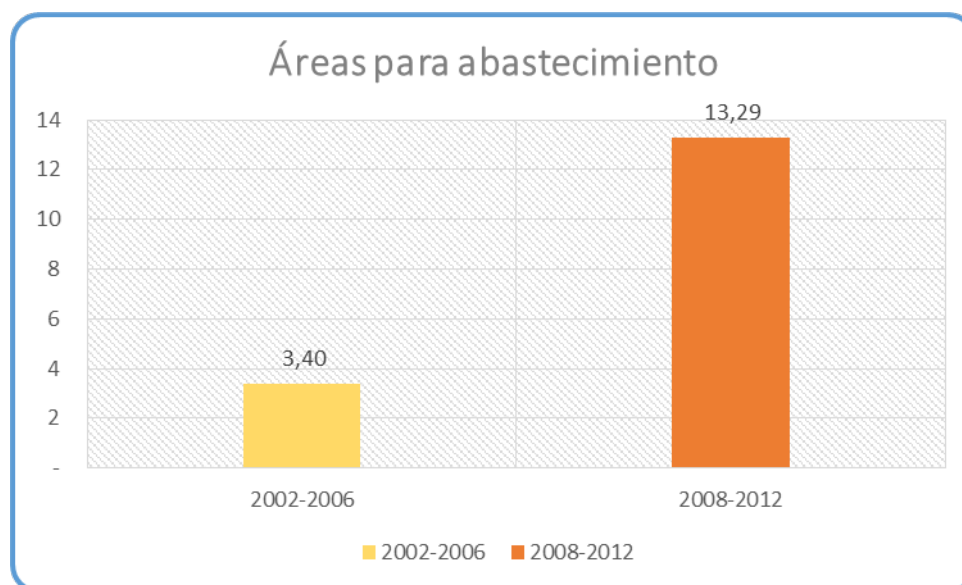
En Ecuador, debido a la gran oferta del recurso hídrico y su concentración en términos de concesiones, la relación entre el consumo de un ecuatoriano promedio fue en los años 2002-2006 de 1,42 veces superior al mínimo establecido por la OMS, en los años 2008-2012, la relación respecto al estándar de la OMS alcanza 1,73 veces.

Indicador 14: Área protegida para abastecimiento

Los proyectos multipropósito incluyen dentro su planificación, ejecución e implementación el establecimiento de extensiones de territorio destinadas a la conservación del caudal hídrico, dichas extensiones, contemplan la denominación de áreas protegidas o de abastecimiento del recurso. En años anteriores la política fue similar por parte de las Juntas de Regantes y usuarios locales al momento de evitar actividades de índole forestal en ubicaciones de cuencas y microcuencas hídricas.

El Gráfico 23 evidencia indirectamente el aumento de áreas protegidas y de abastecimiento del recurso en los últimos años, pasando de 3,4 hectáreas promedio en los años 2002-2006 a 13,29 hectáreas promedio en el período 2008-2012.

Gráfico 23. Áreas protegidas para abastecimiento (hectáreas promedio de cada año)



Fuente: SENAGUA

Indicador 15 y 16: Huella hídrica por producción / agroquímicos utilizados

Dentro de la dimensión ambiental, se contempla la huella hídrica de acuerdo a la metodología Honestar y Chapaban (2008) y FAO y se incluye la Huella Hídrica verde, azul, gris de 12 principales productos de exportación entre los que se destacan: banano, cacao, caña de azúcar, naranja, palma africana, plátano, arroz (cáscara), maíz, papa, yuca, tomate, café.

Conforme a Garrido *et al.* (2010), la huella hídrica constituye el volumen total de agua dulce utilizado directa o indirectamente para producir un producto o servicio, ésta puede ser dentro de un área geográfica, una cuenca hidrográfica o un país ya que define el agua empleada en los procesos productivos que tienen lugar en dicho territorio.

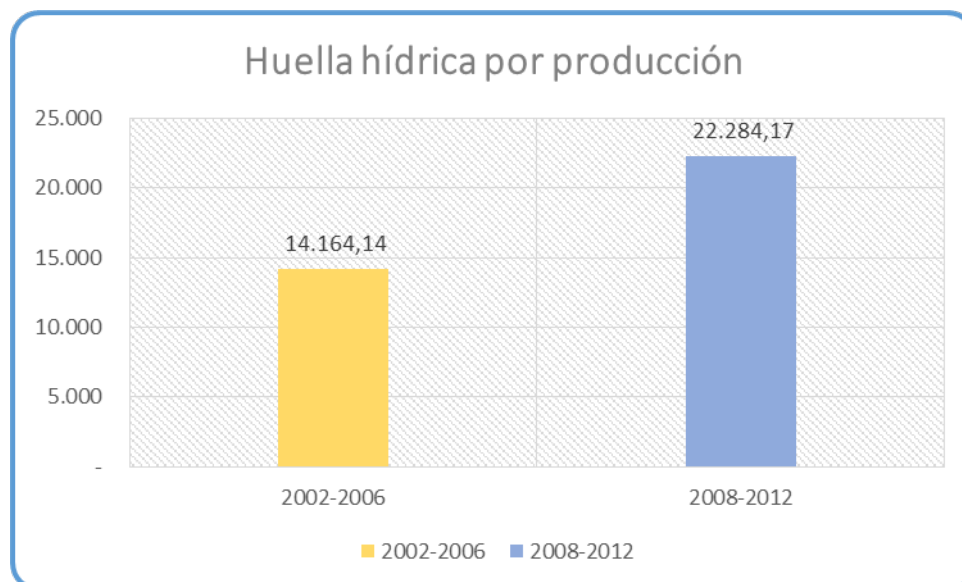
La Huella Hídrica del crecimiento del cultivo (HH cultivo), según Hoekstra y Chapagain (2008) debe ser evaluada a partir de la suma de sus tres componentes principales los cuales son diferenciados en colores: verde, azul y gris. Como resultado, la HH del cultivo se obtiene con el siguiente método:

$$\text{HH cultivo} = \text{HHverde} + \text{HHazul} + \text{HHgris} \quad [\text{m}^3/\text{ton}]$$

De acuerdo a la metodología descrita por Hoekstra et al. (2008). La huella hídrica azul se refiere al consumo de los recursos de aguas superficiales y subterráneas (riego). La huella hídrica verde hace relación al consumo de los recursos de agua de lluvia (precipitación), mientras que la huella hídrica gris se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce que es necesario para asimilar la carga de contaminantes (fertilizantes) para el caso de la agricultura.

Bajo la metodología descrita, se establecen volúmenes de huella hídrica para cada uno de los 12 principales productos de exportación contenidos en la Encuesta de Superficie y Producción Agrícola (ESPAC), lo que permitió, contar con la HH por m³/tonelada que fueron ampliados para el total de producción de cada uno de los bienes considerados. Durante el período 2002-2006 la HH promedio alcanza los 14.164 metros cúbicos por volumen de producción, en los años 2008-2012 la HH suma 22.284 metros cúbicos por tonelada de producción (Ver Gráfico 24).

Gráfico 24. Huella hídrica por producción



Fuente: FAO

Adicionalmente, el uso de agroquímicos en la producción contempla la utilización de pesticidas y estimulantes dentro del proceso productivo agrícola, para la elaboración del indicador se tomó en cuenta las unidades productivas agrícolas (UPA) que utilizan 2 y más agroquímicos, la producción de cada UPA es transformada a toneladas totales con agroquímicos dividida entre el total de la producción en toneladas por cada uno de los 12 productos.

Durante el período 2002-2006 en promedio el 19,5% de la producción agrícola de 12 de los principales productos de exportación utilizaron agroquímicos dentro del proceso productivo agrícola. En los años 2008-2012 la producción agrícola que utiliza agroquímicos alcanza el 32% del total de la producción. La variación se debe al aumento en la producción de monocultivos especializados en exportación como el caso del banano.

Dentro de la metodología para estimar el uso de agroquímicos se tomó en cuenta el registros en la encuesta ESPAC el uso de productos fitosanitarios o plaguicidas, que de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) es aquella “sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir la acción de, o destruir directamente, insectos (insecticidas), ácaros (acaricidas), moluscos (molusquicidas), roedores (rodenticidas), hongos (fungicidas), malas hierbas (herbicidas), bacterias (antibióticos y bactericidas) y

otras formas de vida animal o vegetal perjudiciales para la salud pública y también para la agricultura (es decir, considerados como plagas y por tanto susceptibles de ser combatidos con plaguicidas); durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de productos agrícolas y sus derivados”.

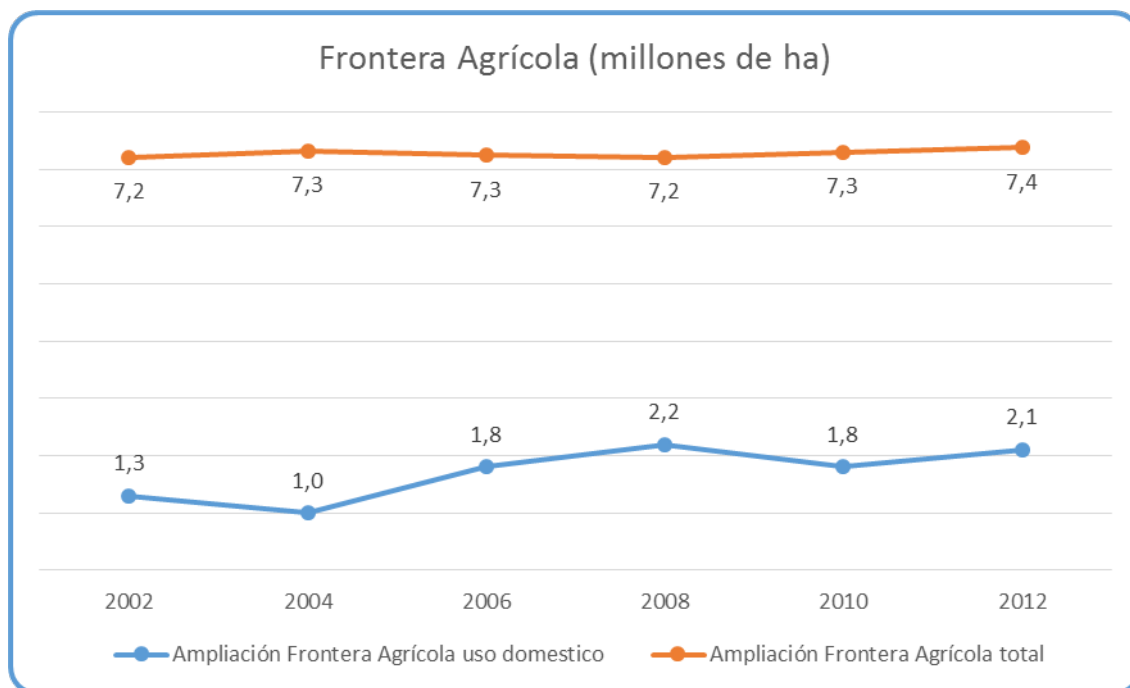
Indicador 17 y 18: Ampliación de frontera agrícola total y uso doméstico/ demanda de agua para cultivo de uso doméstico.

La ampliación de la frontera agrícola total y para uso local es evaluada mediante la expansión del territorio destinada a actividades agrícolas o pastoreos, las actividades agrícolas contemplan cultivos permanentes, transitorios y/o pastoreo medida a través de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua.

Las hectáreas totales destinadas a actividades agrícolas y de pastoreo en el período 2002-2006 alcanzan 7,1 millones en promedio, de su parte en los años 2008-2012 se destinaron 7,3 millones hectáreas en promedio para el uso productivo y/o agrícola lo que muestra una variación promedio del 2,8%, ello implica procesos productivos cuyo destino es el autoconsumo y la venta al mercado interno y externo (Ver Gráfico 25).

De su parte, para la evaluación de la seguridad alimentaria desde el punto de vista de la oferta y disponibilidad de la producción de las UPA's se toma como medida el destino de la producción agrícola. La Organización Mundial de Comercio estima que para la región dada sus características de población y actividad agrícola, el 10% (promedio) de los productos agrícolas producidos deben ser destinados al mercado local como mecanismo de fomento y seguridad alimentaria.

Gráfico 25. Frontera Agrícola



Conforme el Gráfico 25, del total de las unidades productivas agrícolas ecuatorianas, en promedio, se destina el 23,3% de las hectáreas para producción que abastece el consumo del mercado local. Durante el período 2002-2006 en promedio el 18,8% del total de la producción fue destinada a la venta interna y/o autoconsumo. Por otro lado, el período 2008-2012 en promedio la producción destinada a mercado local alcanza el 27,8%.

Análisis empírico

Como se menciona en la parte introductoria del presente trabajo, el análisis multicriterial permite realizar evaluaciones tomando en cuenta distintas escalas de valor, lo que hace referencia al uso de la “comparabilidad débil de valores” identificando soluciones de compromiso y manejando indicadores sociales, económicos y ambientales.

Para la evaluación de la gestión del recurso hídrico y su vinculación con la seguridad alimentaria se emplea la matriz de impacto, la cual incluye columnas en donde se insertan las alternativas del modelo, que para el presente análisis, constituyen los años 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, mientras que en las filas se ubican a los criterios de evaluación agrupados en 5 dimensiones que incluyen 16 indicadores, que permiten

evaluar directa e indirectamente la sostenibilidad del recurso hídrico en términos de seguridad alimentaria.

Para la elaboración del análisis multicriterial mediante la metodología del NAIADE se estableció grupos comparativos de modelaje que permitieron evaluar y verificar la consistencia y estabilidad de los resultados en los años de mejor y peor desempeño, los grupos comparados contemplan:

- ✚ Análisis en años simples de la serie 2002-2012
- ✚ Análisis de pares con promedios para el período 2002-2006 y 2008-2012
- ✚ Análisis de pares con resultados de los años 2006 y 2012

Luego del análisis particular de la información contenida en la matriz de indicadores y criterios, se identificó que los indicadores referentes a: caudal ecológico, concentración de concesiones en industrias y producción destinada a consumo interno no aportaban significativamente a la estructuración del modelo en vista de que los cambios a lo largo del tiempo son marginales.

Una vez definidos los indicadores, éstos se presentan en la Tabla 6, la cual expone la matriz de impacto, incluyendo las características de los criterios.

Tabla 6. Matriz de impacto y criterios - ajustada







Nro.	INDICADOR	Unidad de medida	Tipo	Objetivo 2	2002	2004	2006	2008	2010	2012
Dimensión Económica										
1	Inversión hídrica (incluye concesiones)	millones de \$	cuantitativa	Max.	2,08	2,38	2,89	3,66	139,08	166,3
2	PIB Agrícola	\$ constantes (en millones)	cuantitativa	Max.	1.620	1.726	1.877	2.061	2.062	2.214
Dimensión Política Pública										
3	Autosuficiencia administrativa de la gestión hídrica	%	cuantitativa	Max.	0%	0%	0%	22,20%	55,60%	100%
4	Inversión hídrica desconcentrada	millones de \$	cuantitativa	Max.	-	-	-	0,04	19,7	58,6
5	Conflictos por el uso de agua	# conflictos	cuantitativa	Min.	2.734	2.129	2.132	3.654	5.432	5.923
6	Cobertura de agua potable	%	cuantitativa	Max.	41,70%	51,00%	53,70%	65,70%	72,10%	73,40%
Dimensión consumo del recurso										
7	Cobertura de alcantarillado y saneamiento	%	cuantitativa	Max.	39,80%	42,40%	49,90%	57,30%	61,20%	64,00%
8	Brecha de consumo sostenible de agua	m3/hab/año	cuantitativa	Min.	1,5	1,4	1,6	1,8	1,7	1,9
Dimensión Ambiental										
9	Área protegida para abastecimiento	# de hectáreas	cuantitativa	Max.	2,7	4,7	7,7	8,5	13,7	21,6
10	Huella hídrica por producción	m3	cuantitativa	Min.	11.735	14.653	16.374	19.266	26.566	29.945
11	Agroquímicos utilizados	%	cuantitativa	Min.	17,10%	17,50%	33,70%	44,60%	43,70%	41,30%
Dimensión Seguridad Alimentaria										
12	Ampliación Frontera Agrícola uso domestico	millones de hectáreas	cuantitativa	Max.	1,3	1	1,8	2,2	3,8	3,1
13	Ampliación Frontera Agrícola uso no domestico	millones de hectáreas	cuantitativa	Min.	5,2	6,3	7,1	7,2	7,3	7,9
14	Consumo de agua de riego para cultivos de uso doméstico	%	cuantitativa	Max.	5,20%	4,90%	3,50%	3,70%	4,00%	3,10%
15	Demanda de caudal sistemas comunales – campesinos	millones m3/año	cuantitativa	Max.	1.005	1.081	971	1.089	1.032	1.438

Fuente: Varios registros

Umbral de preferencia

Para que el análisis multicriterial pueda generar un ranking de preferencia de alternativas, es importante incluir información respecto a la intensidad de las preferencias. Esta medida hace referencia a que niveles o grados de cambios en los criterios se consideran como relevantes o no relevantes. Estas medidas de preferencia son los denominados “umbrales”. El NAIADE permite entonces incluir seis umbrales para identificar de una forma sensible, cuando un cambio en un indicador es muy significativo, algo significativo o indiferente.

Los umbrales permitidos hacen referencia a:

-  $\mu \gg$ “mucho mejor que”
-  $\mu \ll$ “mucho peor que”
-  $\mu >$ “mejor que”
-  $\mu <$ “peor que”
-  $\mu \sim$ “aproximadamente igual a”
-  $\mu =$ “igual a”

Basados en estas calificaciones, se requiere definir los datos que representarán cada uno de los umbrales de los criterios. El objetivo de la asignación fue definido en función del desarrollo histórico de cada indicador, tomando en cuenta la naturaleza de cada uno y de manera particular los criterios de las caracterizaciones poblacionales y sociales de los proyectos en operación.

Si bien, la noción de asignación es subjetiva, responde en su mayoría a elementos empíricos de evaluación, tratando de equilibrar la realidad socio-ambiental de la gestión, uso y aprovechamiento del recurso hídrico en las actividades agrícolas del país como elemento de seguridad alimentaria, la Tabla 7 muestra la definición de umbrales de preferencia.

Tabla 7. Definición de umbrales

Nro.	INDICADOR	Unidad de medida	U==	U ~	U<&U>	U>>&U<<
Dimensión Económica						
1	Inversión hídrica (incluye concesiones)	millones de \$	5	20	45	80
2	PIB Agrícola	\$ constantes (en millones)	60	1.200	1.800	2.000
Dimensión Política Pública						
3	Autosuficiencia administrativa de la gestión hídrica	%	3%	9%	27%	45%
4	Inversión hídrica desconcentrada	millones de \$	0,3	5	20	50
5	Conflictos por el uso de agua	# conflictos	30	60	90	120
6	Cobertura de agua potable	%	5%	7%	9%	12%
Dimensión consumo del recurso						
7	Cobertura de alcantarillado y saneamiento	%	1,1	1,5	1,7	1,9
8	Brecha de consumo sostenible de agua	m3/hab/año	5%	7%	9%	12%
Dimensión Ambiental						
9	Área protegida para abastecimiento	# de hectáreas	0,2	0,4	0,6	0,8
10	Huella hídrica por producción	m3	250	350	450	550
11	Agroquímicos utilizados	%	1%	3%	5%	7%
Dimensión Seguridad Alimentaria						
12	Ampliación Frontera Agrícola uso domestico	millones de hectáreas	0,5	1	1,5	2
13	Ampliación Frontera Agrícola uso no domestico	millones de hectáreas	1,7	2	3,3	5
14	Consumo de agua de riego para cultivos de uso doméstico	%	25%	50%	75%	90%
15	Demanda de caudal sistemas comunales – campesinos	millones m3/año	1	3	5	7

Fuente: Varios registros-NAIADE

Matriz de equidad

La matriz de equidad (Tabla 8) evidencia los actores involucrados en la gestión del recurso hídrico, la misma que responde a criterios de cada uno de los actores evaluados tras el proceso de consulta pre-legislativa de socialización de la Ley de Recursos Hídricos conforme los siguientes parámetros:

- Derecho humano al agua
- El agua como recurso estratégico
- Patrimonio estratégico para uso público
- La gestión pública del agua
- La gestión comunitaria del agua
- La gestión integrada en cuencas hidrográficas
- Modelo de gestión
- El uso y aprovechamiento
- Seguridad alimentaria
- La protección del medio ambiente

Y cuyos criterios de clasificación fueron:

Perfecto	Muy bueno	Bueno	Más o menos bueno	Moderado	Inapreciable/ Indiferente	Más o menos malo	Malo	Muy malo	Extremadamente malo
P	MB	B	+/- B	MOD	I	+/- M	M	MM	EM
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Tabla 8. Matriz de equidad

Actores Evaluados	Gestión de Recurso Hídrico	
	2002 - 2006	2008-2012
Público Nacional (instancias de regulación nacional)	Malo	Bueno
Público Local (Niveles de gobierno municipal y local)	Más o menos malo	Muy malo
Organizaciones Sociales involucradas en la gestión del agua	Más o menos bueno	Muy malo
Prestadores de servicio de agua potable y riego	Muy malo	Más o menos bueno
Actores Privados (aprovechamiento productivo del agua)	Más o menos bueno	Más o menos malo

Actores Evaluados	Gestión de Recurso Hídrico	
	2002 - 2006	2008-2012
Comunidades, Pueblos y Nacionalidades	Más o menos bueno	Muy malo
Grupos ecologistas y de protección medioambiental	Bueno	Malo
Grupos sociales con influencia de los proyectos	Más o menos malo	Muy bueno

Fuente: SENAGUA

Resultados del análisis multicriterial

Con base a la estructuración de la Tabla 6. NAIADE establece las evaluaciones y ordena las alternativas, es decir, crea un ranking de ellas. Este resultado se muestra en el Gráfico 25, del cual se evidencia el ranking de alternativas.

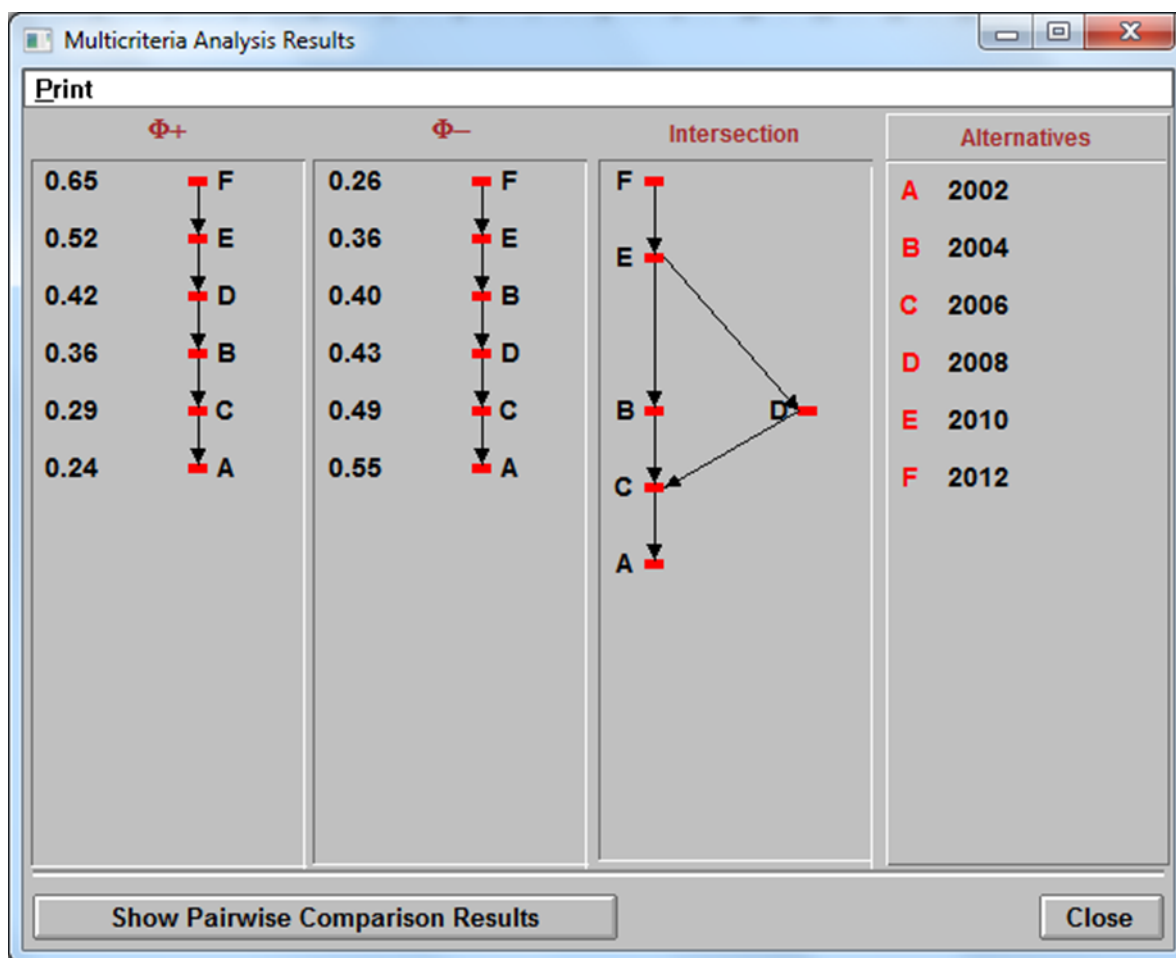
El ordenamiento de alternativas según el Gráfico 25 del método NAIADE con un α de 0,5; muestra que el año 2012 constituye el año en el cual tuvo mejor desempeño la gestión del recurso hídrico en términos agregados de cada una de las dimensiones insertas en el análisis, el segundo año en el cual los resultados agregados muestran un comportamiento favorable es el año 2010, mientras el año en el cual se evidencia el desempeño más bajo es el año 2002.

De su parte, la consistencia de los resultados del análisis en años simples y el análisis de pares (incluso al utilizar promedios agrupados) muestra que el año de mayor desempeño dadas las dimensiones de análisis y los umbrales de preferencia es el año 2012, sin embargo el año 2008 no sería comparable con el año 2006, ello se debería principalmente, a los ciclos macroeconómicos y sociales que influenciaron el comportamiento de los indicadores incluidos en el análisis. Siendo el año 2008 influenciado en su mayoría por la implementación de la autoridad única del Agua y las reformas normativas contenidas en la Constitución.

Efectivamente, en el año 2005 y mediados del 2006 los “conflictos” sociales, políticos y económicos son variados debido a la inestabilidad política y democrática, de su parte el año 2008 constituye el espacio en el tiempo en donde comienza a articularse la nueva política de gestión del recurso hídrico a raíz de las atribuciones constitucionales

iniciadas en 2007 e incluidas en las competencias y responsabilidades de la Secretaría Nacional del Agua.

Gráfico 26. Ordenación de alternativas (NAIADE)



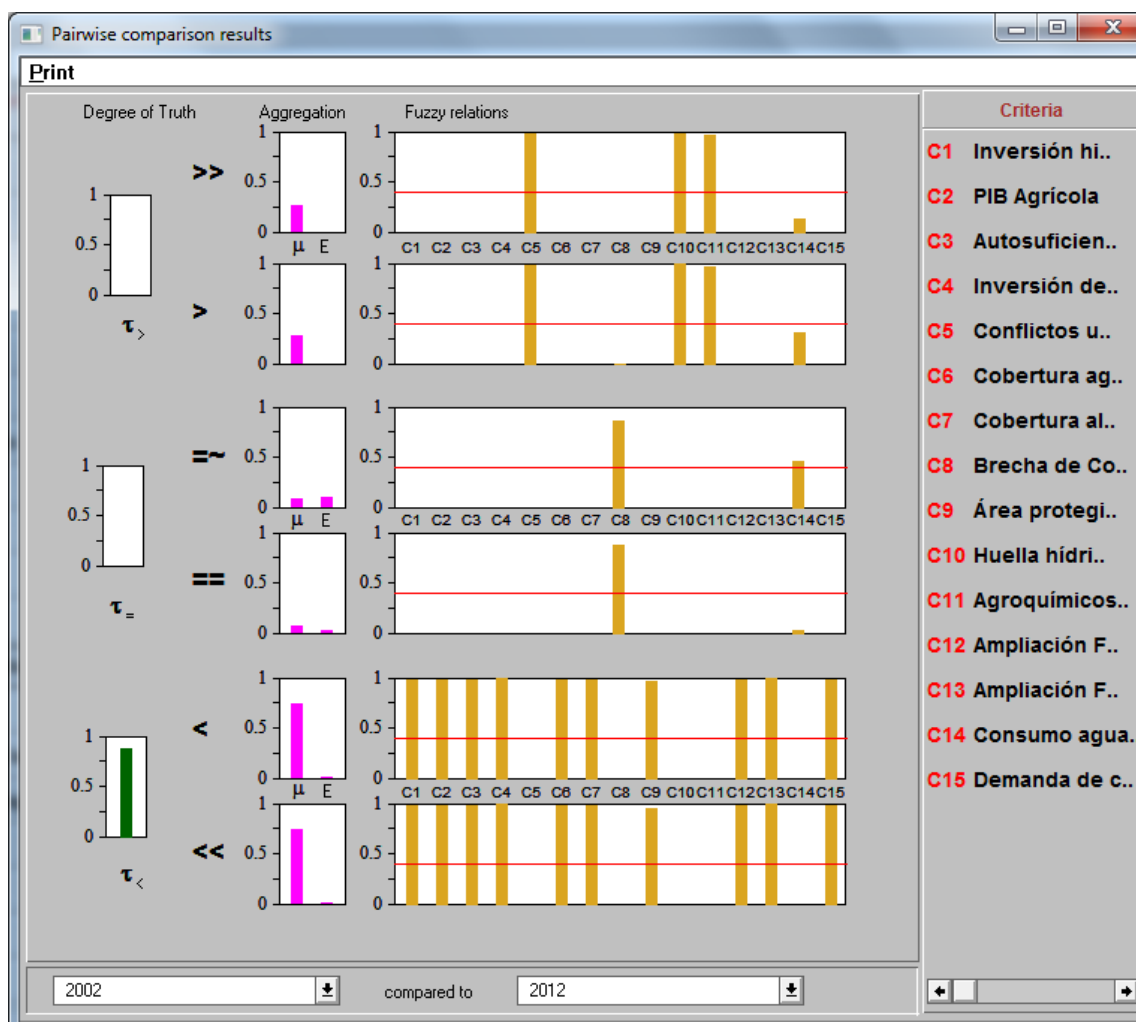
Fuente: Varios registros-NAIADE

La información contenida en el análisis multicriterial mediante el NAIADe, muestra consistencia al momento de ratificar conforme a las diferentes agrupaciones realizadas para el análisis que el mejor año de comportamiento es el año 2012, el peor es el año 2002 y el año 2008 sería incomparable con al menos uno de los años del período 2002-2012.

Los indicadores evaluados a lo largo del tiempo dan como resultado la “preferencia” al año 2012. Es así que, el año 2012 constituye el año donde las condiciones fueron favorables para el buen desempeño de los indicadores incluidos en el análisis, constituye entonces, una condición necesaria más no suficiente, en vista de que, las

políticas y acciones realizadas en el año 2004 también muestran un buen desempeño pero en un tercer grado.

Tabla 9. Comparación en pares entre el año 2002 - 2012



Fuente: Varios registros-NAIADE

Adicionalmente, el análisis permite evidenciar que al no existir información completa (cualitativa y cuantitativa) sobre el desempeño, existencias, agotamiento y degradación del recurso hídrico, se podría estar generando niveles de agotamiento y contaminación del recurso que se traducen en la reducción del uso futuro, reduciéndose la oferta y las diversas formas del uso y aprovechamiento.

Resulta complejo visualizar el desarrollo de cualquier sector de la economía sin asociarlo directamente con aspectos sociales, políticos y ambientales, de su parte, no es posible hablar de una política hídrica y sus líneas estratégicas sin vincularlas con las políticas macroeconómicas.

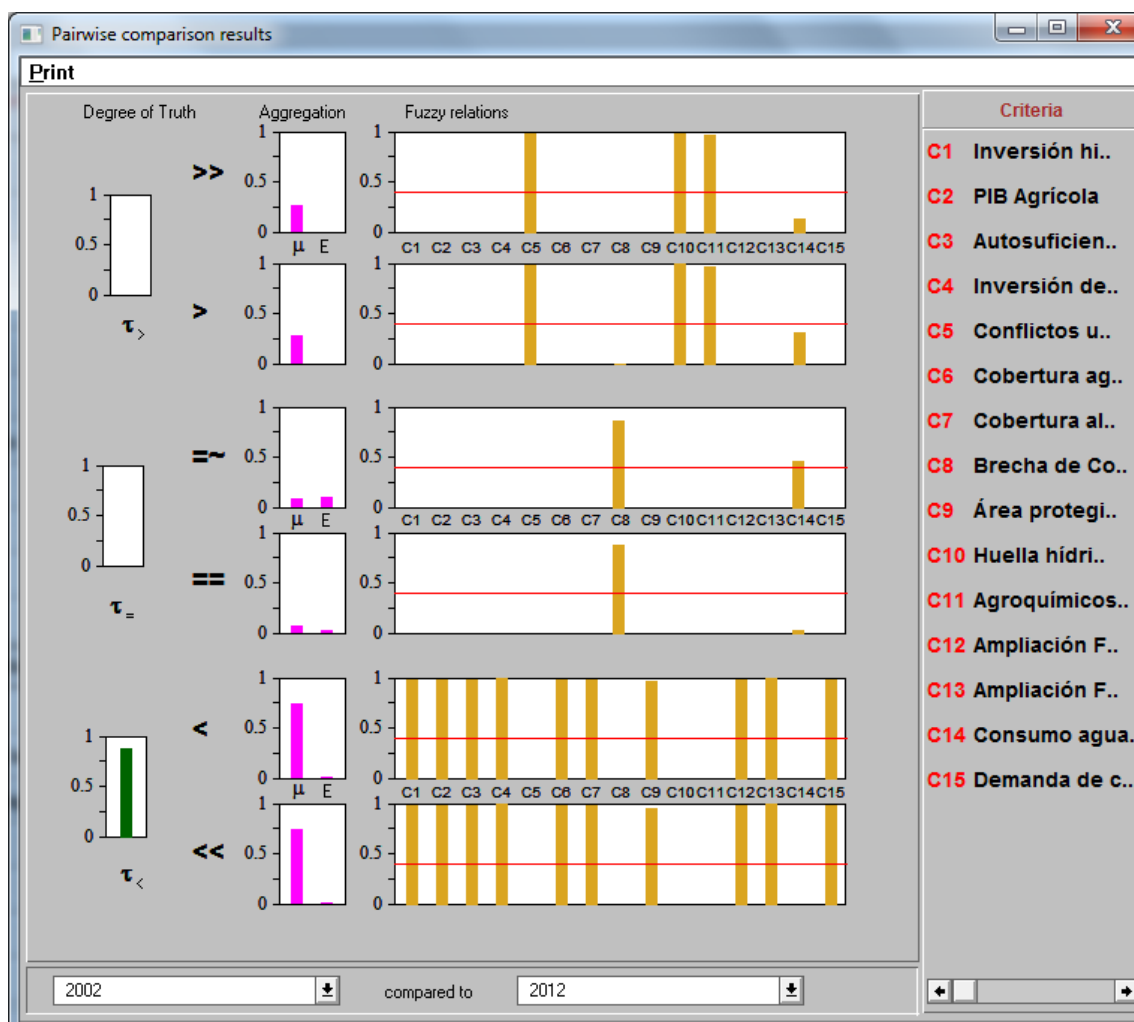
Es importante que, a más del análisis agregado del NIADE se evalúe también el interés de los indicadores de forma comparativa, situación que es realizada a través de la comparación en pares de los resultados conforme la Tabla 9, en donde se puede observar el análisis para cada uno de los criterios, éstos se encuentran graficados en barras verticales en donde las letras “C1” a “C15” corresponden a cada uno de los 16 criterios incluidos en el análisis.

Aquellos criterios que se ubican en la fila de la etiqueta “mucho peor que” (\ll) y “peor que” ($<$), evidencia que el comportamiento de cada uno de los criterios incluidos en la gráfica fueron mucho peor o peor en el 2002 que el 2012. Aquellos criterios que se encuentran en la fila de “Aproximadamente igual a” (\sim) o igual a ($=$), da muestra que no existió un cambio significativo en los períodos de evaluación. Finalmente, aquellos que se encuentran catalogados con la etiqueta “mejor” ($>$) y “mucho mejor en” (\gg) significa que tuvieron un comportamiento mejor o mucho mejor en 2002 que en el año 2012.

De acuerdo a la comparación, es posible identificar criterios de mejora en la década analizada (los calificados como \ll y $<$) en los cuales se destacan los criterios relacionados a la dimensión económica, entre ellos la inversión hídrica, el PIB Agrícola, los ingresos, la autosuficiencia administrativa, la inversión ejecutada de manera desconcentrada, las coberturas en alcantarillado y agua potable y las hectáreas destinadas a áreas protegidas (Ver Tabla 9).

La cantidad de criterios que son favorables para el año 2012, así como la intensidad de las variaciones, hace que el resultado del modelo ubique al año 2012 como el mejor año dentro del período analizado, sin embargo, no se muestra uniformidad en todos los criterios insertos en el análisis.

Se pueden observar criterios opuestos a la calificación de mejoras con respecto al año 2002, así como resultados de indiferencia (brecha de consumo, consumo de agua de riego para cultivo de uso doméstico). Los criterios cuyo comportamiento se presentaban más favorables en el año 2002 hacen referencia en su mayoría a la dimensión ambiental y de seguridad alimentaria, entre ellos se destacan: los conflictos por el uso del agua, la huella hídrica por producción, los agroquímicos utilizados en la producción agrícola.



Conclusiones

El análisis multicriterial desprende conclusiones relevantes relacionadas a la gestión del recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria. Cuando se realiza la evaluación agregada se evidencia una mejora sustancial en el año 2012 frente al año 2002, enfatizada en variables que se relacionan con la gestión del recurso en términos institucionales, la cobertura en servicios y las inversiones realizadas. Desde una perspectiva de

sostenibilidad fuerte se muestra un resultado positivo tan solo en un criterio (áreas protegidas para abastecimiento) que responden parcialmente a la implementación de una nueva política del tratamiento integral del agua liderada por la Secretaría Nacional del Agua.

Las hectáreas destinadas como áreas protegidas para abastecimiento, muestra un comportamiento positivo debido principalmente a la implementación de los proyectos de inversión denominados proyectos multipropósito, en el cual, se destina el área geográfica colindante al proyecto como área protegida para el abastecimiento del recurso hídrico. La política implementada en los proyectos de inversión hizo que aumente el volumen de hectáreas consideradas como reserva.

De su parte, la demanda de caudales de riego para sistemas comunales también evidencia un avance en la década analizada, ello principalmente por la política introducida (parcialmente) para el manejo de las concesiones y el aprovechamiento del recurso, lo que se traduce en la evaluación que realiza la SENAGUA para controlar los mecanismo de entrega y los valores de cobro respecto al recurso.

La evaluación de forma desagregada muestra un deterioro en la década analizada en criterios prioritarios desde la conceptualización de la sostenibilidad fuerte y la seguridad alimentaria: un empeoramiento en el número de conflictos relacionados al uso y aprovechamiento del recurso hídrico, la huella hídrica, los agroquímicos utilizados en la producción agrícola.

La conflictividad en el uso del recurso guarda relación con la implementación de proyectos multipropósito y los intereses insertos dentro del uso y aprovechamiento por parte de los diferentes actores, así mismo, la huella hídrica por producción evidencia un aumento por el incremento evidente en las extensiones territoriales destinadas para actividad agrícola cuyo destino es la exportación, aumentado también, el uso de agroquímicos en los procesos productivos agrícolas en los últimos años.

Los elementos descritos desde la perspectiva de sostenibilidad fuerte en su conjunto no han logrado modificar la evaluación agregada del análisis multicriterial, sin embargo, dan señales relevantes al momento de evaluar la integralidad de la gestión del recurso hídrico, considerando las limitantes como el acceso a la información y en ocasiones ausencia de la misma, afectando así, la incorporación de nuevos criterios o de indicadores que reflejen con mayor fuerza la situación analizada desde la dimensión de la economía, ecológica y la noción conceptual de la sostenibilidad fuerte, además, de su desagregación territorial.

Adicionalmente, y con la finalidad de evaluar el modelo se realizó el análisis de sensibilidad en donde se modificó el parámetro α a valores de 0,6 y 0,2 (el ejercicio original se lo realizó a 0,5) en el que no se muestran diferencias respecto a los resultados obtenidos originalmente (Ver Anexo 1).

Matriz de Equidad

En la matriz de equidad se incorporan las preferencias de los grupos de interés sobre las alternativas de elección descritas tanto para el período 2002-2006 como para los años 2008-2012). A partir de los criterios de los diversos actores durante los procesos de socialización de la propuesta de la “Ley de Aguas” se realizaron entrevistas particulares a cada uno de los actores. Conforme la clasificación descrita en la Tabla 8 se elaboró la matriz de similitud donde se evalúan cuán lejos o cerca están las opiniones de los distintos grupos.

El resultado generado a partir del algoritmo matemático de distancias semánticas, es un dendograma de coaliciones, que refleja las posibilidades de agrupamiento o coalición y/o el nivel de conflicto entre los diferentes grupos. Los actores inmersos en la evaluación de los períodos 2002-2006 frente al 2008-2012 son:

1. Público Nacional (instancias de regulación nacional)
2. Público Local (Niveles de gobierno Municipal y local)
3. Organizaciones Sociales involucradas en la gestión del agua
4. Prestadores de servicio de agua potable y riego
5. Actores Privados (aprovechamiento productivo del agua)
6. Comunidades, Pueblos y Nacionalidades
7. Grupos ecologistas y de protección medioambiental
8. Grupos sociales con influencia de los proyectos

Del análisis institucional, el proceso de socialización y las entrevistas realizadas se desprenden 8 grupos con sus respectivas calificaciones mencionadas en la Tabla 10. Los grupos han sido evaluados mediante entrevistas especializadas respecto a la gestión de recurso hídrico en aspectos como:

- Derecho humano al agua
- El agua como recurso estratégico
- Patrimonio estratégico para uso público
- La gestión Pública del agua
- La gestión comunitaria del agua

- La gestión Integrada en cuencas hidrográficas
- Modelo de gestión
- El uso y aprovechamiento
- Seguridad alimentaria
- La protección del medio ambiente

Basados en los actores identificados y sobre la caracterización de las entrevistas a profundidad se estructura la matriz de equidad en la que se calificaron alternativas referentes al período 2002-2006 frente a los años 2008-2012 conforme las percepciones u opiniones de cada uno de los actores (Ver Tabla 10).

Tabla 10. Matriz de equidad (NAIADA)

Groups	2002-2006	2008-2012
Público Nacional (instancias de regulación nacional)	Bad	Good
Público Local (Niveles de gobierno Municipal y local)	More or Less Bad	Very Bad
Organizaciones Sociales involucradas en la gestión del agua	More or Less Good	Very Bad
Prestadores de servicio de agua potable y riego	Very Bad	More or Less Good
Actores Privados (aprovechamiento productivo del agua)	More or Less Good	More or Less Bad
Comunidades, Pueblos y Nacionalidades	More or Less Good	Very Bad
Grupos ecologistas y de protección medioambiental	Good	Bad
Grupos sociales con influencia de los proyectos	More or Less Bad	Very Good

Fuente: Varios registros-NAIADE

Conforme la matriz de impacto se define de manera cualitativa las preferencias, opiniones y posiciones de cada uno de los actores entrevistados, sin embargo, la calificación y la asignación de escalas es subjetiva, ésta se basa en entrevistas a profundidad y el análisis institucional. El objetivo es que la evaluación responda a un proceso lógico, explícito y concatenado. Por ello se intenta captar con el análisis no solo la racionalidad subjetiva (de resultados) sino la procedimental (de procesos) (Munda 2003, 4).

Para el ámbito público nacional entre ellos SENAGUA, Ministerios y Secretarías existió una mejora en la gestión del recurso hídrico basada en los criterios anteriormente mencionados. Para el ámbito de gestión local (gobiernos y municipios) la situación se empora en los últimos años principalmente por la rectoría de la gestión desde el nivel central.

Las organizaciones sociales involucradas en la gestión del agua y en su mayoría la junta de regantes califican como negativos los criterios asociados a la gestión del recurso, ello se debe principalmente por las limitaciones en el acceso al mismo y el cobro sobre el aprovechamiento del recurso.

Por su parte los prestadores del servicio de agua potable y riego califican como más o menos buena la gestión del recurso en los últimos años su principal motivación son los proyectos multipropósitos y con ello la oferta y aprovechamiento del recurso que según su criterio en la actualidad es escaso en diferentes zonas del país.

Los actores privados cuyo fin es el aprovechamiento productivo del agua, principalmente agroexportadores califican más o menos mala la gestión del recurso hídrico, la justificación hace referencia al aumento y consideración de nuevos criterios y tarifas para la concesión de caudales para el aprovechamiento productivo y la poca gestión local de las unidades desconcentras de la SENAGUA.

En el caso de los pueblos y nacionalidades así como los grupos ecologistas califican de muy mala a mala respectivamente la gestión del recurso hídrico principalmente por la “apropiación y privatización” de los espacios físicos aledaños a los proyectos multipropósito que según la gestión de la SENAGUA constituyen reservas para el abastecimiento del recurso.

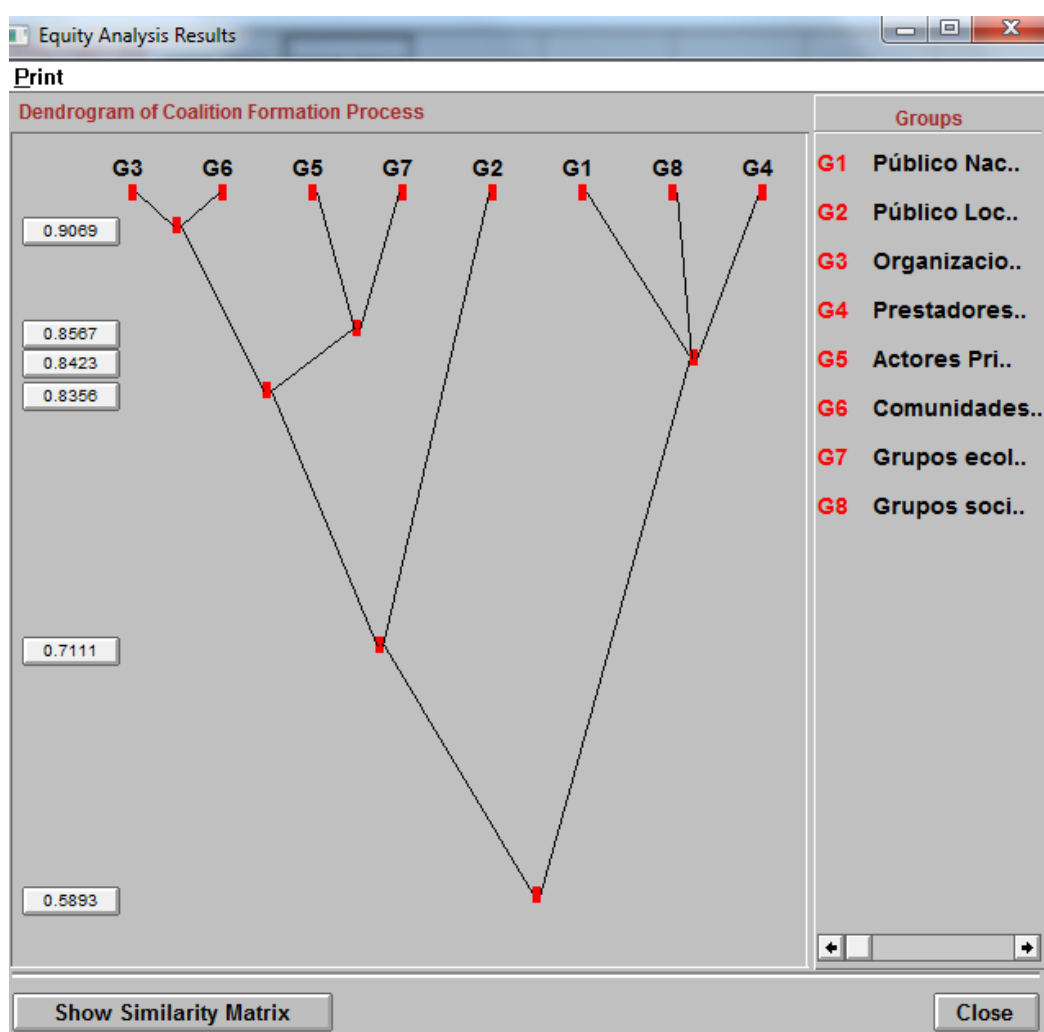
Finalmente, los grupos sociales aledaños a los proyectos de inversión en los cuales influye la inversión pública (excepto pueblos y nacionalidades) evalúan como buena la

gestión del recurso hídrico, en suma, lo relacionado a la generación de empleo y obra de compensación.

Resultados matriz de equidad

Una vez aplicado el método NAIADE, los resultados de la matriz de equidad muestra la formación de grupos que, de acuerdo a sus posiciones e intereses, pueden asociarse en lo referente a negociaciones o búsqueda de consensos (Ver Gráfico 27).

Gráfico 27. Dendograma de coaliciones



Fuente: Varios registros-NAIADE

El dendograma de coaliciones muestra cómo se estructuran los intereses comunales potenciales entre los diferentes grupos involucrados. Se puede observar tres grupos, en un primer grupo se muestra a las organizaciones sociales involucradas en la gestión del

agua y a las Comunidades, Pueblos y Nacionalidades. Un segundo grupo está conformado por los actores privados (aprovechamiento productivo del agua) y los grupos ecologistas y de protección medioambiental, que si bien sus intereses, objetivos y accionar es diferente califican como mala o muy mala la gestión del recurso hídrico relacionado a sus intereses específicos.

Un tercer grupo está conformado por el ente Público Nacional (instancias de regulación nacional), los prestadores de servicio de agua potable y riego y los grupos sociales con influencia de los proyectos, los cuales han evaluado positivamente la gestión del recurso hídrico principalmente por la inversión y el aumento de la oferta para los diferentes usos.

Asimismo, dentro de los grupos conformados se pueden identificar sub-coaliciones importantes, de manera particular el grupo 1 y grupo 2 y una segunda coalición con el ente público local. Al respecto se puede concluir, que las agrupaciones relacionadas al grupo 3 de actores implica un manejo estratégico de las bondades de la gestión en dirección de sobrestimar los éxitos alcanzados, ello principalmente porque 2 de los actores constituyen organizaciones con mayor institucionalización.

De su parte, los grupos 1 y 2 y luego de su coalición con el ente de gestión local, se evidencian las posiciones marcadas de acuerdo a los intereses de éstos actores, no existe la posibilidad concreta de creación de conflicto, ello debido a la importancia de la opinión pública que otorga la institucionalización del grupo 3. Bajo estas características el diagnóstico muestra complejidad pues la sostenibilidad del recurso hídrico debe considerar un trato equitativo de todos los grupos de interés.

Al respecto el trato equitativo estaría afectado por la ausencia de un tratamiento integral de la sostenibilidad como lo demuestra el análisis multicriterial en la matriz de impacto, en donde los indicadores ambientales no muestran cambios favorables, además de la percepción de los grupos de interés y los actores involucrados que no evidencian coaliciones directas (dendograma de coaliciones) para enfrentar el problema.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Resultados

El propósito de esta tesis fue evaluar la sostenibilidad de la gestión del recurso hídrico desde una perspectiva multicriterial, que incluyen, las fuentes y usos del recurso hídrico en actividades de producción agrícola del Ecuador, además del resultado aproximado del comportamiento de la seguridad alimentaria durante los años 2002 al 2012.

Para ello, se empleó como enfoque metodológico el análisis multicriterial. Esta herramienta permite realizar un análisis integral de la perspectiva multidimensional que contempla la sostenibilidad de la gestión del recurso hídrico, en vista de que, integra las dimensiones sociales, económicas y ambientales en el análisis conforme los postulados de la Economía ecológica, la cual, se entiende como la capacidad de las personas para interactuar dentro de los límites de la naturaleza.

Los elementos multicriteriales constituyen entonces, una herramienta útil para determinar el impacto de acciones de desarrollo sobre la sostenibilidad de sistemas ecológicos, de manera particular el método NAIADE permite la introducción de datos cualitativos, cuantitativos difusos, determinísticos y estocásticos, acoplándose así de forma eficaz para la evaluación de la sustentabilidad del recurso hídrico a nivel nacional. El método genera un ranking de alternativas, las cuales son finitas (método discreto) y no permite dar peso a los criterios, es decir otorgando la “igual importancia” a los mismos.

El método NAIADE contempló la elaboración de la matriz de impacto y matriz de equidad conforme la metodología multicriterial seleccionada, la matriz de impacto examinó 5 dimensiones con sus respectivos indicadores, los cuales, fueron seleccionados para evaluar la sostenibilidad del manejo del recurso hídrico, considerando que la inversión reciente en infraestructura de riego ha sido el origen de una mejora en la sostenibilidad. Las dimensiones de evaluación empleadas fueron las siguientes: económicas, de política pública, de consumo del recurso, ambiental y de seguridad alimentaria.

Para ello, se clasificaron como alternativas de manera individual los años correspondientes al período 2002-2012 y se tomaron como criterios (variables) 15 indicadores insertos en la matriz de impacto y criterios. Asimismo, para la evaluación de la consistencia del análisis se realizó el diagnóstico de pares tomado como referencia los valores agrupados promedio del comportamiento en los períodos 2002-2006 frente a los años 2008-2012. De su lado, la matriz de equidad contempló los juicios de valor de cada uno de los actores involucrados en la gestión del recurso hídrico en aspectos como derecho humano al agua, patrimonio estratégico, gestión pública del agua, modelo de gestión, seguridad alimentaria, entre otros.

En general, se concluye que de manera agregada, con un parámetro de sensibilidad α de 0,5 y con los criterios utilizados en el análisis multicriterial a partir del método NAIADE que el año 2012 es el año que evidencia el mejor desempeño de la gestión del recurso hídrico respecto a sus fuentes y usos y su vinculación con la seguridad alimentaria. De manera agrupada, es el período 2008-2012 el que mejor desempeño evidencia con relación a los años previos. Sin embargo, cuando se analiza el desempeño de cada período respecto a las dimensiones consideradas, se identifica, que las variables ambientales no evidencian mejoras en 2012, respecto a los años anteriores.

Es decir, durante el año 2012 la situación ambiental del recurso hídrico empeora en aspectos relacionados al aumento de la huella hídrica por producción, agroquímicos utilizados dentro del proceso productivo, así como los conflictos en el uso del recurso.

Frente a esto, los resultados producto del método NAIADE muestran claramente dichas derivaciones, es decir, los avances evidenciados no necesariamente se ajustan a todos los criterios insertos en el análisis y de manera particular a los relacionados con la dimensión ambiental y la de seguridad alimentaria contradiciendo así la teoría de la Economía ecológica desde la perspectiva de sostenibilidad fuerte. Adicionalmente, los resultados muestran que no existiría comparabilidad entre los años 2004 y 2010 lo que se debería a cambios en el ámbito social, político y económico ocurrido en dichos años que afectaron el comportamiento de los criterios insertos en el análisis multicriterial, entre

ellos, el nuevo marco normativo de la autoridad única del agua y la implementación de nuevas políticas de manera acelerada a partir del año 2010.

En este sentido, el análisis por pares de alternativas, es decir el relacionado al promedio de cada uno de los criterios respecto al período 2002-2006 frente a los años 2008-2012 reafirma el mejor desempeño de la gestión del recurso hídrico durante el último período.

Con respecto a la gestión del recurso hídrico para impulsar la seguridad alimentaria, desde el punto de vista de la sostenibilidad fuerte, los indicadores insertos en la dimensión ambiental y de seguridad alimentaria, esto es, la huella hídrica, el uso de agroquímicos y conflictos en el uso del recurso evidencian un retroceso respecto a años anteriores al 2012, es decir el año 2012 tiene un peor comportamiento respecto a sus predecesores (especialmente el año 2002).

La actividad agrícola total se ha ampliado principalmente en extensión del territorio, uso de agroquímicos, aumentando con ello la huella hídrica. Los nuevos proyectos multipropósito incorporados a partir del año 2009, por otro lado, han intensificado, la conflictividad por el uso y aprovechamiento del recurso.

La gestión de recurso hídrico en el Ecuador, evaluada a partir de los indicadores económicos y de política pública, muestra que las mejores condiciones de sustentabilidad tienen lugar en el período 2008-2012, y en particular en el 2012. Un factor fundamental para explicar este resultado se identifica con la nueva política para gestión del recurso, que se introdujo en la Constitución de 2008, conforme la cual, el agua constituye un derecho humano fundamental e irrenunciable, constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, por lo que se reconoce y garantiza a las personas el derecho a un vida digna conforme los Artículos 12 y 66.

En la Carta Magna se inserta además, que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales

ecológicos asociados al ciclo hidrológico (Art. 411). Sin embargo, un notable avance en la gestión del recurso hídrico se identifica en el año 2004, promovida principalmente por las demandas de los actores sociales, de manera particular los acuerdos de coalición política entre movimientos indígenas y la presidencia de Lucio Gutiérrez, por el cual, líderes de movimientos sociales e indígenas formaron parte de cargos relevantes dentro de la gestión pública, entre ellos el fortalecimiento del Consejo de Desarrollo de nacionalidades y pueblos del Ecuador (CODENPE), institución relacionada con la gestión del agua y el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

Estos resultados muestran que en el caso ecuatoriano, la sostenibilidad en la gestión del recurso hídrico no solamente depende de cambios legales o constitucionales, sino que, tiene un importante componente de participación social. Es decir, la parte normativa, introduce las condiciones necesarias para generar un manejo sostenible del recurso, pero las condiciones suficientes estarán definidas a partir del rol que puedan ejercer los diversos actores sociales.

En base a lo expuesto, los avances en la gestión del recurso hídrico no han sido homogéneos en cada uno de los criterios evaluados y mucho menos en los relacionados con la sostenibilidad fuerte, variando en función del criterio incluido. Por lo tanto, en el período 2008-2012 y de manera específica en año 2012, la inversión en proyectos multipropósito y la desconcentración de la gestión, ha influenciado en el detrimento de indicadores como la conflictividad en el uso de recursos perdiendo así la integralidad de la gestión.

De manera particular, las coaliciones identificadas de cada uno de los actores involucrados en la gestión del recurso hídrico muestra la supremacía del ente Público Nacional, evidenciando además, la existencia de intereses de actores particulares que limitan la integralidad de la gestión. Los entes locales de gestión por su parte, se alinean con actores sociales, pueblos y comunidades, grupos ecologistas, entre otros, limitando el trato equitativo para cada uno de los actores.

Por otro lado, cuando se analiza la matriz de equidad, es posible identificar los grados de coalición posibles entre distintos actores sociales relevantes del problema de la gestión del recurso hídrico. En particular, en esta tesis han sido considerados los siguientes actores sociales: nivel público nacional, público local, organizaciones sociales, prestadoras del servicio, actores privados, comunidades, pueblos y nacionalidades, grupos ecologistas. A fin de identificar la postura de cada uno de los actores sociales frente a la sostenibilidad del recurso hídrico en cada uno de los períodos analizados, se tomó como referencia las entrevistas realizadas a los actores antes mencionados en el marco del proceso de consulta pre-legislativa de socialización de la Ley de Recursos Hídricos realizada por la Autoridad Única del Agua.

Como resultado, a partir de la matriz de equidad se obtiene un dendograma que muestra los grados de posibles coaliciones entre los actores frente a la gestión del recurso hídrico en el período 2002-2006 vs los años 2008-2012. Es así que, habría un 58% de coincidencia de que la Secretaría Nacional del Agua (ente Público Nacional) trabaje con las Comunidades Pueblos y Nacionalidades y el resto de actores para mejorar la sustentabilidad del recurso hídrico.

De su parte, con un nivel de coincidencia del 90% las organizaciones sociales agrupadas en pequeños productores comunales, estaría dispuestas a trabajar con los pueblos y nacionalidades para mejorar la gestión del recurso hídrico. El dendograma de coaliciones evidencia además, que es probable en un 84% el trabajo entre el ente Público Nacional (SENAGUA), los prestadores del servicio (junta de regantes) y los grupos sociales inmersos en el área de influencia de los proyectos multipropósito, ello con la finalidad de mejorar la integralidad de la gestión.

La incorporación de niveles desagregados en el análisis es limitado en vista de la no disponibilidad de los indicadores incluidos en la matriz de impacto en niveles territoriales menores como las cuencas hidrográficas, lo que reduce tanto el diagnóstico situacional de la gestión del recurso hídrico así como el análisis multicriterial y el de actores asociados a la gestión. Es decir, que la incorporación de información más desagregada, por ejemplo, el análisis a nivel de cuenca hidrográfica, permitirá realizar

análisis de profundidad e integrales, entre ellos realizar el contraste entre las cuencas hidrográficas orientales y de la costa así como la caracterización de las realidades insertas en estos ámbitos geográficos una vez entren en operación el conjunto de los proyectos multipropósito.

Conclusiones

Las definiciones introducidas en el presente trabajo dan relevancia a la índole multidimensional de la Economía ecológica, seguridad alimentaria, sustentabilidad, metabolismo social, entre otros, los cuales son abordados mediante la inclusión del análisis multicriterial como elemento idóneo de estudio para evidenciar las interacciones entre los aspectos: económicos, sociales y ambientales, que incluye además, la disponibilidad de alimentos en términos de seguridad alimentaria

El análisis multicriterial desarrollado en esta tesis muestra que la gestión del recurso hídrico ecuatoriano ha sido más favorable en el período 2008 – 2012 y de manera particular en el año 2012. Las dimensiones de evaluación empleadas fueron las siguientes: económicas, de política pública, de consumo del recurso, ambiental y de seguridad alimentaria. Aunque en la evaluación agregada, los cambios constitucionales y la inversión en grandes proyectos de infraestructura de años recientes son determinantes de este resultado, cabe notar, que varios indicadores ambientales y sociales empleados muestran un retroceso importante durante el mismo período.

El aumento de la oferta de recursos a partir de la democratización de la concesiones, la implementación de proyectos de riego, promueve la ampliación de la frontera agrícola y el uso de agroquímicos para la expansión de cultivos de uso local, y este a su vez, es el origen de mayores conflictos en el acceso al recurso.

Es así que, conforme al análisis multicriterial con NAIADE, la expansión de la inversión pública en grandes proyectos de infraestructura destinados a riego, control de inundaciones, proyectos multipropósito, entre otros, que se registran a partir del año 2007 llegaron a afectar el uso doméstico del recurso hídrico bajo dos características principales: en primer lugar la expansión de la frontera agrícola de productos destinados a consumo

interno que afectan positivamente la seguridad alimentaria, en segundo lugar, una reducción en los caudales de agua destinados a las actividades agrícolas de consumo interno, lo que supone una mejora en las transferencias tecnológicas al sector, las mismas que guardan relación con el fomento de la productividad agrícola entre ellas el crédito para acceso a maquinaria agrícola e insumos, semillas certificadas y de alto rendimiento, entre otros.

Adicionalmente, como elemento para visibilizar la seguridad alimentaria se incluye la demanda de caudales por parte de sistemas comunales y campesinos en vista de que la mayor parte de la producción de estos actores contribuyen al fomento de la seguridad alimentaria. Los resultados muestran que a pesar de que se dispone menos agua respecto a años anteriores para las actividades de producción de consumo interno, los campesinos demandan mayores cantidades de recursos, situación que puede ser explicada mediante la diversificación de sus actividades productivas, es decir ya no solo se dedican a actividades agrícolas, sino que se incluyen labores ganaderas, pastoreo, piscícolas, entre otras.

Con la finalidad de evidenciar cambios en los resultados, se explora la sensibilidad con el cambio en el parámetro α , evidenciando que no existen variaciones significativas, pues el resultado responde a la ingente inversión los proyectos multipropósito incorporados a partir del año 2009, situación que es incapaz de sostenerse en ausencia de dicha inversión. Es decir, el resultado negativo de la dimensión ambiental es compensado por los logros positivos enmarcados en la gran cantidad de recursos destinados a los proyectos de inversión, ello conlleva a que el año 2012 sea el mejor en términos de gestión del recurso hídrico. Asimismo, como complemento del análisis de sensibilidad una vez se elimina de la matriz de impacto la dimensión económica, se confirma la consistencia de los resultados iniciales en vista de que la contribución de la dimensión de política pública a través de los indicadores de cobertura de servicios es favorable en los últimos años. Adicionalmente, si se excluye del análisis la dimensión económica y la dimensión política, el resultado responde solo a criterios sociales y ambientales, en el cual se evidencia al año 2004 como el mejor año en términos de la gestión del recurso hídrico, mientras que el año 2012 es el penúltimo año dentro del ordenamiento de alternativas.

Los indicadores incluidos en la dimensión económica y de política pública muestran mejor desempeño en los últimos años, entre ellos, mayor inversión, mejores niveles de desconcentración, mayores montos de recaudación por concesiones, ampliación en la cobertura de servicios de agua potable y alcantarillado, en contraste del aumento de conflictos en el uso del recurso como resultado de la incorporación de proyectos multipropósito.

Una de las problemáticas observadas dentro del análisis de actores, hace referencia a los intereses particulares de cada uno de los sectores involucrados en la gestión del recurso hídrico, lo que puede limitar el accionar integral y equitativo tanto de la oferta como de la demanda del agua. Se evidencia la supremacía del ente Público Nacional respecto a la coalición del resto de actores. Así, a pesar de la cantidad de recursos invertidos en proyectos multipropósito, la política pública ha dejado de lado el aspecto ambiental, siendo un tema de interés prioritario para los actores sociales no vinculados a ente Gubernamental para una mejor implementación y uso del recurso hídrico.

Si bien los indicadores relacionados a seguridad alimentaria han evidenciado ciertos avances, conforme una mayor disponibilidad de insumos para la producción agrícola entre ellos el recurso hídrico así como el de contar con los elementos para la producción agrícola y disponer de un porcentaje de la producción para consumo interno y autoconsumo por parte de las unidades productivas agrícolas, los indicadores de producción destinada al consumo interno son favorables durante los últimos años, así como la entrega de caudales a sistemas comunales y campesinos a través de concesiones que también ha mejorado. Sin embargo, un aspecto que se debe tomar en cuenta en la evaluación es que, el hecho de que la producción agrícola se halle disponible para la venta en el mercado interno, no garantiza el acceso de la población, éste dependerá del poder adquisitivo y características de los hogares, sus preferencias alimentarias, entre otros aspectos.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis, la cual hacía referencia a que la expansión de la inversión pública en proyectos multipropósito era traducida en la disminución de la disponibilidad del recurso para la producción agrícola de consumo interno, en vista de que el análisis presentado evidencia un aumento en la producción destinada a consumo interno con menor o igual cantidad del recurso hídrico, lo que supondría mejoras en la productividad agrícola, la transferencia de tecnología, entre ellas el acceso al crédito para la compra de maquinaria agrícola y semillas certificadas, así como la diversificación de las actividades de actores comunitarios y campesinos, estos últimos aspectos no puede ser comprobada en el presente documento y constituye un elemento de investigación en trabajos futuros. Es decir, la inversión pública en proyectos multipropósito no ha afectado la seguridad alimentaria, bajo el contexto del aumento en la producción para consumo interno y la disponibilidad de producción agrícola para uso local, ello en detrimento de aspectos ambientales. La gestión del recurso hídrico se ve supeditada a los montos de inversión en proyectos multipropósito y la gestión pública, las cuales no contemplan la integralidad en la gestión pues se da relevancia a estas dos dimensiones.

Finalmente, la incorporación de información a niveles desagregados, por ejemplo cuencas hidrográficas permitirá realizar un análisis focalizado e integral de la gestión del recurso, aspecto que se podría abordar en futuras investigaciones una vez entren en operación la totalidad de los proyectos multipropósito que se encuentran en implementación.

Recomendaciones

El planteamiento previo de las conclusiones evidencia las particularidades insertas en el análisis multicriterial con NAIADE, lo que implica un mayor debate e investigación en las relaciones entre lo económico-social-ambiental. En el análisis particular de la gestión del recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria se rechaza la hipótesis siempre y cuando se mantengan los supuestos e indicadores incluidos en el análisis, sin embargo, los diversos estudios que contribuyen con el conocimiento generan mayor debate e interrogantes tanto en las dimensiones a ser incluidas como en los indicadores

planteados para el análisis de cualquier problemática y de manera particular el método multicriterial y de agregación utilizado, en nuestro caso el NAIADE.

Por lo tanto, y como resultado del análisis, se recomienda mayor profundización en el análisis multicriterial y las metodologías abordadas para su consecución, así como los criterios para la definición de indicadores, dimensiones, umbrales de preferencia y los mecanismos utilizados para la agregación de los mismos, en vista de que la interacción entre lo económico, lo social y lo ambiental contemplan diversidad de dinámicas y particularidades.

Para el caso de los indicadores de seguridad alimentaria de los cuales se dedujeron situaciones favorables en los últimos períodos, este trabajo debería contar con una actualización periódica, con la finalidad de observar patrones adicionales que influyen en la gestión del recurso hídrico y su relación con la seguridad alimentaria, así como las expectativas referentes a factores ambientales tales como la huella hídrica, el aumento de la frontera agrícola, el uso de agroquímicos, entre otros, con énfasis en indicadores desde una perspectiva de sostenibilidad fuerte.

De esta manera, se puede inferir si el destino de los recursos económicos resultantes de la inversión pública en proyectos multipropósito aborda las dimensiones propiciadas en el análisis multicriterial, mejora la gestión del recurso hídrico y el manejo de los recursos naturales de manera integral, que logre además alcanzar la seguridad alimentaria en armonía con el medio ambiente y la naturaleza.

Asimismo, se plantea la extensión y profundización del estudio, que centre la investigación en los determinantes insertos en las actividades agrícolas cuyo destino es el consumo local, así como el uso de insumos y factores tecnológicos para su consecución. Puesto que dadas las características de esta investigación, fue limitada la explicación respecto a la reducción del volumen del recurso hídrico destinado a actividades agrícolas y a su vez el aumento de la demanda de caudales por parte de actores comunales y campesinos, pues puede atribuirse a distintas transformaciones de eficiencia y diversificación agrícola, así como la transferencia y uso de nuevas tecnologías.

En tal virtud, una posibilidad temática para abordar investigaciones futuras guardarían relación con: ¿Cuáles son los factores que influyen en la productividad de las actividades agrícolas destinadas a consumo interno y cómo se relacionan con la seguridad alimentaria en el marco de la inversión pública en proyectos hídricos multipropósito?

Tomando en cuenta, que el análisis multicriterio constituye una metodología que se encuentra en proceso de construcción y masificación dentro del análisis tradicional, el planteamiento de las dimensiones, indicadores y métodos de agregación a utilizar trajo consigo ciertas dificultades, lo que está directamente relacionado con la información utilizada, puesto que estas, no están disponibles en períodos completos y mucho menos en niveles de desagregación menores.

Las temáticas relacionadas a investigar las interacciones entre lo económico, social y ambiental deben ser extendidas, en vista de que únicamente los esfuerzos en este sentido generan varias interrogantes y permiten de alguna manera el planteamiento de políticas públicas en mejora 3 condiciones antes mencionadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Allan, J. (1993). "Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be imposible". *Priorities for water resources allocation and management*.
- Allan, J. (1998). "Virtual water: a strategic resource. Global solutions to regional deficits". *Groundwater*.
- BCE (Banco Central del Ecuador), 2012. Estadística del posicionamiento de la agricultura en el PIB del Ecuador y la importancia de la misma y algunos datos de exportaciones. (en línea) Quito, Ecuador. Consultado en marzo, 2012. Disponible en http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/ComercioExterior.jsp.
- Bana y Costa ed. (1990). *Readings in Multicriteria Decision Aid*. Springer –Verlang.
- Bolaños, M. E. (2011). "Determinación de la huella hídrica y comercio de agua virtual de los principales productos agrícolas de Honduras". Disertación de ingeniería, Zamorano .
- Bruinsma, J. *World Agriculture: Towards 2015/2030. An FAO Perspective*. FAO. Earthscan. Londres, 2003.
- Capa Santos, O., Mosquera Alcocer, H., y León Borja, X. (2005). *Análisis Macroeconómico-Estadístico de las Exportaciones de la cadena Agrícola en Ecuador*. Quito: Cimacyt.
- Chapagain, A., y Hoekstra, A. (2004). 'Water footprints of nations', *Value of Water Research Report*. Netherlands: Series No.16, UNESCO-IHE, Delft.
- Chapagain, A., y Hoekstra, A. (2008). The global component of freshwater demand and supply: An assessment of virtual water flows between nations as a result of trade in agricultural and industrial products. *Water Internationa*, 16 (1)19–32.

- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), 2012. Análisis del perfil de Ecuador. Santiago, Chile. (en línea). Consultado el 10 Abril. 2012. Disponible en <http://www.cepal.org>.
- Collado , B., y Saavedra , P. (2010). *Agua Virtual En Los Países En Desarrollo*. Zaragoza: Universidad De Zaragoza.
- Daly, Hernán (1998). *Introducción a la Economía en Estado Estacionario*. En: Daly Hernán (compilador). *Economía, Ecología, Ética: Ensayos hacia una Economía en estado estacionario*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Daly, Herman (1992). *Economía ecológica y Desarrollo Sustentable*. En: Schatan, Jacobo (1991). *Crecimiento o Desarrollo: un debate sobre la sostenibilidad de los modelos económicos*. Santiago: Editorial Jurídica Cono Sur.
- E., V. (2007). Water trade in Andalusia. Virtual water: An alternative way to manage water use. *Economía ecológica* , 63:201-208.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 1978. *Effective rainfall in irrigated agriculture*. Rome, Italy. FAO Irrigation and Drainage Paper.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2006. *Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma, Italia. Estudio FAO de riego y drenaje 56.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2012. AQUASTAT (Sistema de información sobre el uso del agua en la agricultura y el Medio Rural de la FAO). Para el País de Ecuador. Disponible en <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexesp.stm>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2012a. CLIMWAT base de datos (en línea). Roma, Italia. Consultado 25 feb. 2012. Disponible en www.fao.org/ag/AGL/aglw/climwat.stm.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2012b. CROPWAT “decision support system” (en línea). Roma, Italia. Consultado 05 mar. 2012. Disponible en http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2012c. FAOSTAT base de datos (en línea). Roma, Italia. Consultado 15 feb. 2012. Disponible en Rome <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>.
- Falconí F. y Burbano R. Análisis Multicriterio de la Sostenibilidad de la Islas Baleares. Congreso Iberoamericano de Desarrollo y Medio Ambiente. Quito. 2003.
- Falconí Fander (2003). Economía y Desarrollo Sostenible ¿Matrimonio Feliz o Divorcio Anunciado?. El Caso de Ecuador. FLACSO. Quito.
- Garrido, A; Llamas, M.R.; Ortega, C.V; Novo, P; Casado, R.R; Aldaya, M.A. 2010. Water footprint and Virtual Water Trade in Spain: Resource Management and Policy. Fundación Marcelino Botín. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. Springer.
- Fisheon, G. (1989). “Economic cooperation in the Middle East, Westview Special Studies on the Middle East”. *International Journal of Water Resources Development*, (11).
- Haddadin, M. (2003). *Exogenous water: a conduit to globalization of water resources. En: Hoekstra, A.Y. 'Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade', Value of Water Research Repor.* Netherlands: UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
- Hoekstra, A. Y. (2003). “Virtual Water Trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to internacional crop trade, Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual water Trade”. *Value of Water Research Report Series*, (12).

- Hoekstra, A. Y. (2003). "Virtual Water. An Introduction. Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade". *Values of Water Research Report Series*, 12.
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., y Mekonnen, M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*. London: Earthscan UK.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), (2000). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Quito.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), (2006). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Quito.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), (2012). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Quito.
- Janssen R. y Munda G. "Multi-criteria Methods for Quantitative. Qualitative an fuzzy Evaluation Problems". *Handbook of Environmental and Resource Economics*. Van den Bergh. Jeroen ed.
- Martínez, Joan (1995). *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Montevideo: Icaria Editorial.
- Martínez, Joan y Jordi Roca (2001). *Economía ecológica y política ambiental*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Madrid, C. y. (2008). El metabolismo hídrico y los flujos de agua virtual. Una aplicación al sector hortofrutícola de Andalucía (España). *Revista Iberoamericana de Economía ecológica* , 8: 29-47.
- Munda, Giuseppe (1993). *Fuzzy Information in Multicriterial Environment Evaluation Models*. Inspra, Joint Research Center. Vrije Universiteit.

- Munda, Giuseppe (1995). *Multicriterial Evaluation in a Fuzzy Environment*. Theory and Applications in Ecological Economics. Physica – Verlag, Germany.
- Munda, Giuseppe (1998). *Teoría de la Evaluación Multicriterio: Una Breve Perspectiva General*. En: Evaluación Ambiental Integrada: Evaluación Multicriterio. Barcelona. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Munda, Giuseppe (2000). Conceptualising and Responding to Complexity. Spash y Carter ed.
- Munda Giuseppe (2002). Métodos Multicriterio Para la Evaluación Ambiental Integrada. Universidad Autónoma de Barcelona. Mimeo. 2002.
- Pérez Arcos, S. I. (2012). "Evaluación y análisis de la huella hídrica y agua virtual de la producción agrícola en el Ecuador". Disertación de ingeniería: Zamorano.
- Pearce, David W. y Turner, R. Kerry (1995). *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*. Colegio de Economistas de Madrid. Celeste Ediciones.
- Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. Disponible en versión PDF en <http://plan.senplades.gob.ec/>.
- Romero, Carlos (1997). *Economía de los Recursos Ambientales y Naturales*. Alianza Editorial. Madrid. Segunda Edición.
- SENAGUA, (2012). *Política Pública Sectorial del Agua*. Quito
- SENAGUA, (2010). *Informe de Gestión 2008-2012*. Una gestión diferente de los recursos hídricos. Quito.

SENAGUA (Secretaria Nacional del Agua), 2012. Publicaciones sobre el uso del agua en el Ecuador. Quito, Ecuador. (en línea). Consultado el 25 de Marzo. 2012. Disponible en <http://www.senagua.gob.ec/>.

Van Hofwegen , P. (2004). “*Virtual Water Trade. Conscious Choices*”. Synthesis E-Conference. World Water Council. 4thWorld Water Forum.

ANEXOS

Resultado multicriterial análisis de pares (2002-2006 vs 2008-2012)

NAIADE

File Edit Columns Rows Analysis Show About

Matrix type Impact Case Study

Criteria	Alternatives	2002	2012										
Inversión hídrica		2.32	86.23										
PIB Agrícola		1719	2087										
Autosuficiencia Administrativa		0	100										
Inversión desconcentrada		0	58636.9										
Conflictos uso de agua		2634	5923										
Cobertura agua potable		41.7	73.4										
Cobertura alcantarillado y saneamiento		39.8	73.4										
Brecha de Consumo sostenible		1.5	1.9										
Área protegida para abastecimiento		2.73	21.6										
Huella hídrica por producción		11735	29945										
Agroquímicos utilizados		17.1	41.3										
Ampliación Frontera Agrícola		1382	2137										
Consumo agua de riego para cultivos uso local		5.2	3.1										
Demanda de caudal sistemas comunales - campesinos		1005	1438										
Ampliación Frontera Agrícola total		7.1	7.3										

Tools: Calculate, Equity, Both

Close

ES 9:18 27/04/2015

Multicriteria Analysis Results

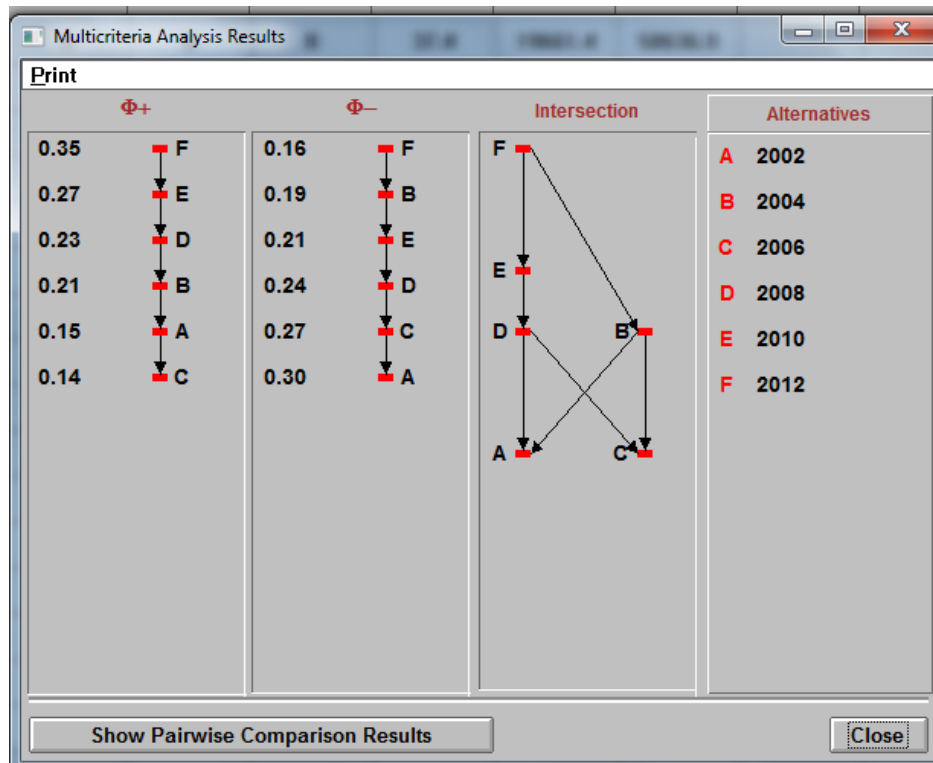
Print

$\Phi+$	$\Phi-$	Intersection	Alternatives
0.64 ↓ B 0.45 ↓ A	0.45 ↓ B 0.64 ↓ A	B ↓ A	A 2000 - 2006 B 2007 - 2012

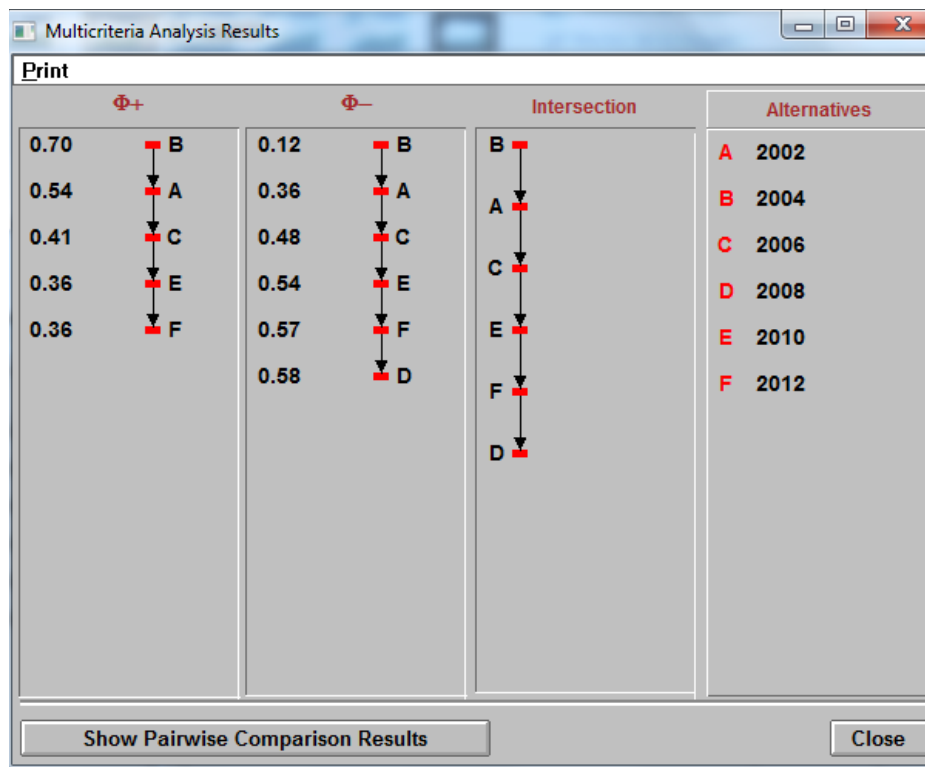
Show Pairwise Comparison Results

Close

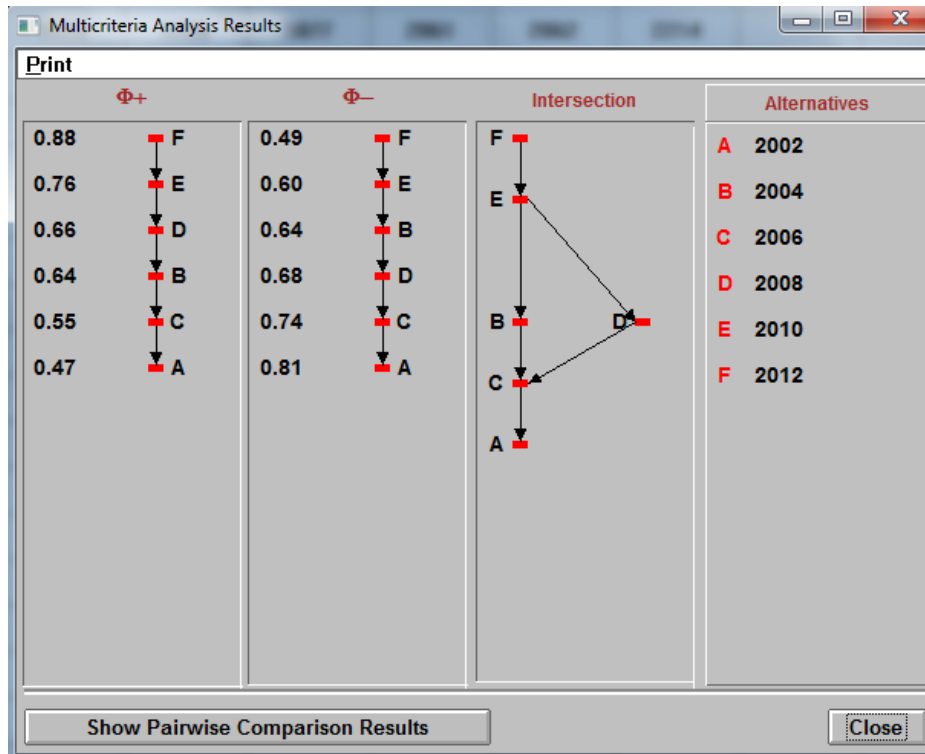
Resultado multicriterial sin dimensión económica



Resultado multicriterial sin dimensión económica y política pública



Resultado multicriterial con parámetro $\alpha = 0,20$



Resultado multicriterial con parámetro $\alpha = 0,60$

