

EL METABOLISMO SOCIAL, EL SUMAK KAWSAY Y EL TERRITORIO: EL CASO DE CUENCA, ECUADOR

TESIS DOCTORAL

**Antonio Malo Larrea
Septiembre de 2014**

Director: Dr. Jesús Ramos-Martín

**Doctorado en Ciencia y Tecnología Ambientales
Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals
Universitat Autònoma de Barcelona**

icta



Institute of Environmental Science
and Technology

UAB

Universitat Autònoma
de Barcelona

Portada: *La naturaleza, lo urbano y lo rural conectados a través del agua*

Diseño de la portada: *Margarita Malo Larrea*

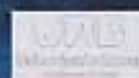
**EL METABOLISMO SOCIAL,
EL SUMAK KAWSAY Y EL TERRITORIO:
EL CASO DE CUENCA, ECUADOR**

TESIS DOCTORAL

**Antonio Malo Larrea
Septiembre de 2014**

Director: Dr. Jesús Ramos-Martín

**Doctorado en Ciencia y Tecnología Ambientales
Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals
Universitat Autònoma de Barcelona**




Jesús Ramos


Antonio Malo Larrea

Estos años, limitados e insuficientes como yo, son a la vez una dedicatoria y un homenaje, a mi esposa Natalia, la mujer más dulce y valiente que he conocido, y a mi abuelo Alberto Larrea Borja, quien fue mi maestro y amigo, y quien trató de enseñarme a pensar y cuestionar...

AGRADECIMIENTOS

Quiero comenzar agradeciendo a mi esposa Natalia y a mi familia, sin ellos hacer este trabajo hubiera sido una tarea imposible. Su cariño, apoyo y respaldo en los buenos momentos, y también en los más difíciles, han sido los cimientos de esta tesis. Muchas gracias Pepe, Margarita, la otra Margarita, Daniela, Juan Alberto, Sara, Coco, Mónica, Pedro, Virginia, Diego, Alberto, Antonio, Isabel, Angélica, Oswaldo, Vladimiro, Gladys, y mi hermano de vida Camilo Martínez.

Mis estudios y mi trabajo hubieran sido imposibles sin la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), quien a través de su beca MAE, me dio la tranquilidad económica para poder estudiar y realizar la primera parte de este trabajo. A partir del año 2012 mi trabajo y subsistencia estuvieron financiados por una beca del gobierno ecuatoriano, a través de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT). La AECID permitió que este trabajo comience, sin embargo, no podría haber sido terminado sin el apoyo de SENESCYT, y de la Universidad del Azuay por lo que le estoy profundamente agradecido.

Le agradezco de manera especial a mi director, Jesús Ramos Martín, porque con mucha paciencia supo guiarme y orientarme, para poder terminar esta tesis.

El estudio de la subjetividad fue financiado por la Universidad del Azuay, en Cuenca, Ecuador. Este financiamiento se consiguió gracias al apoyo incondicional de Jacinto Guillén García, Gustavo Chacón Vintimilla y Raffaella Ansaloni.

Conseguir la información, los contactos para las entrevistas, y sobre todo, conseguir que llegue a mis manos, ha sido una tarea titánica. Fueron muchas las instituciones que me dieron apertura: la Empresa de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado de Cuenca (ETAPA); la Universidad del Azuay (UDA); la Universidad de Cuenca; la Ilustre Municipalidad de Cuenca; la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA); la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES); y el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). Pero todo ese apoyo, hubiera sido imposible sin Gustavo Chacón, Diana Astudillo, Ricardo Escobedo, Marta Castro, María Cecilia Carrasco, Vicente Pinos, Omar Delgado, Alfredo Martínez, Sebastián Izquierdo, Edwin Zárate, María Caridad Vásquez, Carmen Valarezo, y a mi primo Juan Sebastián Malo.

No puedo dejar de reconocer el apoyo y los consejos, siempre oportunos y profundos, de Mario Giampietro, Giorgos Kallis y Katharine Farrell.

Entre los estudiantes de doctorado siempre hay una complicidad y un apoyo muy especiales, intentar agradecerles a todos y todas me haría correr el riesgo de olvidarme de muchas personas. Sin embargo, hay gente que estuvo más cerca, y que a través de sus consejos, correcciones, sugerencias y compañía realmente me marcaron, así como también a este trabajo. Muchas gracias a Cristina Madrid, Violeta Cabello, Sara Latorre, Pere Ariza, Marién González, Arnim Scheidel, Juan Cadillo, Tarik Serrano, Lucía Gallardo, Mariana Walter, Christos Zografos y Josep Pujantell.

Gerard Castellà y su familia, me dieron su amistad y cariño, pero además me ayudaron a comprender a Catalunya, a esa Catalunya de la que no se habla ni en la televisión, ni en los periódicos. Esa Catalunya generosa, entregada, incondicional y acogedora.

Finalmente, no puedo dejar de agradecer a todas esas personas que en algún momento de mi vida las consideraré como maestros. Este trabajo no es mío, es de ustedes, solamente he intentado poner en palabras lo que me han enseñado. Sin embargo, quiero agradecer de forma especial a mi maestro de vida y de Bujinkan, Christian Petroccello, y a mi tío de Bujinkan más querido, quien me aconsejó y me guió por cinco años, Fernando Aixa.

PREFACIO

En segundo curso del colegio, a los 13 años, me mandaron un trabajo para ciencias naturales. La pregunta era sencilla: ¿por qué las criaturas de las profundidades del mar son tan raras? Consulté con mi enciclopedia privada, mi abuelo Alberto, y su respuesta fue también sencilla: no son raros, sólo nos parecen raras porque no estamos acostumbrados a ellas, se han adaptado a otros ambientes. Tienes que recordar, me dijo, que el ideal de belleza del sapo es la sapa. Saqué cero en el trabajo.

Cuando era niño, mi abuelo me mostraba el libro *Cosmos* de Carl Sagan, y veíamos también juntos la serie documental del mismo nombre. Me explicaba las cosas que íbamos viendo: el origen del universo, la teoría de la relatividad, el por qué sólo somos polvo de estrellas, en fin. Lo hacía de tal manera que yo pensaba que le entendía, pero sobre todo, me motivaba a preguntar, no había pregunta tonta. Pero tal vez lo que me llevó hacia las ciencias de la vida fue su invernadero, con sus aves sueltas, sus peceras y pozas, y sus inventos, como su calentador solar para el agua de las peceras (todo en 50 m²). Cuando nos explicaba las cosas, nos mostraba su amor por la vida, y su profundo conocimiento de la ecología. Eso me marcó, y me convirtió en biólogo.

Sin embargo, tal vez lo más importante, fue su profunda conciencia social y su entrega a la sociedad. A pesar de ser un físico y un filósofo brillante, rechazó ofertas en el *mundo desarrollado*, porque su compromiso y ética le obligaba a devolver al país, lo que el país le había dado a él. Así dedicó su vida a la educación, y a inventar diferentes sistemas de construcción para la gente que menos tiene. Todavía hoy sus estudiantes le recuerdan con mucho cariño, y sus sistemas de construcción sirven a la sociedad, aunque algunos de ellos con otros nombres, porque mi abuelo Alberto decía que el conocimiento es de la sociedad, que el conocimiento no puede ser privado, y por eso nunca los registró con su nombre. Siempre repetía lo que Einstein decía: *si he podido ver más allá, es porque me he parado sobre los hombros de gigantes*.

Los ejemplos de mi abuelo, de mi madre (quien me enseñó a leer) y sus hermanos, de mis abuelas, y de mi padre, con su ética y prudencia, han marcado mi vida, y me han hecho buscar esa parte *social* a la ecología, llevándome a la ecología humana, la economía ecológica y la ecología política.

De esta manera, gracias a mi abuelo, y a todos mis maestros y maestras, a acalorados debates políticos y académicos, y a la vida en general, es que por lo menos he aprendido a cuestionarme

sobre la vida, y las relaciones socio-ecológicas. No sé si los caminos que he seguido para intentar indagar sobre esas preguntas han sido los adecuados, no sé si a la sociedad le sirva lo poco que he caminado, o si alguna de mis preguntas sea importante, sin embargo, este trabajo es parte de ese camino, y estas preguntas han sido lo que han sido.

RESUMEN

La economía ecológica y la ecología política necesariamente requieren enmarcarse en paradigmas conceptuales diferentes, más contemporáneos e integradores. En ese contexto, las ciencias de la complejidad y las ciencias post-normales, se constituyen en marcos teóricos y de aplicación muy interesantes, se podría decir incluso, que ideales para cumplir con ese objetivo. Dichos paradigmas, permiten a su vez, romper con la tradicional dicotomía sociedad-naturaleza, integrándolas en un solo sistema: el sistema socio-ecológico. Por otro lado, en el Ecuador surge el paradigma andino del Sumak Kawsay, el que puede ser traducido como la vida plena, el buen vivir o el saber vivir. Este paradigma, al igual que las ciencias de la complejidad, concibe a la sociedad y a la naturaleza como una misma cosa. Es así que, el Ecuador ha adoptado al Sumak Kawsay como política de estado, al haberlo incluido en su última constitución como el último objetivo de las políticas públicas. De esta manera, este trabajo ha pretendido, bajo el marco conceptual de la economía ecológica, de la ecología política y del Sumak Kawsay, estudiar el sistema socio-ecológico de la ciudad de Cuenca, en Ecuador. Esta ciudad fue escogida, por ser considerada como un referente tanto a nivel internacional, como nacional, debido a su gestión del agua y sus esfuerzos para la conservación de la biodiversidad. Por esas razones, el trabajo se enfocó en el estudio del metabolismo del agua. Dicho estudio se hizo en dos fases. Primero, se realizó una investigación de las percepciones sobre la naturaleza y el territorio, a nivel institucional, es decir, que se indagó en los discursos que dirigen las instituciones que toman decisiones sobre la naturaleza y el territorio en Cuenca. La segunda fase, consistió en un estudio del metabolismo del agua de la ciudad de Cuenca, evaluando cuánta agua se extrae del sistema ecológico, y cómo se usa por los diferentes niveles de la sociedad cuencana.

Para estudiar las percepciones se aplicó el método Q para el estudio de la subjetividad humana. Se identificaron cuatro discursos, nombrados sólo por fines didácticos como: conservacionista, tecnocrático, desarrollista y sistémico. Los cuatro discursos serían incompatibles con el Sumak Kawsay. Para estudio del metabolismo social del agua, en cambio, se aplicó un Análisis Multiescalar del Metabolismo Social y Ecológico (MuSIASEM). Se encontró, que aunque en apariencia existe agua suficiente para abastecer a la ciudad de Cuenca, los ríos de los que toma el agua podrían estar sometidos a un estrés ecológico severo. Por otro lado, la mayor demanda de agua es para el sector agrícola, seguida del sector industrial, y del sector doméstico. En los tres sectores los niveles de consumo son muy altos, y parecerían tener un altísimo grado de desperdicio. De esta manera, el metabolismo del agua de la ciudad de Cuenca sería ecológicamente insustentable, y por lo tanto, también incompatible con el Sumak Kawsay.

En resumen, esta tesis aplica el marco teórico de las ciencias de la complejidad a la economía ecológica y a la ecología política, para el análisis de un sistema socio-ecológico particular. Esto ha permitido profundizar en el funcionamiento del metabolismo social de Cuenca, y por lo tanto, identificar los procesos donde se podría intervenir para buscar la sustentabilidad, y hacerlo compatible con el paradigma del Sumak Kawsay.

ABSTRACT

Ecological economics and political ecology necessarily have to be framed in different theoretical paradigms, which have to be more contemporary and integrating conceptual frameworks. In this context, both the complexity and post-normal sciences are constituted in very interesting theoretical and application frameworks, one could even say, ideal to meet that goal. Such paradigms allow in turn, to break the traditional society-nature dichotomy, integrating them into one system: the socio-ecological system. Additionally, within Ecuador emerged the ancestral Andean paradigm of Sumak Kawsay, which can be translated as good living, living wisely or as to know how to live. This paradigm, like the sciences of complexity, conceives society and nature as the same entity. In this context, Ecuador adopted the Sumak Kawsay as a state policy, by including it in its last Constitution, as the ultimate goal of public policy.

This research effort attempted to study, within the conceptual framework of ecological economics, political ecology, and Sumak Kawsay, the socio-ecological system of the city of Cuenca in Ecuador. This city was chosen because it is considered both as a national and international referent, due to its water management system and its conservation of biodiversity efforts. For these reasons, we focused our study area on water societal metabolism. This thesis was performed in two phases: First, we researched the several perceptions about nature and territory at the institutional level. This implied, a thorough investigation of the main discourses found within the main institutions in charge of decision-making regarding nature and territory. The second phase consisted in studying the societal water metabolism of the city of Cuenca. This was done by assessing the quantity of water extracted from the ecological system, and how it is used by the different levels of society in the city.

Initially, for the research of the aforementioned perceptions, the Q method for the study of human subjectivity was applied. Four discourses were identified, named only for didactic purposes: conservationist, technocratic, developmentalist and systemic. These four discourses happened to be inconsistent with Sumak Kawsay. Secondly, to study the societal metabolism of water, we applied the Multiscale Integrated Analysis of Societal and Ecological Metabolism (MuSIASEM). It was found that, despite an apparently enough water supply, the rivers from where the water is extracted could be at risk of undergoing severe ecological stress. The highest demand for water comes from agriculture, followed by the industry and lastly from the domestic sector. In all three sectors, consumption levels are very high, and seem to have a high degree of waste. Thus, water metabolism of Cuenca would be ecologically unsustainable, and thus also inconsistent with Sumak Kawsay.

In summary, this thesis applies the theoretical framework of the complexity sciences to ecological economics and political ecology for the analysis of a specific socio-ecological system. This has allowed us to deepen our knowledge regarding the functioning of the societal water metabolism of Cuenca, and therefore, identify processes where they could intervene to seek sustainability, and make it compatible with the paradigm of Sumak Kawsay.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1. LA ESTRUCTURA DE ESTE TRABAJO	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	4
1.2.1. LA ECONOMÍA ECOLÓGICA	5
1.2.2. LA ECOLOGÍA POLÍTICA.....	7
1.2.3. ECUADOR: UNA BREVE VISIÓN HISTÓRICA Y SOCIO-POLÍTICA	9
1.2.4. ECUADOR, PAÍS MEGADIVERSO	12
1.3. OBJETIVOS, PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS.....	14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.3.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	14
1.3.4. HIPÓTESIS.....	15
CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	15
2.1. CONCEPTUALIZANDO EL SISTEMA SOCIO-ECOLÓGICO.....	15
2.1.1. LOS SISTEMAS COMPLEJOS.....	16
2.1.2. LAS SOCIEDADES Y LA NATURALEZA COMO SISTEMAS COMPLEJOS.....	30
2.2. EL METABOLISMO SOCIAL Y EL METABOLISMO ECOLÓGICO	33
2.2.1. EL METABOLISMO ECOLÓGICO	34
2.2.2. EL METABOLISMO SOCIAL.....	35
2.2.3. EL METABOLISMO COMO PROCESO HISTÓRICO ECOLÓGICO	36
2.2.4. EL METABOLISMO URBANO Y EL METABOLISMO RURAL.....	37
2.2.5. EL METABOLISMO DEL AGUA.....	38
2.2.6. LA ESTRUCTURACIÓN DEL TERRITORIO Y EL METABOLISMO SOCIAL.....	40
2.2.7. LA APROPIACIÓN URBANA DEL METABOLISMO RURAL Y DEL METABOLISMO ECOLÓGICO	44
2.3. SUBJETIVIDAD Y SISTEMAS SOCIO-ECOLÓGICOS	46
2.3.1. LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE LA NATURALEZA.....	48
2.3.2. LA PROBLEMATIZACIÓN DE LA NATURALEZA Y LA NATURALEZA METROPOLITANA	49
2.3.3. LA ECO-GUBERNAMENTALIDAD, LA MODERNIZACIÓN ECOLÓGICA Y LA ECO-EFICIENCIA.....	50
2.3.4. LA CONSTRUCCIÓN DE POLÍTICAS COMO PRÁCTICA DE CREACIÓN DE PROBLEMAS.....	52
2.4. EL METABOLISMO Y EL SUMAK KAWSAY: DOS IDEAS CONVERGENTES.....	53
2.4.1. EL SUMAK KAWSAY	53
2.4.2. EL SUMAK KAWSAY Y EL METABOLISMO SOCIAL.....	56

<u>CAPÍTULO 3: ÁREA DE ESTUDIO Y MÉTODOS.....</u>	<u>57</u>
3.1. ÁREA DE ESTUDIO: LA CIUDAD DE CUENCA, ECUADOR.....	58
3.1.1. LA IMPORTANCIA DE CUENCA.....	66
3.1.2. EL SISTEMA TERRITORIAL DE CUENCA	69
3.1.3. EL SISTEMA ECONÓMICO DE CUENCA.....	90
3.1.4. LA GESTIÓN DEL SISTEMA TERRITORIAL.....	95
3.1.5. LA GESTIÓN DEL AGUA.....	97
3.2. LOS MÉTODOS UTILIZADOS EN ESTE ESTUDIO	99
3.2.1. LAS FUENTES DE INFORMACIÓN	101
3.2.2. EL ANÁLISIS MULTIESCALAR DEL METABOLISMO SOCIAL Y ECOLÓGICO.....	103
3.2.3. EL ANÁLISIS MULTIESCALAR DEL METABOLISMO SOCIAL Y ECOLÓGICO APLICADO AL AGUA.....	108
3.2.4. LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS MULTIESCALAR DEL METABOLISMO SOCIAL Y ECOLÓGICO DEL AGUA EN CUENCA	110
3.2.5. EL MÉTODO Q.....	110
3.2.6. LA APLICACIÓN DEL MÉTODO Q PARA EL ESTUDIO DE LOS DISCURSOS SOBRE LA NATURALEZA, EL TERRITORIO Y EL METABOLISMO SOCIAL EN CUENCA	114
<u>CAPÍTULO 4: EL SUMAK KAWSAY Y LA PROBLEMATIZACIÓN DE LA NATURALEZA: EL CASO DE CUENCA, ECUADOR</u>	<u>118</u>
4.1. LOS RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO Q EN CUENCA.....	119
4.2. CUATRO DISCURSOS SOBRE LA NATURALEZA, EL TERRITORIO Y EL METABOLISMO SOCIAL	123
4.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	123
4.2.2. PERCEPCIÓN DE LA NATURALEZA	125
4.2.3. PERCEPCIÓN DEL TERRITORIO.....	126
4.2.4. PERCEPCIÓN DEL PAISAJE	126
4.2.5. PERCEPCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	127
4.2.6. PERCEPCIÓN DE LO URBANO, Y SUS RELACIONES CON LO RURAL Y LO NATURAL	128
4.2.7. PERCEPCIÓN DE LO RURAL, Y SUS RELACIONES CON LO URBANO Y LO NATURAL	129
4.3. LOS CUATRO DISCURSOS EN EL CONTEXTO DEL EL SUMAK KAWSAY.....	131
4.4. CONCLUSIONES.....	134
<u>CAPÍTULO 5: ESTUDIANDO EL METABOLISMO DEL AGUA EN CUENCA, ECUADOR</u>	<u>136</u>
5.1. EL METABOLISMO DEL AGUA DE CUENCA.....	137
5.1.1. LOS CAUDALES DE LOS RÍOS DE CUENCA.....	137
5.1.2. LA APROPIACIÓN DEL AGUA DE LOS RÍOS DE CUENCA.....	150
5.2. EL METABOLISMO DEL AGUA EN EL CANTÓN CUENCA.....	153

5.2.1. EL USO DEL AGUA POTABLE A NIVEL URBANO	153
5.2.2. EL METABOLISMO DEL AGUA EN EL CANTÓN CUENCA: LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE MUSIASSEM.....	164
5.3. LA SUSTENTABILIDAD DEL METABOLISMO DEL AGUA EN CUENCA	181
5.4. CONCLUSIONES.....	184

CAPÍTULO 6: EL METABOLISMO DEL AGUA DE CUENCA, SU TERRITORIO Y EL SUMAK

KAWSAY..... 187

6.1. EL METABOLISMO DEL AGUA DE CUENCA Y LA ORGANIZACIÓN DE SU TERRITORIO.....	188
6.1.1. SUBCUENCA DEL RÍO TOMEBAMBA.....	192
6.1.2. SUBCUENCA DEL RÍO YANUNCAY	195
6.1.3. SUBCUENCA DEL RÍO MACHÁNGARA	197
6.1.4. SUBCUENCA DEL RÍO TARQUI.....	199
6.1.5. SUBCUENCA DEL RÍO CUENCA.....	201
6.1.6. SUBCUENCA DEL RÍO JADÁN	203
6.1.7. SUBCUENCA DEL RÍO SIDCAY.....	204
6.2. LA APROPIACIÓN HUMANA DEL AGUA EN CUENCA EN EL CONTEXTO DEL SUMAK KAWSAY	206
6.3. CONCLUSIONES.....	209

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES 212

7.1. CONCLUSIONES METODOLÓGICAS	212
7.2. CONCLUSIONES SOBRE LOS RESULTADOS	216
7.2.1. LA APROPIACIÓN HUMANA DEL AGUA EN EL CANTÓN CUENCA	216
7.2.2. EL TERRITORIO, EL AGUA Y LAS PERCEPCIONES LA NATURALEZA, EL TERRITORIO, EL PAISAJE, LA BIODIVERSIDAD, LO URBANO, LO RURAL Y SUS RELACIONES.....	221
7.2.3. LA APROPIACIÓN DEL AGUA Y EL TERRITORIO.....	223
7.2.4. LA APROPIACIÓN DEL AGUA Y EL SUMAK KAWSAY.....	224
7.3. RECOMENDACIONES DE POLÍTICAS PÚBLICAS.....	226
7.4. CONCLUSIÓN FINAL.....	229
7.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS.....	230

ANEXO: CURRICULUM VITAE..... I

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3.1: VALORES ANUALES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA REGISTRADOS PARA EL CANTÓN CUENCA.....	70
TABLA 3.2: LA COBERTURA DEL SUELO DEL CANTÓN CUENCA.....	76
TABLA 3.3: LOS ECOSISTEMAS DEL CANTÓN CUENCA, ECUADOR.....	81
TABLA 3.4: ESTIMACIÓN DE LA COBERTURA DE ECOSISTEMAS REMANENTES DEL CANTÓN CUENCA	85
TABLA 3.5: ÁREA DE LOS ECOSISTEMAS DEL CANTÓN CUENCA DENTRO DEL SNAP	88
TABLA 3.6: LAS ÁREAS PROTEGIDAS DEL CANTÓN CUENCA, ECUADOR.....	89
TABLA 3.7: LOS INGRESOS Y EL VAB NOMINAL PARA LOS DIFERENTES SECTORES ECONÓMICOS DEL CANTÓN CUENCA, SEGÚN LA CLASIFICACIÓN INDUSTRIAL INTERNACIONAL UNIFORME DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS (CIU) VERSIÓN 4, DE LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO.....	92
TABLA 3.8: ACTORES CLAVE QUE REALIZARON LA CLASIFICACIÓN Q.....	115
TABLA 3.9: FRAGMENTO DE LA MATRIZ LIKERT UTILIZADA	117
TABLA 4.1: CORRELACIÓN ENTRE LOS VALORES DE CADA FACTOR.....	120
TABLA 4.2: CARACTERÍSTICAS DE CADA FACTOR.....	121
TABLA 4.3: EJEMPLOS DE LOS VALORES OBTENIDOS PARA SIETE ALEGATOS DEFINITORIOS	122
TABLA 5.1: LA APROPIACIÓN DEL AGUA DE LOS RÍOS DE CUENCA: CONTRASTE ENTRE EL CAUDAL DISPONIBLE CADA MES Y EL CAUDAL QUE HA SIDO CONCESIONADO.....	152
TABLA 5.2: VOLUMEN TOTAL DE AGUA POTABILIZADA, CONSUMO URBANO TOTAL DE AGUA POTABLE E ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA (IANC) DE CUENCA URBANA PARA EL PERÍODO 1992-2013.....	155
TABLA 5.3: VARIACIÓN ANUAL DEL VOLUMEN DE AGUA POTABILIZADA, DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE, DE LA POBLACIÓN URBANA Y DEL AGUA NO CONTABILIZADA.....	156
TABLA 5.4: PROPORCIÓN DEL CONSUMO QUE REPRESENTA CADA CATEGORÍA DEL CONSUMO TOTAL DE AGUA POTABLE EN EL ÁREA URBANA DE CUENCA, PARA EL PERÍODO 2003-2013.....	157
TABLA 5.5: TASA DE VARIACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE POR CATEGORÍA DURANTE EL PERÍODO 2003-2013.....	158
TABLA 5.6: CANTIDAD DE CONEXIONES DE AGUA POTABLE EN EL MES DE DICIEMBRE DE CADA AÑO	159
TABLA 5.7: CONSUMO POR CONEXIÓN (M ³ /AÑO) DE CADA CATEGORÍA Y SU VARIACIÓN EN EL PERÍODO 2003-2013.....	160
TABLA 5.8: CONSUMO DE AGUA RESIDENCIAL EN LITROS POR PERSONA Y POR DÍA (LPD)	162
TABLA 5.9: POBLACIÓN DEL CANTÓN CUENCA EN EL AÑO 2010	171
TABLA 5.10: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL (%) EN EL CANTÓN CUENCA DEL USO NETO DE AGUA (NWU) Y DE SUS PÉRDIDAS CUANTITATIVAS (QL).....	173
TABLA 5.11: PROPORCIÓN EN CADA SUBCUENCA DEL NÚMERO DE CONCESIONES Y DEL VOLUMEN DE AGUA CONCESIONADA DE CADA SECTOR	174
TABLA 5.12: LA APROPIACIÓN SOCIAL DEL AGUA, EL USO BRUTO DE AGUA, Y EL USO NETO DE AGUA DEL CANTÓN CUENCA, MEDIDOS EN M ³ /AÑO	175
TABLA 5.13: EL VALOR AÑADIDO BRUTO (VAB) EN DÓLARES ESTADOUNIDENSES DEL 2010, PARA CADA NIVEL Y CADA UNO DE LOS SECTORES DEL CANTÓN CUENCA.....	176

TABLA 5.14: LA INTENSIDAD DEL USO DEL AGUA (L/US\$) Y EL VALOR AÑADIDO BRUTO POR METRO CÚBICO DE AGUA (US\$/M ³)	177
TABLA 5.15: TASAS METABÓLICAS DEL AGUA (WMR) EN LITROS POR HORAS DE ACTIVIDAD HUMANA (L/H), PARA CADA UNO DE LOS NIVELES Y CADA UNO DE LOS SECTORES DEL CANTÓN CUENCA	179
TABLA 6.1: USO DEL SUELO DEL TERRITORIO QUE SE ENCUENTRA DENTRO DEL ÁREA ADMINISTRATIVA DEL CANTÓN CUENCA PARA CADA UNA DE SUS SUBCUENCAS.....	190
TABLA 6.2: PROPORCIÓN DE LOS VOLÚMENES DE AGUA CONCESIONADOS RESPECTO AL VOLUMEN TOTAL CONCESIONADO EN CADA SUBCUENCA, Y RESPECTO AL VOLUMEN TOTAL CONCESIONADO PARA CADA TIPO DE USO.....	191

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1: AUTO-(GENO-FENO)-ECO-RE-ORGANIZACIÓN DE LOS SISTEMAS.....	19
FIGURA 2.2: NIVELES ECOLÓGICOS RESULTADO DE LA INTERACCIÓN DE FACTORES BIÓTICOS CON ABIÓTICOS.....	26
FIGURA 2.3: JERARQUÍA DE LOS BIOSISTEMAS.....	27
FIGURA 2.4: REPRESENTACIÓN DE FLUJOS DE MATERIA, ENERGÍA E INFORMACIÓN ENTRE ECOSISTEMAS	35
FIGURA 2.5: PAISAJE DEL PARQUE NACIONAL CAJAS, EN CUENCA, ECUADOR	42
FIGURA 2.6: PAISAJE DEL RÍO UPANO, JUNTO A LA VÍA A MACAS, ECUADOR.....	42
FIGURA 2.7: PAISAJE DE CULTIVOS DE ARROZ EN KATORI, JAPÓN.....	43
FIGURA 2.8: PUEBLO EN EL DELTA DEL RÍO EBRO, CATALUNYA, ESPAÑA.....	44
FIGURA 2.9: REPRESENTACIÓN DE LA RELACIÓN DE LOS TRES METABOLISMOS	45
FIGURA 2.10: REPRESENTACIÓN DE LA HIPÓTESIS DEL PAISAJE COGNITIVO.....	47
FIGURA 3.1: MAPA QUE MUESTRA AL CANTÓN CUENCA, DENTRO DE LA PROVINCIA DEL AZUAY, CON RESPECTO AL ECUADOR Y SUS PROVINCIAS.....	58
FIGURA 3.2: MAPA QUE MUESTRA AL CANTÓN CUENCA, EN EL CONTEXTO DEL ECUADOR.....	63
FIGURA 3.3: POBLACIÓN URBANA Y RURAL DE CUENCA, SEGÚN SUS RANGOS DE EDAD.....	66
FIGURA 3.4: MAPA QUE EL TERRITORIO DEL CANTÓN CUENCA	67
FIGURA 3.5: PRECIPITACIÓN ANUAL DEL CANTÓN CUENCA EN L/M2.....	70
FIGURA 3.6: MAPA QUE MUESTRA EL NIVEL 5 DE LA CLASIFICACIÓN PFAFSTETTER PARA EL TERRITORIO DEL CANTÓN CUENCA, LA CIUDAD DE CUENCA Y EL PARQUE NACIONAL CAJAS.....	72
FIGURA 3.7: MAPA QUE MUESTRA LAS SUBCUENCAS DEL RÍO PAUTE, EL TERRITORIO DEL CANTÓN CUENCA Y EL PARQUE NACIONAL CAJAS	73
FIGURA 3.8: MAPA QUE MUESTRA EL USO DEL SUELO EN EL CANTÓN CUENCA.....	75
FIGURA 3.9: LAS FORMACIONES VEGETALES DEL CANTÓN CUENCA	79
FIGURA 3.10: MODELO DE LOS ECOSISTEMAS DEL CANTÓN CUENCA SEGÚN RODRIGO SIERRA, Y SÁENZ Y ONOFA	82
FIGURA 3.11: ESTIMACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS REMANENTES DEL CANTÓN CUENCA.....	86
FIGURA 3.12: LAS ÁREAS PROTEGIDAS DEL CANTÓN CUENCA.....	90
FIGURA 3.13: EJEMPLO DE UNA MATRIZ Q PARA CLASIFICAR 35 ALEGATOS, USANDO UNA ESCALA DE VALORACIÓN DE -3 A +3113	
FIGURA 5.1: LOS RÍOS DE CUENCA Y EL USO DEL SUELO	137
FIGURA 5.2: CAUDALES (Q) MEDIOS Y MÍNIMOS POR AÑO DEL RÍO TOMBAMBA PARA EL PERÍODO 1997-2012.....	141
FIGURA 5.3: CAUDALES (Q) MEDIOS Y MÍNIMOS POR MES DEL RÍO TOMBAMBA PARA EL PERÍODO 1997-2012	142
FIGURA 5.4: CAUDALES MEDIOS Y MÍNIMOS POR AÑO DEL RÍO YANUNCAY PARA EL PERÍODO 1997-2012.....	143
FIGURA 5.5: CAUDALES MEDIOS Y MÍNIMOS POR MES DEL RÍO YANUNCAY PARA EL PERÍODO 1997-2012	144
FIGURA 5.6: CAUDALES MEDIOS Y MÍNIMOS POR AÑO DEL RÍO MACHÁNGARA PARA EL PERÍODO 2001-2012	145
FIGURA 5.7: CAUDALES MEDIOS Y MÍNIMOS POR MES DEL RÍO MACHÁNGARA PARA EL PERÍODO 2001-2012.....	146
FIGURA 5.8: CAUDALES MEDIOS Y MÍNIMOS POR AÑO DEL RÍO TARQUI PARA EL PERÍODO 1997-2012.....	147
FIGURA 5.9: CAUDALES MEDIOS Y MÍNIMOS POR MES DEL RÍO TARQUI PARA EL PERÍODO 1997-2012	148
FIGURA 5.10: CAUDALES MEDIOS Y MÍNIMOS POR AÑO DEL RÍO CUENCA PARA LOS PERÍODOS 1997-2003 Y 2008-2012.....	149
FIGURA 5.11: CAUDALES MEDIOS Y MÍNIMOS POR MES DEL RÍO CUENCA PARA LOS PERÍODOS 1997-2003 Y 2008-2012.....	150

FIGURA 5.12: ESQUEMA DEL PATRÓN METABÓLICO DEL AGUA, COMBINANDO LA ORGANIZACIÓN EN NIVELES JERÁRQUICOS DEL PATRÓN METABÓLICO DE LA SOCIEDAD (N -I) CON EL PATRÓN METABÓLICO DEL ECOSISTEMA (E/E +I)	165
FIGURA 5.13: ESQUEMA DEL PATRÓN METABÓLICO DEL AGUA, MOSTRANDO LA ORGANIZACIÓN EN NIVELES JERÁRQUICOS DEL PATRÓN METABÓLICO DE CUENCA (N -I), E INCLUYENDO EL NÚMERO DE HORAS DE ACTIVIDAD HUMANA QUE CONSUMEN AGUA EN CADA UNO DE DICHOS NIVELES.....	168
FIGURA 5.14: REPRESENTACIÓN DEL METABOLISMO DEL AGUA DE LA CIUDAD DE CUENCA DONDE SE MUESTRAN LOS FLUJOS DE AGUA EN HECTÓMETROS CÚBICOS (10 ⁶ METROS CÚBICOS) Y SUS TASAS METABÓLICAS EN L/H	180
FIGURA 6.1: MAPA QUE MUESTRA EL USO DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO TOMBAMBA.....	192
FIGURA 6.2: MAPA QUE MUESTRA EL USO DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO YANUNCAY.....	195
FIGURA 6.3: MAPA QUE MUESTRA EL USO DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO MACHÁNGARA	197
FIGURA 6.4: MAPA QUE MUESTRA EL USO DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO TARQUI.....	199
FIGURA 6.5: MAPA QUE MUESTRA EL USO DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO CUENCA.....	201
FIGURA 6.6: MAPA QUE MUESTRA EL USO DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO JADÁN	203
FIGURA 6.7: MAPA QUE MUESTRA EL USO DEL SUELO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SIDCAY.....	205

ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

CGPAUTE	Consejo de Gestión de los Recursos Hídricos de la cuenca del río Paute
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización
EcoCiencia	Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos
ETAPA EP	Empresa Pública de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado de Cuenca
IANC	Índice de Agua no Contabilizada
IERSE	Instituto de Estudios de Régimen Seccional de la Universidad del Azuay
IGM	Instituto Geográfico Militar
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador
INECEL	Instituto Ecuatoriano de Electrificación
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador
MuSIASEM	Análisis Multiescalar del Metabolismo Social y Ecológico
PANE	Patrimonio de Áreas Naturales del Estado
PDOT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
POT	Plan de ordenamiento territorial
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
SENAGUA	Secretaría Nacional del Agua
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
UDA	Universidad del Azuay

*¡Ay utopía! ¡cómo te quiero!
Porque les alborotas el gallinero.
¡Ay utopía! ¡incorregible!
Que no tienes bastante con lo posible.*

Joan Manuel Serrat

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN

1.1. LA ESTRUCTURA DE ESTE TRABAJO

Este trabajo está dividido en siete capítulos:

1. Introducción
2. Antecedentes teóricos
3. Los métodos y el área de estudio
4. El Sumak Kawsay y la problematización de la naturaleza: el caso de Cuenca, Ecuador
5. Estudiando el metabolismo del agua en Cuenca, Ecuador
6. La sustentabilidad de la apropiación humana del agua, el territorio y el Sumak Kawsay
7. Conclusiones

En la Introducción se plantea la justificación de por qué se realiza esta investigación, cuáles son sus hipótesis, sus objetivos y las preguntas que pretende indagar.

Los Antecedentes Teóricos desarrollan los conceptos clave para este trabajo, y están estructurado en cinco subsecciones:

1. En la primera subsección se explora el concepto de sistema socio-ecológico, partiendo de la definición de los sistemas complejos, para finalmente conceptualizar a los sistemas ecológico y social como sistemas complejos.
2. En la segunda subsección se discuten los conceptos del metabolismo social y del metabolismo ecológico, para a partir de ellos, desarrollar las ideas del metabolismo del agua, y de los metabolismos urbano y rural.

3. La tercera subsección discute las ideas de la subjetividad relacionadas con el sistema socio-ecológico. Por otro lado, la idea del metabolismo se amplía a su entendimiento como un proceso dialéctico histórico-ecológico, estableciendo de esta manera su relación con la estructuración del uso del suelo en un territorio determinado, y la construcción de políticas territoriales. Se discute también la idea de naturaleza como una construcción social, planteando al discurso de la naturaleza metropolitana como uno de los fundamentos de la percepción de una ruptura urbana con el sistema ecológico. Finalmente, discute como la forma en la que la naturaleza es problematizada es uno de los factores fundamentales en la definición de políticas territoriales.
4. La cuarta, y última subsección discute cómo el concepto del metabolismo social y la noción andina del Sumak Kawsay, son visiones que convergen y que permiten superar la percepción de una dicotomía entre el sistema social y el sistema ecológico. El Sumak Kawsay es parte de la cosmovisión de los pueblos indígenas de los Andes del Ecuador, y plantea a la vida en armonía con el sistema ecológico como un requisito fundamental para un *buen vivir* o una *vida plena*. El Sumak Kawsay está incluido en la constitución del país, habiéndose transformado, por tanto, en una política de estado; por otro lado, esta filosofía andina se presenta actualmente como una alternativa al concepto de desarrollo sustentable. El metabolismo social, en cambio, es un concepto que surge desde la ciencia, sin embargo, también permite reintegrar al sistema social con el sistema ecológico. Por esta razón, el Sumak Kawsay y el metabolismo social son no solamente visiones convergentes, sino complementarias. La evaluación del metabolismo social de esta manera, se transformaría en una forma de evaluar también el Sumak Kawsay.

El capítulo tres se refiere a los Métodos, y está dividido en tres subsecciones. La primera describe el área de estudio, mientras que la segunda y la tercera se enfocan en los métodos de investigación usados en este trabajo:

1. La primera subsección trata sobre el área de estudio, es decir, la ciudad de Cuenca, en Ecuador. Este capítulo hace énfasis por un lado, en cómo están estructurados su sistema territorial (o socio-ecológico), y su subsistema económico, y por otro, en cómo funciona el sistema de gestión de ese mismo territorio. Es de especial atención su sistema de gestión del agua, dada la importancia que ésta tradicionalmente ha tenido para esta ciudad.

2. La segunda subsección se refiere a los métodos que se aplicaron en este estudio. En una primera parte trata sobre el Análisis Multiescala del Metabolismo Social y Ecológico (MuSIASEM por sus siglas en inglés). El MuSIASEM puede ser considerado como uno de los métodos más completos e integradores para el estudio del metabolismo social, ya que responde al modelo Fondo-Flujo propuesto por Georgescu-Roegen. Finalmente, discute la aplicación del MuSIASEM al estudio del metabolismo del agua. En una segunda parte se discute el Método Q, usado para el estudio de la subjetividad, y creado por el físico y psiquiatra William Stephenson. El método Q permite estudiar las percepciones acerca de un tema determinado, y organizarlas en discursos. Adicionalmente, tiene la virtud de usar un análisis cuantitativo robusto, para el estudio de variables cualitativas. Este método fue aplicado para el estudio de los discursos sobre el territorio, la naturaleza y el metabolismo, que se encuentran en la ciudad de Cuenca. Finalmente, se describe las adaptaciones que fueron hechas al método Q para poder aplicarlo al contexto específico de la ciudad de Cuenca, y a las circunstancias de los actores clave identificados.

El capítulo cuatro es un estudio de las percepciones encontradas en la ciudad de Cuenca, sobre la naturaleza, el territorio y el metabolismo social. Para hacerlo se aplicó una adaptación del método Q, y como resultado se obtuvieron cuatro discursos claramente definidos. Estos discursos son discutidos por un lado, bajo el paraguas de la construcción social de la naturaleza, y por otro, bajo la teoría del metabolismo social. Adicionalmente, son también contrastados con la visión andina de Sumak Kawsay, ya que de acuerdo a la constitución ecuatoriana, la política pública debe estar dirigida a garantizar este ideal.

Finalmente, el capítulo cuatro justifica la necesidad del estudio del metabolismo social, ya que sus resultados muestran que la sociedad cuencana percibe una fuerte dicotomía sociedad-naturaleza, y por tanto las políticas territoriales aplicadas en esta ciudad responden a esta lógica. De esta manera, el estudio del metabolismo social y ecológico, se transforma en aporte importante a un proceso de reintegración de lo social con lo natural. Esta reintegración es un requisito fundamental para la traducción del Sumak Kawsay a políticas públicas.

El capítulo cinco estudia el metabolismo del agua de la ciudad de Cuenca, mediante la aplicación de un MuSIASEM. Discute la sustentabilidad y la viabilidad del escenario actual respecto a la apropiación humana del agua en esta ciudad.

El capítulo seis discute las características de la apropiación humana del agua y de la estructura de territorio de Cuenca, en el marco de la ecología política, y las contrasta con la visión del Sumak Kawsay.

La sección final del trabajo presenta sus conclusiones.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El discurso de la conservación ha chocado tradicionalmente con el discurso de la lucha contra la pobreza, y es lógico que lo hagan, ya que tienen formas diametralmente opuestas de problematizar los procesos ecológicos, culturales, sociales, políticos y económicos.

Este enfrentamiento es particularmente fuerte y actual en los países que son considerados importantes por su alta biodiversidad, llamados también países megadiversos (Mittermeier *et al.*, 1997), pero que a la vez tienen problemáticas socio-ecológicas extremadamente complejas. Las mismas que se reflejan parcialmente en los indicadores relacionados con la inequidad, la pobreza, la salud, la pérdida de biodiversidad y la degradación ambiental.

De esta manera, los discursos conservacionista y de lucha contra la pobreza han sido posicionados como antípodas (Acosta, 2009), encontrando una confluencia a través de otro discurso: el desarrollo sustentable (Brundtland *et al.*, 1987). El desarrollo sustentable no es el único discurso que enfrenta la problemática socio-ecológica, sin embargo, ha desviado la atención de la gran diversidad de los otros que también lo hacen. La exploración de estas otras visiones es un proyecto de vida, pues es materialmente imposible estudiarlas y discutir las en un solo trabajo. Es así que este estudio se desarrollará en el contexto de dos marcos conceptuales amplios y complejos: la economía ecológica y la ecología política, los mismos que servirán de sustento para problematizar la dinámica socio-ecológica.

Los discursos utilizados para problematizar las diferentes dinámicas socio-ecológicas, evidencian o hacen énfasis en distintas expresiones de dichas dinámicas. Una de esas expresiones es la forma en la que una sociedad estructura su territorio, y cómo su población usa el suelo. Mi trabajo personal, se ha dirigido a explorar estos procesos. Mi trabajo e investigación me ha dejado muchos aprendizajes, frustraciones y experiencias vivenciales, pero sobre todo, siempre nuevas motivaciones y nuevas preguntas. La mayoría de estos trabajos fueron realizados en los Andes Centro-Sur del Ecuador, en la región conocida como Austro (Provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago).

Este trabajo busca indagar en las relaciones entre la naturaleza, el agua, la sociedad, y el territorio. Para hacerlo, utiliza los marcos conceptuales de la economía ecológica y de la ecología política, aplicándolos al estudio de los procesos de apropiación humana del agua, en la ciudad de Cuenca, en Ecuador.

En esta sección se delimitará de manera general a qué nos referimos con Economía Ecológica y Ecología Política, y también se discutirá por qué se ha escogido al Ecuador como caso de estudio. Los conceptos más específicos serán desarrollados en la sección de Antecedentes Metodológicos, y el cantón Cuenca, que es el área de estudio concreta, será descrito en la sección de Métodos.

1.2.1. La economía ecológica

La economía ecológica surge de una suerte de fusión de la economía con la ecología. La crítica ecológica a la economía surge hace más de 100 años (Martínez Alier, 1987), pero a pesar de ello se puede afirmar que la economía ecológica es todavía un proyecto en construcción (Aguilera Klink y Alcántara, 1994).

La economía ecológica integra tanto las leyes fundamentales de la termodinámica (que son a la vez la base del estudio de la ecología de los ecosistemas), como las propiedades en las que se sostiene el funcionamiento de los ecosistemas. De esta manera, la economía ecológica puede ser entendida como una ciencia evolucionaria (Gowdy, 1994; Ramos Martín, 2003), que se sostiene en tres principios biofísicos fundamentales (Aguilera Klink y Alcántara, 1994):

1. La primera ley de la termodinámica: la materia y la energía no se crean ni se destruyen, solo se transforman. La aplicación de este principio permite evidenciar que los recursos son limitados, y que la generación de desechos es parte del proceso productivo.
2. La segunda ley de la termodinámica o la ley de la entropía: esta ley sostiene que tanto la materia como la energía se degradan constantemente, es decir, que van de un estado de mayor orden a un estado de menor orden. Una característica fundamental es que los estados de baja entropía (baja degradación o mayor orden), son a la vez los estados en los que los recursos son más fácilmente utilizables por los seres humanos, y consecuentemente por el sistema económico; es decir, que con el aumento de la entropía, baja consecuentemente la disponibilidad de los recursos. Por otro lado, el paso de un estado de baja entropía a uno de alta entropía es irreversible (Ramos

Martín, 2003). La aplicación de esta ley de la termodinámica, por tanto, cambiaría radicalmente la forma de entender el subsistema económico. Dos de las publicaciones más relevantes que discuten este principio son *The Entropy Law and the Economic Process* (1971) de Georgescu-Roegen, y *Environment, Power and Society* (1971) de Howard Odum.

3. El tercer principio se refiere a la estabilidad de los ecosistemas. Dicha estabilidad depende de dos propiedades: la resiliencia y la resistencia. La resiliencia se refiere a la capacidad que tiene un ecosistema de volver a su funcionamiento normal, después de haber sido sometido a un disturbio; mientras que la resistencia, es la capacidad que tiene un ecosistema de soportar un disturbio, antes de degradarse de manera irreversible (Mitchell *et al.*, 2000). La resiliencia, por otro lado, también puede ser entendida como la capacidad de adaptación que posee un ecosistema, es decir, la cantidad de perturbación que un ecosistema puede resistir antes de cambiar su estructura (Holling, 1996). Lo fundamental, es que los ecosistemas tienen una capacidad determinada y limitada para regresar a su funcionamiento normal, después de haber pasado por un estado de estrés, causado por uno o varios disturbios. Los ecosistemas más frágiles, tendrán tanto una resiliencia, como una resistencia menor. La aplicación de la idea de estabilidad a la economía ecológica, significaría que el subsistema económico no puede causar disturbios que excedan la resiliencia y resistencia de los ecosistemas. Es decir, que ni la extracción de recursos para el subsistema económico, ni la disposición final de los desechos que este produce, debe amenazar a la estabilidad del sistema ecológico. Tanto la capacidad de asimilación de desechos del sistema ecológico, como su rendimiento sustentable, están determinados por la resiliencia y la resistencia de los ecosistemas.

Mientras que la economía, y las otras ciencias sociales, prácticamente habían dejado de lado el estudio de lo *natural*, la ecología, en cambio, había marginado casi completamente al estudio de lo *humano*; la economía ecológica, de alguna manera, integra lo humano en lo ecológico, lo ecológico en lo humano (Proops, 1989).

De esta manera, la economía ecológica se transforma en una ciencia post-normal, pues al integrar a la ecología y a la economía, necesariamente enfrenta una serie de nuevas incertidumbres, y también de dilemas éticos, que las dos ciencias por separado no se planteaban (Funtowicz y Ravetz, 1994a).

Son pocos los trabajos publicados sobre estudios de economía ecológica aplicados al Ecuador (Falconí-Benítez, 2001; Vallejo, 2010), sin embargo, hasta la fecha no conocemos de ninguno sobre la ciudad de Cuenca. Consideramos, por tanto, que es importante aplicar este campo en estudios sobre el Ecuador y sobre Cuenca.

1.2.2. La ecología política

La ecología política resulta de una integración de la ecología, antropología ecológica (ecología cultural) y la economía política (Neumann, 2009). Existen autores, como Joan Martínez Alier (en sus diversas publicaciones), que entienden a la ecología política y a la justicia ambiental, como una misma cosa; sin embargo, en este trabajo, hemos decidido seguir la línea de pensamiento que entiende a estas dos disciplinas como cuerpos de conocimiento diferentes, aunque íntimamente relacionados. De manera general, se considera que los precursores de la ecología política son los geógrafos Harold Brookfield y Piers Blaikie, con su libro *Land Degradation and Society* (1987) (Martínez Alier, 2006; Forsyth, 2008; Neumann, 2009). Por otro lado, existe otra visión para la ecología política, que la concibe como una forma de humanismo renovado, como una forma de enlazar la identidad humana y la identidad natural (Whiteside, 2002). En su estudio del pensamiento ecologista francés, Whiteside señala que ciertos autores, como Serge Moscovici, ya en la década de 1970 integraban la problemática ambiental con la economía política.

Es fundamental diferenciar a la ecología política de la justicia ambiental, pues es fácil confundirlas. Mientras que la primera, tiene su origen en las ciencias sociales, la segunda tiene su origen en los movimientos sociales. Sin embargo, en términos prácticos las dos se han mezclado y juntado de indisolublemente, por lo que no se puede concebir a la una sin la otra. La justicia ambiental tiene varios orígenes paralelos: uno de ellos está en los movimientos antirracistas de Estados Unidos, quienes al notar que los desechos tóxicos se disponían principalmente cerca de barrios pobres y de afrodecendientes, se organizaron y comenzaron a hablar de ecorracismo (Bullard, 1983, 1994; Bullard y Johnson, 2000). Bullard y Johnson (2000) ubican el inicio del movimiento de la justicia ambiental en 1982, en el condado de Warren (Carolina del Norte, EE.UU.). Sin embargo, los procesos de resistencia a actividades que degradan la calidad ambiental en realidad han tenido siempre una escala global, no se han remitido a los Estados Unidos, y muy probablemente han estado siempre presentes en la historia de la humanidad (Martínez Alier, 2003). De esta manera, se puede decir que el movimiento de la justicia ambiental surge entre los movimientos sociales a nivel global, que sin

manejar un discurso ambientalista formal, han resistido frente a distintos procesos que han amenazado su supervivencia, como la extracción de minerales, de madera, de petróleo, la disposición final de desechos (urbanos, tóxicos o radioactivos), las grandes hidroeléctricas, entre muchos otros. De esta manera, se relacionan íntimamente los conflictos ambientales, con la justicia social, articulándolo dentro de la justicia ambiental (Guha y Martínez Alier, 1997; Dobson, 1998). Ramachandra Guha y Joan Martínez Alier han llamado a estos fenómenos de resistencia como *El ecologismo de los pobres* (Guha, 1994; Guha y Martínez Alier, 1997; Martínez Alier, 2003). El ecologismo de los pobres, entre otras cosas (como factores religiosos o culturales), se explica por la necesidad de proteger los recursos de los que depende la subsistencia de la gente, es decir, de lo H. Gundimeda y P. Sukhdev en un manuscrito no publicado del 2008, llamaron el *PIB de los pobres* (Martínez Alier, 2003). La literatura sobre la justicia ambiental y los conflictos socio-ecológicos es extremadamente amplia, indagando incluso en procesos históricos.

La ecología política, por otro lado, se preocupa no sólo de los conflictos ecológicos relacionados con la distribución de los recursos, sino también las relaciones de poder que enlazan lo local con el mundo globalizado (Leff, 2003). Neumann (2009) sostiene que el surgimiento de la ecología cultural como disciplina académica en la década de 1960, marca de alguna manera los inicios de la ecología política, puesto que la ecología cultural ya integra a las comunidades rurales con sus ecosistemas. De acuerdo al mismo autor, el debate producido por muchas de las preguntas que no había asumido la ecología cultural, provocó el surgimiento de la ecología política como un campo diferente e interdisciplinar. Entre sus argumentos fundamentales, estaba la idea de que las relaciones socio-ecológicas de las comunidades rurales, dependen mucho más de la economía política que de la cultura, y que además están íntimamente vinculadas a las relaciones sociales derivadas de los modos de producción capitalistas; esto significó un distanciamiento de la visión de dichas comunidades como entes aislados de la dinámica económica global. Por otro lado, la ecología política también se nutrió de la crítica a las explicaciones neo-maltusianas de la degradación ambiental, ya que éstas no tomaban en cuenta que los paisajes han sido moldeados también por relaciones sociales, restricciones económicas y estructuras políticas de poder.

Para la ecología política, desde sus orígenes, ha sido fundamental la concepción de los llamados problemas ambientales, como problemas económicos, usando la lógica de la economía política (Forsyth, 2008). La ecología política es *per se* una ciencia interdisciplinar, en ella confluyen diversas disciplinas (como la geografía y la economía política), diferentes éticas, distintos movimientos sociales, y también nuevas ciencias, como la economía ecológica, el derecho

ambiental, la sociología política o la antropología ecológica (Leff, 2003). Sus métodos, por tanto, también son diversos, siendo fundamental el análisis multiescalar; sin embargo, también puede utilizar análisis político-económicos, análisis históricos, etnografía, análisis de discursos o estudios ecológicos de campo (Neumann, 2009).

Si bien, se puede encontrar varios estudios sobre la ecología política de determinados conflictos socio-ecológicos en Ecuador, hasta la fecha conocemos pocos que integren ecología política y economía ecológica, y no hemos encontrado ninguno para la ciudad de Cuenca.

1.2.3. Ecuador: una breve visión histórica y socio-política

El modelo de desarrollo del Ecuador está considerado actualmente como uno de los más interesantes a nivel global (Real News, 2012). Sin embargo, su historia es compleja y poco conocida.

Ecuador es un pequeño país andino de 286.000 km², área que incluye al territorio de las islas Galápagos. Está ubicado en América del Sur, entre Colombia y Perú. Este país atraviesa un proceso de cambios profundos, tanto a nivel político y económico, como a nivel institucional, debido entre otros factores, a la elaboración y entrada en vigencia de una nueva constitución en el año 2008. Además de establecer una nueva estructura del estado, esta constitución define al concepto Andino del Sumak Kawsay¹, como el último objetivo de la política pública. La aprobación de esta norma, significó cambios profundos en diversas cuestiones, como por ejemplo, en lo referente a los derechos colectivos, a los derechos humanos, la definición del Ecuador como un país plurinacional y pluricultural, y el reconocimiento de la naturaleza como sujeto de derecho, entre otras cosas.

El explorador Alexander von Humboldt (1769-1859) se refería al territorio de lo que hoy es el Ecuador, como una zona poblada por mendigos sentados sobre oro. Él utilizaba esta metáfora para contrastar la extrema pobreza con la riqueza natural de estos territorios. Este fenómeno se conoce como la *maldición de la abundancia* o, lo que es lo mismo, la *enfermedad holandesa*, y se refiere a que la gran disponibilidad de recursos naturales, como petróleo o minerales metálicos, generalmente está asociada a distorsiones en las estructuras económicas: la asignación de los factores de producción se caracteriza por la distribución regresiva del presupuesto nacional, y por la concentración de la riqueza en una porción pequeña de la población (Falconí-Benítez,

¹ El concepto del Sumak Kawsay se desarrollará detalladamente en la sección de Antecedentes Teóricos, y según todos los autores consultados, esta visión andina es una alternativa diferente a las visiones del desarrollo y progreso.

2001; Acosta, 2009). La maldición de la abundancia ha sido una constante para el Ecuador, durante la mayor parte de su historia reciente.

La asignación de los recursos primarios, como la tierra o el agua, fue determinada por las relaciones de poder coloniales, poderes que continúan influyendo incluso en la actualidad. El estado, más que una institución de representación de la ciudadanía, se constituyó en uno de los instrumentos de dominación usados por la aristocracia ecuatoriana. La gobernabilidad se implementaba a través de leyes y normas, destinadas a prohibir y restringir derechos ciudadanos y políticos, lo que se mantuvo hasta finales de la década de 1970. Hasta esa época, por ejemplo, las personas analfabetas no podían votar, lo que marginaba a la mayoría de la población indígena, afro-ecuatoriana y rural, así como también a una población muy significativa de mujeres. De esta manera, la aristocracia ecuatoriana consolidó y perpetuó una estructura de dependencia paternalista para campesinos, mujeres, indígenas y para la población afro-ecuatoriana. Dicha aristocracia, junto con la iglesia, justificó la limitación de los derechos políticos y ciudadanos de estos grupos, en la necesidad de protegerlos de ellos mismos, por lo que se debía ejercer una tutela sobre ellos (Albán, 2011).

El año de 1982 marcó un cambio profundo en la economía ecuatoriana. Ese año terminó un período de crecimiento sostenido, iniciado luego de la Segunda Guerra Mundial, y derivado de una explosión en las exportaciones de banano, del proceso de sustitución de las importaciones impulsado por la Comisión Económica para América Latina de Naciones Unidas (CEPAL), y por el descubrimiento de petróleo en la Amazonía ecuatoriana, hacia finales de la década de 1960. El período 1982-2006, se caracterizó por una profunda inestabilidad causada, no sólo por el tremendo peso de la deuda externa para la economía ecuatoriana, sino también por una combinación de desastres naturales (1983, 1987 y 1998), con precios muy bajos del petróleo (1986 y 1998), y una crisis bancaria (1999). Dicha crisis bancaria desembocó en la dolarización de la economía ecuatoriana en el año 2000. Por otro lado, durante esos 24 años la política económica se sustentó en la promoción de las exportaciones y los ajustes estructurales del estado. Es así, que el Ecuador inicia el 2006 sin haber recuperado su crecimiento económico, con el mismo ingreso per cápita que en 1982, y con un crecimiento significativo de la inequidad (Larrea Maldonado, 2006a).

La deuda externa ecuatoriana permitió que organismos multilaterales como el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial (BM) o el Banco Interamericano de Desarrollo, dirijan y controlen el proceso de modernización del estado ecuatoriano (Ramírez, 2012). Este proceso fue

caracterizado por la desinstitucionalización del estado, a través del debilitamiento de su capacidad de control y la casi completa eliminación de sus funciones de planificación (SENPLADES, 2009). Esta nueva estructura institucional fue usada por las élites locales, para consolidar su poder y garantizar sus privilegios (Ramírez, 2012). Este fenómeno ha sido llamado *neoliberalismo criollo* (SENPLADES, 2009).

Esos mismos 24 años fueron, por otro lado, un período de maduración y surgimiento de diferentes movimientos sociales, como por ejemplo, los movimientos indígenas, de afro-ecuatorianos, de mujeres, de derechos humanos, de homosexuales y de ecologistas. El término movimiento social se refiere a un proceso de movilización que demanda un desarrollo alternativo, y una sociedad diferente; los movimientos sociales conectan a la gente, y también a las organizaciones², a través de sus demandas (Bebbington *et al.*, 2008). Los movimientos sociales ecuatorianos, con el movimiento indígena como uno de los principales protagonistas, derrocaron de forma pacífica a tres gobiernos (1997, 1999 y 2005) (León, 2009).

Las demandas de los movimientos sociales ecuatorianos desembocaron en una nueva constitución (2008), nuevamente con el protagonismo del movimiento indígena (Flores, 2008). Dicha constitución determinó un cambio radical en la estructura del estado, un cambio que implica a todos los niveles de gobierno (nacional, regional, provincial, cantonal y parroquial), y consecuentemente también a las instituciones responsables tanto de la planificación en general, como de la planificación territorial en particular, y también a las responsables de la política ambiental.

A pesar de esto, la economía del Ecuador todavía se sostiene en la exportación de productos primarios, es decir, es una economía primario exportadora, basada en el extractivismo y la agroindustria. El país tiene todavía altos indicadores para la inequidad y la pobreza (SENPLADES, 2009). De acuerdo a las estadísticas del Banco Central del Ecuador (BCE), hacia diciembre de 2011 el 20% de la población más pobre concentraba apenas el 3,9% de la riqueza, mientras que el 20% de la población más rica concentraba el 53,6% de ella. Según los datos del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) de diciembre de 2012 el coeficiente de Gini por ingresos, un indicador de la inequidad, se ubicó en 0,47 (la media de Latinoamérica es

² Las diferentes Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) pueden asumir un rol de coordinación entre los diferentes movimientos sociales, incluso pueden llegar a ser protagonistas en la lucha por sus reivindicaciones, sin embargo, las ONGs son diferentes a los movimientos sociales, y no deben ser confundidas con éstos (Bebbington *et al.*, 2008).

de 0,4973). Por otro lado, según la misma agencia, en 2012 la pobreza por ingresos afectaba al 27,31% de la población total del país (la pobreza urbana fue del 16,14% y la rural del 49,07%), y la extrema pobreza al 11,8% (4,6% a nivel urbano y 23,30% a nivel rural).

1.2.4. Ecuador, país megadiverso

El Ecuador es uno de los 17 países megadiversos (Mittermeier *et al.*, 1997). En ese contexto, el discurso de la conservación de sus ecosistemas nativos se ha posicionado tanto a nivel social, como a nivel político, y se ha traducido en territorios dedicados exclusivamente a la conservación (Himley, 2009). Dichas áreas de conservación, pueden ser establecidas por cualquiera de los diferentes niveles de Gobiernos Autónomos Descentralizados contemplados en la Constitución del Ecuador (Nacional, Regional, Provincial, Cantonal o Parroquial). Las figuras normativas para hacerlo están reguladas por la Constitución del Ecuador (2008), el Código Orgánico de Organización Territorial y Descentralización (2010), la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre (1981, codificada en 2004) y la Ley de Gestión Ambiental (1999, codificada en 2004).

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP) está formado por cuatro subsistemas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013a):

1. El Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE),
2. las áreas protegidas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs),
3. las áreas protegidas comunitarias, y
4. las áreas protegidas privadas

El PANE está constituido por 45 áreas bajo diferentes categorías de protección, siendo la más importante, y restrictiva para los usos, la denominada como Parque Nacional. Un total de 15 áreas protegidas contienen ecosistemas alto-andinos y de montaña, y de éstas, siete son Parques Nacionales (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013a). Entre ellos está el Parque Nacional Cajas, cuya administración ha sido descentralizada a la municipalidad de la ciudad de Cuenca, es decir, que el Ministerio del Ambiente ha delegado la administración de este parque al gobierno cantonal de Cuenca. Es importante señalar que a pesar de esta delegación, el Parque Nacional Cajas es parte del PANE, y no está dentro del subsistema de áreas protegidas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados. Estos territorios son establecidos con el objetivo de proteger el patrimonio natural global, la biodiversidad, y de garantizar la permanencia de los servicios ambientales. Se argumenta que esto es fundamental, además de urgente, ya que este

patrimonio está seriamente amenazado, principalmente por el uso irracional e irresponsable de los recursos, por parte de los productores rurales (Himley, 2009).

El territorio escogido para este trabajo está fundamentalmente conformado por ecosistemas andinos. Estos ecosistemas de montaña han sido un objetivo importante para la conservación, y particularmente dos tipos de ellos: los páramos y los bosques andinos, los mismos que han sido repetidamente señalados por su particular biodiversidad, además de por su vital importancia en los procesos de regulación hídrica (Himley, 2009).

Es amplia la literatura que, en el caso del Ecuador, justifica la existencia de las denominadas *áreas protegidas*, e ilustra cómo las actividades agropecuarias de los pequeños campesinos se han traducido en el avance de la frontera agrícola, en la invasión y degradación de los ecosistemas nativos, y en la pérdida de servicios ambientales, ya sea a nivel de cantidad, o a nivel de calidad, como se argumenta por ejemplo en (Barnett, 1988; Hofstede *et al.*, 2002; Mena Vásquez y Hofstede, 2006; Buytaert *et al.*, 2007; Molina *et al.*, 2007; Cordero, 2008; De Viebre, 2008; Rodríguez *et al.*, 2009; Martínez, 2010). Esta literatura se enfoca en los impactos causados, pero raramente profundiza en las dinámicas culturales, socio-ecológicas, y político-económicas en las que se están sumergidos los grupos humanos involucrados.

Por otro lado, es también amplia la literatura que discute desde las ciencias sociales (principalmente desde la politología, la antropología, la sociología y la economía), la problemática de estos mismos grupos humanos. Sin embargo, esta literatura rara vez incluye un análisis socio-ecológico de dicha problemática, como se ilustra en los trabajos de (Selowsky, 1981; Lehmann, 1986; Lawson, 1990; Piperno, 1990; Bebbington, 1996; Guerrero y Ospina, 2003; Farrow *et al.*, 2005; Ospina *et al.*, 2006; Ramírez, 2008; León, 2009).

Se vuelve, sin embargo, difícil encontrar literatura que estudie estos mismos procesos integrando los sistemas sociales y ecológicos, referente al Ecuador en general (Falconí-Benítez, 2001; Larrea Maldonado, 2006b; Vogel, 2009; Vallejo, 2010), y la ciudad de Cuenca en particular. Considero que esta integración es fundamental para entender la dinámica socio-ecológica del Ecuador.

Es así que, este trabajo pretende estudiar las relaciones de la sociedad con la naturaleza, en la ciudad de Cuenca, en Ecuador, utilizando una problematización que integre a la dicotomía sociedad-naturaleza en un solo sistema, el sistema socio-ecológico.

1.3. OBJETIVOS, PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS

1.3.1. Objetivo general

Estudiar los procesos de apropiación humana del agua en el cantón Cuenca, Ecuador, y sus relaciones con la estructuración del territorio.

1.3.2. Objetivos específicos

- Explicar, desde la economía ecológica y el metabolismo social, los procesos de apropiación humana del agua en el cantón Cuenca, Ecuador.
- Interpretar desde la ecología política los procesos de apropiación humana del agua en el cantón Cuenca, Ecuador.
- Discutir las relaciones entre el metabolismo del agua de Cuenca, Ecuador, la estructuración de su territorio, y las percepciones sociales sobre la naturaleza, el territorio, y el metabolismo social.
- Estudiar la sustentabilidad del metabolismo del agua del cantón Cuenca, Ecuador, en relación con su sistema socio-ecológico, tanto a nivel urbano, como a nivel rural.
- Discutir la apropiación humana del agua en el cantón Cuenca, Ecuador, en el contexto del principio andino del Sumak Kawsay.

1.3.3. Preguntas de investigación

- ¿Cuál es la estructura del sistema socio-ecológico del cantón Cuenca, Ecuador?
- ¿Cómo se estructuran los procesos de apropiación humana del agua en el cantón Cuenca, Ecuador?
- ¿Cómo está estructurado el metabolismo del agua en el cantón Cuenca, Ecuador?
- ¿Cuál es la relación entre el metabolismo del agua del cantón Cuenca, Ecuador, y la estructura de su territorio?
- ¿Cuáles son las relaciones entre las percepciones sobre la naturaleza, el territorio y el metabolismo social, encontradas en el cantón Cuenca, Ecuador, y la estructura de su territorio?
- ¿Cómo se interpreta al metabolismo del agua del cantón Cuenca, Ecuador, en el contexto del principio andino del Sumak Kawsay y de la sustentabilidad?

1.3.4. Hipótesis

Las necesidades metabólicas de agua de la ciudad de Cuenca le obligan a crear áreas de conservación para garantizar su satisfacción, esto genera una forma de apropiación urbana de los metabolismos rural y ecológico.

Capítulo 2: ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1. CONCEPTUALIZANDO EL SISTEMA SOCIO-ECOLÓGICO

La ecología humana, la economía ecológica y la ecología política, abren un abanico de preguntas muy grande y colorido. Tanto, el encuentro con los límites de nuestro planeta, como el concepto de la entropía, cuestionan profundamente el entendimiento de las relaciones de las sociedades humanas con la naturaleza, y retan a las ideas del progreso ilimitado y del crecimiento infinito; por otro lado, estos cuestionamientos filosóficamente implican un proceso de resignificación del universo, que produce racionalidades alternativas (Leff, 2004a). En este contexto, las ciencias que estudian los sistemas complejos (Morin, 1992), o ciencias de la complejidad, ofrecen una perspectiva que permite estudiar la ambigüedad de la distinción sociedad/naturaleza, evidenciando la interacción de los valores humanos, con el entendimiento científico del mundo natural (Schrödinger, 1944; Odum, 1971, 1997; Prigogine, 1978; Ulanowicz, 1980; Prigogine y Stengers, 1984; Ulanowicz y Hannon, 1987; Schneider y Kay, 1994; Allen *et al.*, 2001; Whiteside, 2002). Las ciencias de la complejidad se constituyen en una alternativa al pensamiento científico positivista, que desde la Grecia antigua, hasta nuestro tiempo, ha buscado construir un conocimiento humano preciso, cierto y seguro, donde el sentido del saber científico es establecer leyes que permitan predecir y prever el comportamiento de los fenómenos (Munné, 2004).

Esta sección discute las ideas de los sistemas complejos, conceptualizando, además, a las sociedades humanas y a la naturaleza como sistemas de este tipo. Continúa, planteando una serie de analogías entre las visiones de sistema socio-ecológico y de sistema territorial, para finalmente, discutir la idea de la territorialidad, o lo que es lo mismo, la construcción social del territorio.

2.1.1. Los sistemas complejos

La teoría general de los sistemas nace a finales de la década de 1920, a través del trabajo del biólogo alemán Ludwig von Bertalanffy, buscando principios válidos aplicables a todos los sistemas en general; dicha teoría se preocupa del estudio de las complejidades organizadas (Navarro, 2001). Barret, Peles y Odum (1997) definen a sistema como un todo unificado, que consta de componentes regulatorios, interactivos e interdependientes. Navarro (2001: página 10), define a sistema como "...un conjunto de elementos interrelacionados y que presentan un cierto carácter de totalidad más o menos organizada".

La teoría general de los sistemas, sin embargo, no puede reemplazar a las teorías particulares de las demás ciencias, ya que esto produciría una integración sin contenido y vacía, resultando en una generalización demasiado amplia; por esta razón, es fundamental buscar un grado óptimo de generalidad: más amplio que lo específico (sin significado), y más específico que lo general (sin contenido) (Boulding, 1956).

Según Navarro (2001), es fundamental que el pensamiento sistémico asuma cinco temas fundamentales:

1. Cualquier fenómeno forma parte de un sistema, y potencialmente puede ser un sistema.
2. El estudio de los sistemas se interesa en los problemas de relación, de estructuras y de interdependencia. El entendimiento de un sistema no depende de las características constantes de sus elementos, sino más bien, de cómo se relacionan los subsistemas que lo conforman, y de cómo esté dicho sistema organizado.
3. La organización de un sistema, y sus procesos propios de interrelaciones e interdependencias, producen propiedades específicas de ese sistema, llamadas propiedades emergentes. Las propiedades emergentes de un sistema no son deducibles de las propiedades de sus elementos por separado, y de hecho, pueden modificar a dichos elementos.
4. Los sistemas deben ser estudiados desde el paradigma de los sistemas complejos, integrando su característica *autoorganización* (Munné, 2004) o *recursión organizacional* (Morin, 2004) o *autopoiesis* (Maturana y Varela, 1980).
5. Cada sistema posee puntos donde puede ser influenciado, y que pueden alterarlo. No todos estos puntos poseen el mismo grado de influencia, algunos de ellos pueden tener una influencia trascendental.

Los sistemas se pueden clasificar de varias maneras. De acuerdo a los flujos de materia, energía e información los sistemas pueden ser aislados (sin ningún tipo de intercambio), cerrados (intercambio de energía) o abiertos (intercambio de materia, energía e información). Los sistemas también pueden ser entendidos en función de su grado de equilibrio, Prigogine los clasifica en sistemas en equilibrio, sistemas cerca del equilibrio, y sistemas alejados del equilibrio (Prigogine, 1962; Nicolis y Prigogine, 1977; Prigogine y Stengers, 1984; Munné, 1994; Giampietro, 2003; Ramos Martín, 2005). Adicionalmente, pueden ser clasificados en abstractos y reales. Los sistemas reales son los que existen independientemente del observador, mientras que los sistemas abstractos son constructos simbólicos, que pueden representar a un sistema real, pero que resultan de la relación un observador con un sistema (Navarro, 2001). De acuerdo a Morin (2004), al ser la idea de sistema un producto de la abstracción humana, todos los sistemas son abstractos. Esto último, ya fue discutido por Robert Rosen en sus diversas publicaciones, como el predicamento epistemológico de la complejidad. Dicho predicamento consiste en que un sistema complejo es representado de múltiples y legítimas maneras, por una población de observadores no equivalentes, que a través de la construcción de múltiples modelos del mundo, procuran representar sus propias interacciones (Rosen, 1985, 2000; Giampietro, 2003; Ramos Martín, 2005)

La teoría general de los sistemas, sin embargo, se sostiene en los mismos paradigmas positivistas, por lo que el salto cualitativo hacia las ciencias de la complejidad implica también un cambio de paradigma: el paradigma de los sistemas complejos (Morin, 1992).

De acuerdo a Morin (1992), el problema de concebir a un sistema en el marco del paradigma positivista produce una visión holística, es decir, entender al sistema como un todo indisoluble, que niega sus partes, las interacciones entre éstas, y de éstas con el todo. Este cambio hacia un paradigma no holístico es fundamental para comprender la complejidad de los sistemas y de sus relaciones, su capacidad de autoorganización (Munné, 2004), o lo que es lo mismo, su recursión organizacional (Morin, 2004), es decir, que los sistemas se autorregulan y modifican, los elementos modifican al todo, y el todo a los elementos.

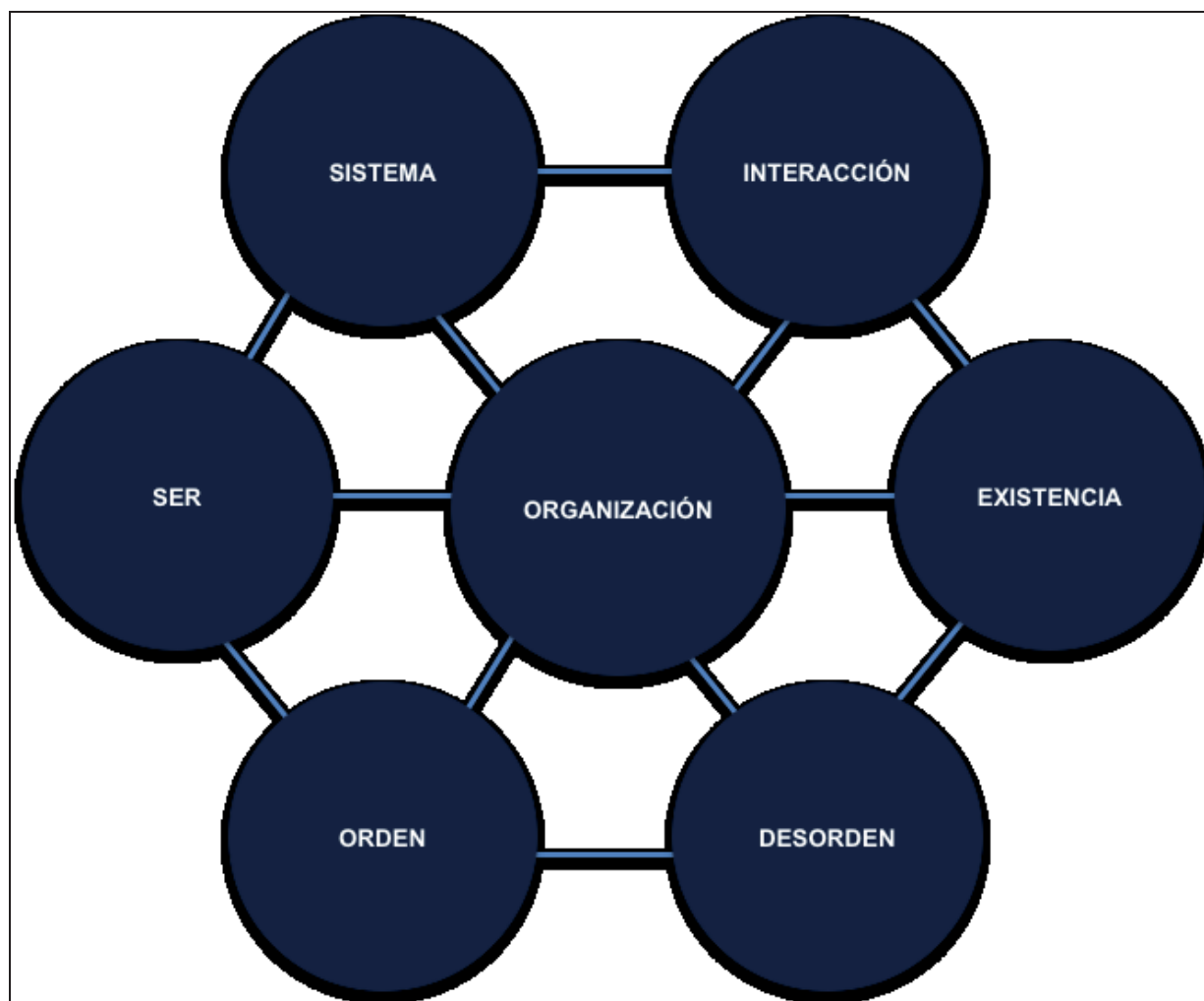
Arthur Koestler, en su libro "The Ghost in the Machine" publicado en 1967, propone la idea de lo que él denomina *Holón*. Esta concepción se refiere a un sistema en el contexto de una jerarquía, e implica que un sistema es una entidad que es parte de una jerarquía, y que está ubicado en un nivel específico de ésta (Wilber, 2001). Un *Holón*, entonces, es una entidad que es un todo, que a su vez contiene a otras entidades pertenecientes a niveles jerárquicos inferiores

(las que también son holones), y que, por otro lado, es contenida por niveles jerárquicos superiores (Giampietro, 1994). Un holón por tanto, contiene a otros holones, y es parte de un holón.

Un holón puede operar en más de una escala espaciotemporal, es decir, que un holón opera como un todo en una escala espaciotemporal, y sus partes en otras (Giampietro, 1994). Por ejemplo, un ser humano vive varias décadas, sin embargo, las células que forman la mucosa de su estómago viven en promedio 5 días, mientras que las células de su piel viven en promedio catorce días, o 60 días sus glóbulos rojos. En ese contexto, el sistema cuerpo humano es entendido como parte de una jerarquía, porque opera en diferentes escalas espaciotemporales. Esto significa que un sistema u holón pertenece a una jerarquía cuando las organizaciones de éste, y de al menos una de sus partes, se producen en escalas espaciotemporales diferentes (Giampietro, 1994).

Las relaciones que se dan entre los holones generalmente son mucho más complejas que las relaciones lineales de causa y efecto (Forrester, 1971). En ese contexto, es mucho más conveniente hablar de organización, que de estructura. El término organización implica relaciones, dinámica e intercambio con el exterior, mientras que estructura implica inmovilidad, es así que la noción de sistema (u holón) implica tres conceptos: sistema, interacciones y organización (Morin, 1992) (Figura 2.1).

Figura 2.1: auto-(geno-feno)-eco-re-organización de los sistemas



Fuente: Adaptado de Morin, 1992: página 378

La complejidad rompe con la concepción de una realidad ordenada, perfecta y armoniosa; las propiedades cualitativas de los sistemas complejos (caoticidad, fractalidad, catastrofismo y borrosidad) revelan un universo caótico. Friedric Munné (1994, 1995, 2004) las describe detalladamente:

1. La caoticidad se refiere a una realidad a la vez caótica y ordenada. El caos está profundamente discutido en el libro de Prigogine y Stengers (1984): *Order out of Chaos*. Los fenómenos complejos, son en esencia, fenómenos lineales. Los sistemas caóticos (que también son holones) se caracterizan por ser hipersensibles a cualquier variación en sus condiciones iniciales, lo que hace que sus resultados sean impredecibles a mediano y largo plazo. A pesar de su aparente desorden, su organización está determinada por un fenómeno conocido como atractor extraño, fenómeno descubierto por Lorenz en 1963. El atractor extraño ha sido denominado de esta manera, porque al graficar un sistema

caótico en un diagrama de fases, los datos se concentran en una (o varias) zona específica de éste, como si fueran atraídos hacia allí, formando un número infinito de curvas y superficies que nunca se tocan, y paradójicamente están contenidas en un espacio finito (el área del gráfico) (Navarro, 2001). La idea del atractor extraño está íntimamente ligada al concepto evolutivo del *equilibrio puntuado* de los paleontólogos Gould y Eldredge. Este concepto sostiene que la evolución no sigue un ritmo estable, sino que la especiación es una suerte de salto, que se produce cuando se han acumulado muchos pequeños cambios por un período de tiempo largo (Eldredge y Gould, 1972; Gould y Eldredge, 2014).

Por otro lado, estos holones se auto organizan, generando un orden, es decir, que son capaces de producir orden a partir del caos. El aparente desorden del caos, característico de los sistemas caóticos, no es real, tan sólo significa que el conocimiento humano en ese momento no es capaz de entenderlo (Rosen, 1985, 2000; Morin, 2004). Munné (2004), sostiene que este proceso autoorganizador, es equivalente al mismo fenómeno llamado autopoiesis por Maturana y Varela (1972), estructuras disipativas por Prigogine y Sterns (1983), y recursividad por Morin (en sus diferentes textos a partir de 1977). A pesar de ser la autopoiesis y la autoorganización conceptos similares, es importante diferenciarlos. La autopoiesis se refiere a la capacidad de autoproducirse de los sistemas vivos, es decir, a la autogeneración de sus propios componentes (Maturana y Varela, 1980; Mingers, 1997). La autopoiesis, por tanto, es una característica de los sistemas vivos; mientras que la autoorganización es un fenómeno presente en los sistemas caóticos, sean estos vivos o no vivos.

2. La fractalidad se refiere a que la realidad es regular e irregular a la vez, es decir, que la realidad está también compuesta de regularidades e irregularidades, las que son descritas por la geometría fractal desarrollada por Benoit Mandelbrot (1973). La paradoja de la geometría fractal, y por tanto de las regularidades e irregularidades de la realidad, es que a partir de unas condiciones iniciales se producen procesos de iteración y de ramificación, que generan resultados iguales indiferentemente de sus escala, siendo siempre distintos a la vez. Esto significa que en la realidad, a la vez lo regular es irregular, y lo irregular es regular. Las dimensiones de los fractales son fraccionarias, y no enteras, es decir, que están entre dimensiones, y en una dimensión específica a la vez.

Por otro lado, los fractales se caracterizan por su autosimilitud, es decir, que las estructuras contenidas en la totalidad son similares a ésta, pero no iguales, y estas estructuras contienen a su vez subestructuras, que también son similares a la totalidad y a las estructuras que las contienen, pero no son iguales; y de esta manera se puede continuar infinitamente (de hecho, los atractores extraños, se conocen también como atractores fractales) (Navarro, 2001).

3. La borrosidad se refiere a que la realidad es borrosa y contradictoria a la vez. Esto significa, que si bien puede estar claro el conjunto (sistema u holón) al que pertenece un holón, es imposible definir claramente los límites de dicho conjunto, es decir, que éstos son borrosos. De esta manera, un mismo holón puede pertenecer a la vez a dos conjuntos (los que también son holones), lo que rompe con la visión dicotómica del universo característica de la ciencia positivista. Las cosas pueden ser blancas y/o negras, pero también pueden ser de una gama infinita de grises. La ironía de la borrosidad, según Munné (2004, página 27), radica en que "...Paradójicamente, la borrosidad significa que un fenómeno tiene sus límites difuminados, pero no que carezca de focos (nitidez) ni aun de límites. La contradicción borrosa hace más compleja la realidad". Está lógica difusa es la base de los métodos de la Evaluación Social Multicriterio, como NAIADE (Munda, 2004, 2008).
4. El catastrofismo se refiere a la capacidad de un holón de mantener su estabilidad frente a cambios repentinos. La teoría de las catástrofes fue desarrollada por René Thom (1972). De acuerdo a esta teoría, los sistemas complejos poseen puntos de inestabilidad internos, los que son a la vez puntos de bifurcación, es decir, que en estos puntos determinan el camino que sigue un sistema. Por ejemplo, el punto de ebullición del agua es la bifurcación en la que un sistema líquido se mantiene en este estado o pasa al estado gaseoso. Estas bifurcaciones marcan lo que Prigogine llama *ramas termodinámicas*, esto significa que luego de una bifurcación hay caminos que ya no están disponibles o que no son viables, debido a la irreversibilidad termodinámica, que se deriva de esa bifurcación (Prigogine, 1962; Eldredge y Gould, 1972; Nicolis y Prigogine, 1977; Prigogine y Stengers, 1984; Ramos Martín, 2005).

Un holón se acopla con sus partes de forma vertical (acoplamiento verticales), y sus componentes se acoplan entre sí de forma horizontal (acoplamiento horizontales) (Giampietro, 1994). Morin (1992) caracteriza estas relaciones de la siguiente manera:

- El todo (o lo que es lo mismo: un holón) es mucho más que la suma de sus partes: debido a sus propiedades emergentes.
- El todo es menos que la suma de sus partes (y las partes pueden ser más que el todo): el todo inhibe algunas de las características y propiedades propias de cada una de sus partes, por lo que éstas pueden ser más que el todo cuando no están bajo su regulación.
- El todo es mucho más que el todo: es decir, que el todo tiene una organización dinámica, es mucho más que una entidad global u holística debido a la recursión organizacional.
- El todo es menos que el todo: dentro del todo hay zonas oscuras e incomprendidas, hay cismas y rupturas entre lo reprimido y lo expresado. El todo es inconsciente de sus partes, pero sus partes también son inconscientes del todo. Por ejemplo, un individuo no es consciente de la totalidad social (la sociedad), pero la sociedad a su vez es inconsciente de vivencias e interacciones de los individuos.
- El todo es una incertidumbre: es imposible aislar con certeza un sistema de otros sistemas, pues todo sistema contiene a otros sistemas, y a su vez está anidado en otro(s) sistema(s) que lo contiene(n); así por ejemplo, al hablar de los seres humanos ¿cuál es el sistema: la persona, la sociedad o la especie?
- El todo es conflictivo: todo sistema contiene fuerzas antagonistas que lo conforman, fuerzas que a la vez se potencian y neutralizan, que se controlan y se regulan, y que producen su autoorganización. Estas fuerzas antagonistas se conocen como refuerzos (positive feedback loops) y controles (negative feedback loops) (Ramos Martín, 2005).
- Las partes son a la vez menos y mucho más que las partes, esto debido a la misma recursividad organizacional.

Una jerarquía saludable, es decir, la que es capaz de mantener su existencia, será aquella donde la coexistencia de las intensidades de los acoplamientos verticales y horizontales, no amenace la complejidad de la jerarquía en su totalidad; esto significa, que en todo holón existe en una doble tensión: la de mantenerse a sí mismo, y a la vez, la de mantener la estabilidad de los otros niveles jerárquicos, ya sean estos superiores o inferiores (Giampietro, 1994). La existencia de un holón implica que éste posee una conflictividad intrínseca (el todo es conflictivo) (Morin, 1992). Giampietro (1994) para referirse a este fenómeno utiliza, tanto el término *doble asimetría* propuesto por Grene (1969), como el término *equipolencia* propuesto por Iberall, Soodak y Arensburg (1981), y ese es el fundamento de su propuesta de un estudio triádico (*triadic reading*) de los sistemas: el nivel focal o N, la organización interna o N -1 (o black box), y el contexto o N +1.

Boulding (1956) propuso una jerarquía para los sistemas, en función de su grado de complejidad. Según Odum (Barrett *et al.*, 1997), una jerarquía puede ser definida como una serie de compartimientos, clasificados del mayor al menor, o viceversa. Los sistemas más organizados, son capaces de transformar una mayor cantidad de energía, y esa capacidad de procesar los flujos de energía, es la que constituye dicha jerarquía. La jerarquía de los sistemas de Boulding en particular, se caracteriza porque cada nivel es más complejo que el anterior, y además lo contiene, esto es lo que se conoce como una jerarquía embebida o anidada (nested hierarchy) (Boulding, 1956; Odum, 1971, 1971; Mingers, 1997; Navarro, 2001; Wilby, 2006):

1. Estructuras estáticas: se refiere a sistemas aislados, que se caracterizan además porque su estado no cambia, por ejemplo, un cristal, una fotografía o un mapa.
2. Sistemas simples en equilibrio: se refiere a sistemas cerrados, que son dinámicos y que se encuentran en equilibrio, como por ejemplo, un reloj.
3. Sistemas cibernéticos: se refiere también a sistemas cerrados, pero que poseen estructuras que les permiten captar e interpretar información interna del mismo sistema, como hacen por ejemplo, los termostatos.
4. Sistemas abiertos o estructuras autónomas: a partir de este nivel, los sistemas son abiertos, y se introducen en la jerarquía los sistemas vivos (sistemas autopoietico). El cuarto nivel se refiere a las células, al nivel más básico de organización de la vida, estos sistemas son autónomos, y se diferencian de su entorno, pero además poseen la capacidad de interpretar información externa al sistema, y formar una especie de estructura de conocimiento de su entorno.
5. Sistemas genético-sociales: se refiere a sistemas de organismos pluricelulares, es decir, a organismos que están formados por más de una célula, como por ejemplo las plantas. Estos sistemas tienen configuraciones complicadas, con estructuras especializadas en diferentes tipos de funciones, pero además de formar una estructura de conocimiento de su entorno, consiguen representar una imagen simple de éste.
6. Sistemas animales: estos sistemas se caracterizan porque, además de ser multicelulares, y estar en capacidad de formar imágenes más complejas del entorno, poseen la capacidad de aprender.
7. Sistema humano: la diferencia fundamental de este nivel respecto al anterior, está en que los seres humanos tenemos consciencia de nosotros mismos. Por otro lado, podemos organizar la información en imágenes mucho más grandes y complejas que las de los animales, como el lenguaje o las ideas de pasado, presente y futuro.

8. Sistemas socioculturales: este nivel está formado por colectivos de seres humanos, sin embargo, su unidad no son las personas, sino el rol que cada individuo tiene en el colectivo.
9. Sistemas trascendentales: este es el nivel de lo desconocido, donde radican las preguntas sin respuestas.

A partir del tercer nivel se encuentra un fenómeno importante: la endo-exo-causalidad, es decir, que el estado interno de un sistema está determinado por factores externos a éste. Por ejemplo, una habitación se calienta porque fuera de ella hace frío (un factor exógeno), esto activa un sistema de calefacción controlado por un termostato, que controla la temperatura interna de esa habitación (un factor endógeno), y la mantiene en un estado constante mediante un bucle de retroalimentación negativo; de esta manera la temperatura de la habitación dependerá a la vez de factores endógenos y exógenos (Morin, 2004).

De acuerdo a Wilby (2006), el *esqueleto de los sistemas* de Boulding abarca cuatro estructuras subyacentes:

1. La primera estructura explica la complejidad creciente de los fenómenos.
2. La segunda estructura desarrolla niveles cada vez más complejos, es decir, que un nivel superior, necesariamente será más complejo que los niveles anteriores.
3. La tercera estructura, en cambio, desarrolla para cada uno de los niveles, modelos de sistemas cada vez más complejos. Es decir, que un modelo que representa a un holón de un nivel determinado, por definición, será más complejo que un modelo que representa a un holón de un nivel inferior.
4. La cuarta, finalmente, se refiere a la complejidad creciente de las imágenes del universo creadas por los diferentes holones de cada nivel del esqueleto. Las imágenes de los holones de niveles superiores serán, por tanto, más complejas que las de los holones de niveles inferiores. Por otro lado, estas imágenes son dependientes del observador (que es también un holón con acoplamientos horizontales y verticales), es decir, que el nivel de la jerarquía de los sistemas en el que esté un observador, determina cómo éste percibe y procesa la información referente a ese nivel específico, y también, la referente a los otros niveles.

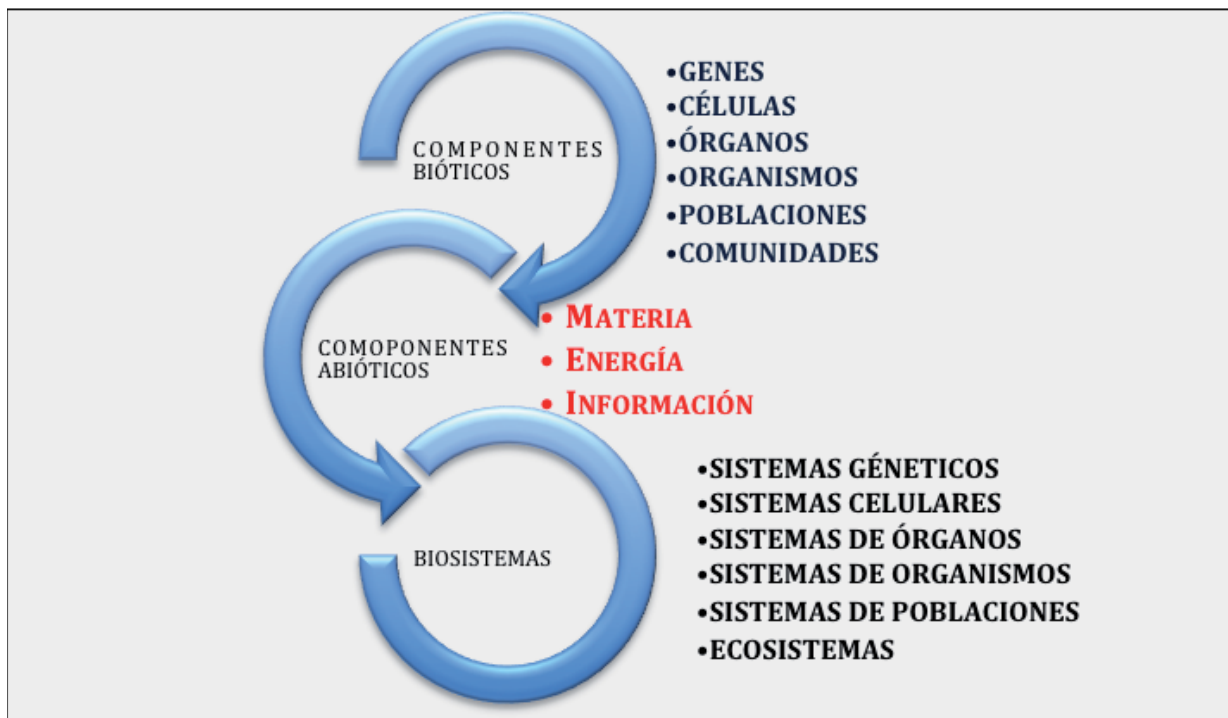
La jerarquía de Boulding representa un paso clave en el estudio de los sistemas, porque fue uno de los primeros intentos de organizarlos, y también porque es una estructura que trasciende los

límites existentes entre las diferentes ciencias; sin embargo, no está clara la escala que usa para medir el grado de complejidad (Mingers, 1997).

Es también notorio que Boulding no integra la dimensión ecológica en su esqueleto. Al ser sistemas abiertos, todos los sistemas vivos (incluidos nosotros, los seres humanos), estamos íntimamente ligados a nuestro entorno físico, así como a los otros organismos vivos. Los flujos constantes de información, energía y materia enlazan a los diferentes sistemas vivos unos con otros, así como también con los sistemas no vivos, en un tipo de holón llamado *ecosistema*.

Odum y Barret (2006) definen a ecosistema como la unidad básica de la jerarquía ecológica, pues contiene todos los componentes biológicos y físicos necesarios para la supervivencia; es así, que un ecosistema es una unidad funcional con entradas y salidas, y sus límites son borrosos, como en todos los sistemas complejos. Odum (2006: 18) define a ecosistema como: *"...cualquier unidad que incluya a todos los organismos (la comunidad biótica) de un área dada, que interacciona con su ambiente físico, de manera que un flujo de energía conduce a estructuras bióticas definidas con claridad, y reciclado de materia entre componentes vivos y sin vida es un sistema ecológico o ecosistema. Es más que una unidad geográfica (o ecorregión); es una unidad del sistema funcional, con entradas y salidas, y límites que pueden ser naturales o arbitrarios"*. Los Biosistemas (Odum y Barrett, 2006), por otro lado, no son nada más que el resultado de la interacción de los componentes bióticos, con los componentes abióticos.

Figura 2.2: Niveles ecológicos resultado de la interacción de factores bióticos con abióticos

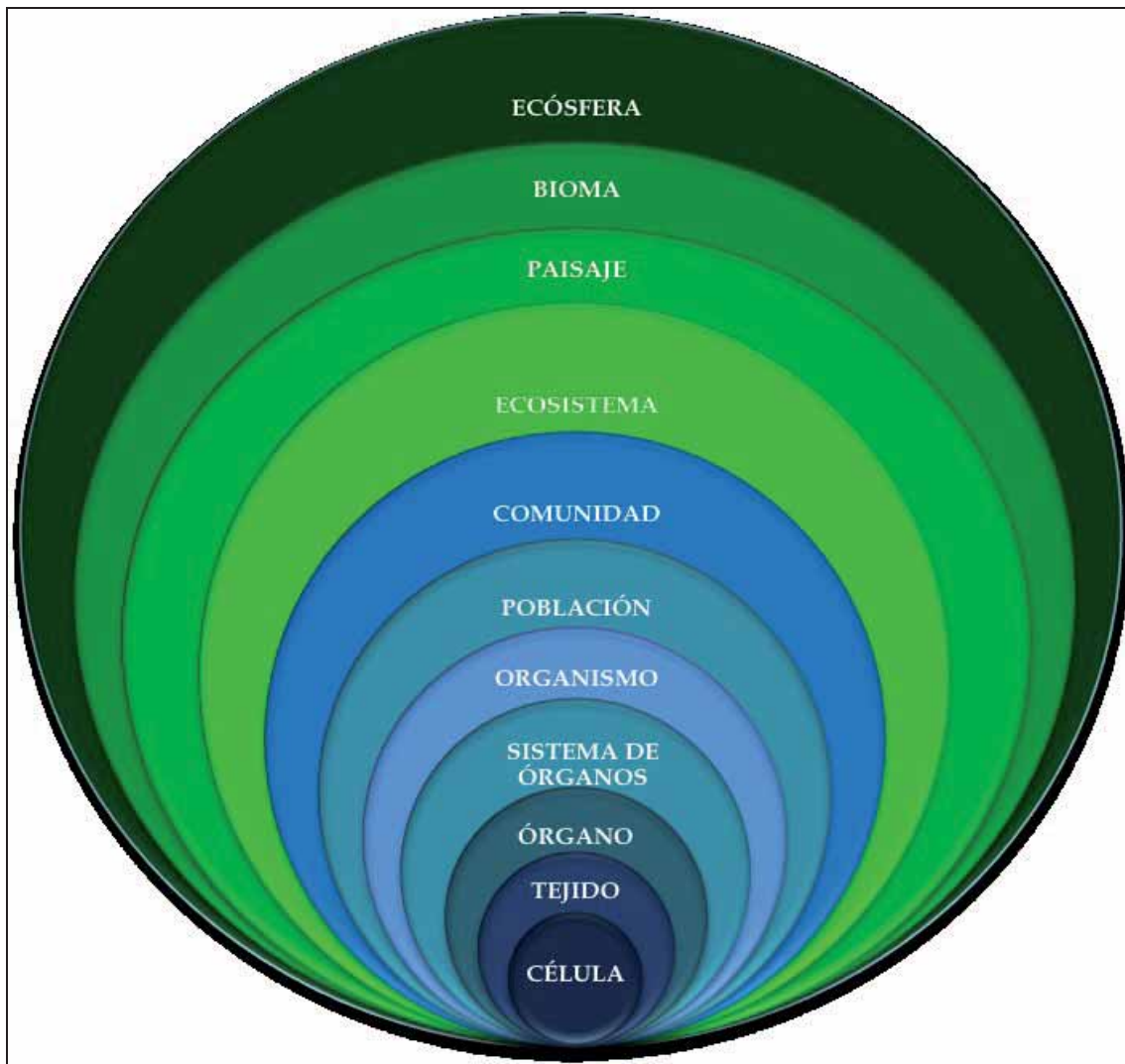


Fuente: Adaptado de Odum y Barnett, 2006, página 4

Barnett et al (1997) proponen una jerarquía organizacional, para los sistemas vivos o biosistemas. Todos los niveles están atravesados por siete procesos de forma transversal: energía, evolución, desarrollo, regulación, comportamiento, diversidad e integración. Esta jerarquía consta de 11 niveles, y al igual que en la jerarquía de Boulding, cada uno contiene al anterior, sin embargo, es importante notar que su nivel más básico, equivale al cuarto nivel del esqueleto de Boulding.

La Jerarquía de los biosistemas introduce la idea de *ecósfera*, que es una idea más amplia que la de *biósfera*. La *biósfera* se refiere a todos los organismos vivos, mientras que la *ecósfera* a todos los organismos vivos y a sus interacciones con lo no vivo, es decir, a todos los ecosistemas (Odum, 1997). La *ecósfera* está formada por cinco esferas: la litósfera, la hidrósfera, la atmósfera, la *biósfera* y la *noósfera* (Patten et al., 1997).

Figura 2.3: Jerarquía de los biosistemas



Fuente: Adaptado Barnett, 1997, página 532

Es también interesante resaltar, que a diferencia de la jerarquía de Barret, que solamente considera un nivel para los organismos multicelulares, la jerarquía de Boulding los divide en tres niveles: los sistemas socio genéticos, los sistemas animales y los sistemas humanos. Ahora bien, las características que definen a estos niveles podrían no ser exclusivas de plantas, animales y seres humanos, por ejemplo, existen animales que encajan en la definición de sistemas genético sociales (como los corales), o incluso en la definición de autoconscientes, como los cetáceos o los chimpancés. De esta manera, haciendo un ejercicio para redefinir estos tres niveles, para el primero se podría mantener el nombre de sistemas genético-sociales, pero sin reducir su definición a las plantas; mientras que los sistemas animales podrían ser renombrados como sistemas de organismos que aprenden, y los sistemas humanos, como sistemas de organismos autoconscientes.

Por último, al hacer el ejercicio de juntar a las dos jerarquías en una sola, se obtiene una jerarquía de 14 niveles:

1. Estructuras estáticas
2. Sistemas simples en equilibrio
3. Sistemas cibernéticos
4. Sistemas celulares o estructuras autónomas
5. Sistemas genético-sociales
6. Sistemas de organismos que aprenden
7. Sistema de organismos autoconscientes
8. Sistemas socioculturales (o sistemas de poblaciones)
9. Comunidades biológicas
10. Ecosistema y sistemas socio-ecológicos
11. Paisaje
12. Bioma
13. Ecósfera
14. Sistemas trascendentales

La organización de una jerarquía de los sistemas (o de holones) es fundamental, ya que se desempeña como un filtro, puesto que los niveles superiores operan en frecuencias más bajas que los niveles inferiores, por tanto, el nivel superior actúa como un regulador de lo que un nivel inferior puede o no puede hacer (Giampietro, 1994).

Los sistemas complejos representan un paradigma diferente, que no puede ser comprendido desde la ciencia positivista. Por definición, estos sistemas no pueden ser entendidos estudiando solamente una de sus escalas (Odum, 1971; Giampietro, 2003). Su estudio requiere, por tanto, de métodos que, a la vez, los contextualicen en una jerarquía, evidenciando sus interrelaciones con los otros niveles, y que por otro lado, sean capaces de entenderlos en su globalidad, revelando sus interrelaciones endógenas. Los sistemas, y por tanto los sistemas complejos, no pueden (ni deben) ser concebidos sin las relaciones entre sus elementos (Morin, 2004). El cuerpo humano es mucho más que un conjunto de órganos, o que un grupo de células, un idioma es mucho más que una serie de letras o que una colección de palabras.

Las ciencias de la complejidad, adicionalmente, implican una relación diferente entre la ciencia, la sociedad y la política. Por eso, es fundamental la introducción de la idea de la ciencia post-

normal, planteada por Silvio Funtowicz y Jerome Ravetz en 1990 (Funtowicz y Ravetz, 1990). La ciencia post-normal reconoce a los sistemas naturales y sociales como sistemas complejos y dinámicos, por lo que necesariamente que este nuevo paradigma científico parte de la impredecibilidad y la incertidumbre en el desenvolvimiento de los fenómenos, la imposibilidad del control total de los mismos, y la pluralidad de percepciones y de visiones legítimas, que existen sobre éstos (Funtowicz y Ravetz, 1994b).

Farrell (2011) aplica el término *problemas perversos* (Rittel y Webber, 1973), para referirse a los problemas derivados de la sociedad industrial moderna y post-moderna. La ciencia post-normal es fundamental para la gestión de los *problemas perversos*, pues éstos se caracterizan por ser persistentes, complejos y difíciles (e incluso imposibles) de resolver, como por ejemplo los catalogados como problemas (conflictos) socio-ecológicos (Farrell, 2011).

La ciencia post-normal debe enfrentar en un contexto de incertidumbre, por un lado, la calidad en todas las etapas del trabajo de investigación y de sus productos, y por otro, la retroalimentación que surge de la revisión externa al proceso, y la participación social en el mismo proceso, y en la toma de decisiones (Funtowicz y Ravetz, 1992, 1994b; Mayumi y Giampietro, 2006; Farrell, 2011). Mayumi y Giampietro (2006) discuten la incertidumbre, y para ello aplican las fuentes de incertidumbre definidas por Knight en 1964:

1. La incertidumbre percibida: la que a su vez tiene dos orígenes, por una lado, la imposibilidad de percibir el presente tal cual es, y por otro, la imposibilidad de representar el presente en su totalidad.
2. La incertidumbre en las expectativas (o en la anticipación): ésta se produce por la necesidad de inferir el futuro a partir del presente (cuya definición ya ha sido influenciada por la incertidumbre percibida), para lo que usan modelos que sólo pueden anticiparlo parcialmente.
3. La incertidumbre de los efectos: ya que no se puede conocer todas las consecuencias de las acciones presentes en el futuro.
4. La incertidumbre en la implementación: debido a que cualquier política formulada, jamás será implementada en la misma forma en la que fue concebida.

De esa manera, las ciencias de la complejidad deben ser por definición ciencias post-normales. La problematización de los sistemas complejos no puede ser resuelta a través de la ciencia positivista, y tampoco puede ser explicada solamente mediante relaciones de causa y efecto. El

paradigma de los sistemas complejos implica también un nuevo paradigma epistemológico para la ciencia.

2.1.2. Las sociedades y la naturaleza como sistemas complejos

La idea de las ciencias de la complejidad surge del esfuerzo por tratar de representar los distintos fenómenos del universo y de la naturaleza. La aplicación del paradigma de la complejidad al estudio de la naturaleza y la sociedad, implica una renovación y un cambio radical en la forma en la que representamos y nos relacionamos con estas dos entidades. En este contexto, es fundamental la idea de un sistema disipativo: los sistemas abiertos y alejados del equilibrio tienden la búsqueda de un estado estable, en el que a través de la disipación de energía mediante estructuras específicas para ello, producen la menor cantidad de entropía posible. De esta manera, en un sistema abierto y alejado del equilibrio se pueden distinguir dos partes: una parte productiva, que genera un excedente que alimenta al sistema y que permite su reproducción, llamada hiper-ciclo; y una parte disipativa en el estricto sentido físico, equivalente a lo que en ecología se llama ciclo autocatalítico (Prigogine, 1962; Ulanowicz y Hannon, 1987; Ramos Martín, 2005; Eisenmenger *et al.*, 2007). Tanto las sociedades, como la naturaleza pueden ser entendidos como sistemas complejos, disipativos, auto-organizados, capaces de mantenerse a sí mismos estables, es decir, de mantener su homeostasis³, a través de la reproducción de un patrón metabólico definido (Giampietro *et al.*, 2012; Madrid *et al.*, 2013a).

La ciencia positivista implicó la muerte de la idea de la naturaleza como un ser cuasi-cósmico y mítico, pero el nacimiento de la ecología, una ciencia tácitamente compleja, a su vez significó el surgimiento de las ideas de ecosistema y biósfera; ideas que resucitan a la naturaleza como un ente vivo que se autoorganiza y que se autorregula (Morin, 1995). Lynn Margulis, quien propuso la teoría biológica de la endosimbiosis sobre origen de los organismos eucariotes, y quien además es coautora de la teoría GAIA, sostenía que la naturaleza es una entidad evolutiva y autopoietica (Onori y Visconti, 2012). Ese sistema natural en constante proceso de evolución, autoorganización y automantenimiento, ha sido llamado también sistema ecológico (Berkes y Folke, 1992). De esta manera, el sistema ecológico puede ser entendido como un *sistema adaptativo complejo* (Levin, 1998) (Morin, 1992, 1996, 1999, 2004; Levin, 1998; Munné,

³ Según (Curtis *et al.*, 2008) homeostasis significa: “[Del griego *homos*: mismo o similar, y *stasis*: estar]: mantenimiento de un ambiente fisiológico interno o de un equilibrio interno relativamente estable en un organismo”.

2004). La complejidad de los sistemas ecológicos implica una serie de propiedades inherentes a los sistemas, como la multiplicidad de patrones espaciales y procesos ecológicos, relaciones no lineales entre sus componentes, heterogeneidad en el tiempo y el espacio, y una organización jerárquica (Allen, 1987; Allen y Hoekstra, 1990; Hoekstra *et al.*, 1991; Levin, 1998; Allen *et al.*, 2001; Zurlini *et al.*, 2006).

Es así, que las ideas de naturaleza y de sistema ecológico, se constituyen en ideas equivalentes. Sin embargo, la naturaleza es una visión romántica, mientras que la idea de sistema ecológico asume las complejidades del sistema natural (Morin, 1996), por lo que, proponemos usar este último término para diferenciar a la naturaleza concebida como sistema complejo de la naturaleza romántica. Toledo (2008: 7) define a la naturaleza (sistema ecológico) como: "*...una matriz heterogénea formada por un sinnúmero de ensamblajes, los cuales presentan una cierta estructura y una cierta dinámica que les permite reproducirse o renovarse a través del tiempo, cada uno de los cuales constituye un arreglo o una combinación única de elementos bióticos y no-bióticos y posee una historia particular que los hace diferentes de los otros*". El mismo Toledo (2008: 7), dice que esos ensamblajes son unidades-totalidades, y los llama ecosistemas.

Aunque está clara la arbitrariedad de la división de los ecosistemas, clasificarlos es útil para estudiarlos y también para su gestión. El Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992) de la Organización de Naciones Unidas, hace una distinción entre los *ecosistemas naturales* y los *ecosistemas antrópicos*. Edward Odum (1997), por otro lado, distingue a los ecosistemas entre naturales, manejados, y artificiales. Los primeros son los ecosistemas en los que la intervención humana es muy baja o nula (Toledo, 2008), y los segundos son los ecosistemas generados por las actividades humanas: como las ciudades, los cultivos agrícolas, las plantaciones forestales, los pastizales ganaderos, e incluso las industrias (Golubiewski, 2012).

Las sociedades humanas son también sistemas complejos (Forrester, 1971), y pueden entenderse también como sistemas disipativos auto-organizados, en los que la estabilidad depende de flujos de materia y energía, que mantienen sus funciones e infraestructuras (Giampietro *et al.*, 2000). Se encuentra en ellas varias de las características de la complejidad: el alejamiento del equilibrio y la autoorganización (o autopoiesis) (Munné, 1995; Ramos Martín, 2003), son sistemas teleológicos (es decir, que tienen un para qué), se adaptan constantemente a condiciones y límites cambiantes, son jerárquicos, y al ser sistemas no lineales, los sistemas sociales son sistemas caóticos (Faber *et al.*, 1995; Ramos Martín, 2003; Munné, 2004).

La realidad es un *continuum* donde la materia, la energía y la información fluyen libremente de los circuitos de lo ecológico, hacia los circuitos de lo social y lo económico (Toledo, 2008). Las relaciones de los sistemas sociales con el sistema ecológico son relaciones evolutivas y co-evolutivas (Norgaard, 1984, 1987; Berkes y Folke, 1992). Por lo que, las ciencias sociales durante el siglo XX comenzaron a asumir la interdependencia del sistema social y del sistema ecológico, e incluso su indivisibilidad (Morin, 1995, 1996; Stevens, 2012). En ese contexto, se produce una conceptualización ecológica de lo social, y social de lo ecológico (Toledo, 2008), formando el *sistema socio-ecológico* (Gallopín *et al.*, 1989), o sistema social-ecológico (Berkes y Folke, 1992). El sistema socio-ecológico es mucho más que la integración conceptual de dos entidades, que han sido tradicionalmente entendidas como dos sistemas diferentes, los sistemas social y ecológico (Gallopín *et al.*, 1989): El sistema socio-ecológico es un sistema complejo y en continua evolución (Pujantell-Albós, 2012).

La concepción del sistema socio-ecológico implica por un lado, que las sociedades humanas son parte del sistema ecológico, y por tanto, están profundamente conectadas a los procesos ecológicos a través de sus funciones biofísicas, y por otro lado, que el sistema social y el sistema ecológico en el que está inserto, deben ser considerados como un solo sistema complejo y adaptativo (Madrid *et al.*, 2013a). En el contexto del sistema socio-ecológico, las sociedades humanas son un híbrido que nace del sistema cultural y del sistema biofísico (Erb, 2012).

Bruno Latour, por ejemplo, niega la existencia de entidades, o cosas, como la naturaleza, la sociedad o incluso la cultura, él habla de que lo humano y lo no humano forman híbridos socio-naturales, que se reproducen constantemente (Latour, 1993; Swyngedouw, 2011); estos híbridos-socio-naturales, son equivalentes al sistema socio-ecológico.

El término socio-ecológico fue originalmente utilizado desde la década de 1950 en la etología (la ciencia que estudia el comportamiento animal), concretamente en la etología social, para referirse a las relaciones entre la ecología, la dinámica poblacional y el comportamiento social (Hurrell, 1970). Las primeras referencias a este término usado para enlazar a los sistemas humanos con su sistema ecológico, se encuentran en la década de 1960, con el artículo de Gunnar Lindh, publicado en 1966: *Water resources management problems in urban agglomerations*, donde se presenta a las cuencas hídricas como sistemas socio-ecológicos. A manera de ensayo, se hizo un ejercicio con el motor de búsqueda Scopus en julio de 2013, se encontraron 1.043 documentos que contenían el término socio-ecológico en su título, resumen o palabras clave (se realizó la búsqueda usando la traducción inglés del término, es decir, socio-ecological):

solamente una publicación (0,09%) para la década de 1960, 23 (2,2%) para la década de 1970, 41 (3,9%) para la década de 1980, 70 (6,7%) para la década de 1990, 363 (34,8%) para la década de 2000, y 545 (52,3%) en lo que va de la década de 2010. Al limitar la búsqueda usando el término *human*, los resultados se redujeron a 728, e iniciaban en 1970, las proporciones se mantuvieron. En un ejercicio similar, pero usando Google Académico, los resultados fueron muy parecidos, pero los primeros artículos se remitieron a la década de 1950.

De esta manera, la idea de sistema socio-ecológico surge en la etología, y es adoptada después por las ciencias sociales y la ecología humana, para referirse al sistema complejo formado por las sociedades humanas y su sistema ecológico.

2.2. EL METABOLISMO SOCIAL Y EL METABOLISMO ECOLÓGICO

El concepto de metabolismo surge en el siglo XIX en la biología y en la química (Clark y Foster, 2010). Este término viene del griego *metabole*, que significa cambio, y representa a las transformaciones físicas y químicas que ocurren dentro de un organismo, es decir, a los procesos que permiten que el organismo se mantenga, crezca y se reproduzca (Curtis *et al.*, 2008). El metabolismo, en ese contexto, implica a las operaciones biológicas de un organismo, a sus procesos químicos, y a los mecanismos de regulación y control que garantizan que sus condiciones internas sean estables (*homeostasis*), y aptas para su normal funcionamiento (Fischer-Kowalski, 1998). El término metabolismo, por tanto, abarca lo siguiente (Odum, 1971; Fischer-Kowalski, 1998; Giampietro *et al.*, 2000; Odum y Barrett, 2006; Clark y Foster, 2010):

1. a los mecanismos que gobiernan las reacciones bioquímicas de los organismos, y que adicionalmente, permiten mantener su homeostasis,
2. a los procesos bioquímicos de intercambio, mediante los cuales un organismo toma materia y energía de su entorno,
3. a los procesos bioquímicos que permiten la incorporación de dicha materia y energía al propio organismo, y por tanto, éste puede mantenerse y crecer, y
4. a la liberación al ambiente de materia y energía, que termodinámicamente poseen una entropía más alta que los originales.

La idea del metabolismo se usa posteriormente para referirse al funcionamiento de los ecosistemas (metabolismo ecológico), para finalmente entrar en el mundo de las ciencias sociales a través de Jakob Moleschott y Justus von Liebig (Foster, 2004), y de la mano de Marx

(metabolismo social), quien lo aplica para representar la apropiación humana de la naturaleza. Sin embargo, tal vez el vínculo más fuerte, entre este concepto y las ciencias sociales, fue establecido por Nicholas Georgescu-Roegen con su idea de flujos metabólicos (Georgescu-Roegen, 1994, 1971/1999; Fischer-Kowalski, 1998; Ramos Martín, 2003; Foster, 2004; Mayumi y Giampietro, 2006; Toledo, 2008; Clark y Foster, 2010; Giampietro *et al.*, 2012; Wachsmuth, 2012).

2.2.1. El metabolismo ecológico

El término metabolismo surge del estudio tanto de células, como de organismos multicelulares (Curtis *et al.*, 2008). Desde la perspectiva de los sistemas complejos, la idea del metabolismo ha sido aplicada para estudiar sobre todo a determinados niveles de la jerarquía de los sistemas (Los sistemas complejos): a los sistemas celulares o estructuras autónomas (como, por ejemplo, las bacterias), a los sistemas genético-sociales (como, por ejemplo, ciertas plantas), a los sistemas de organismos que aprenden (como, por ejemplo, los mamíferos), y a los sistemas de organismos autoconscientes (como, por ejemplo, los seres humanos o los cetáceos).

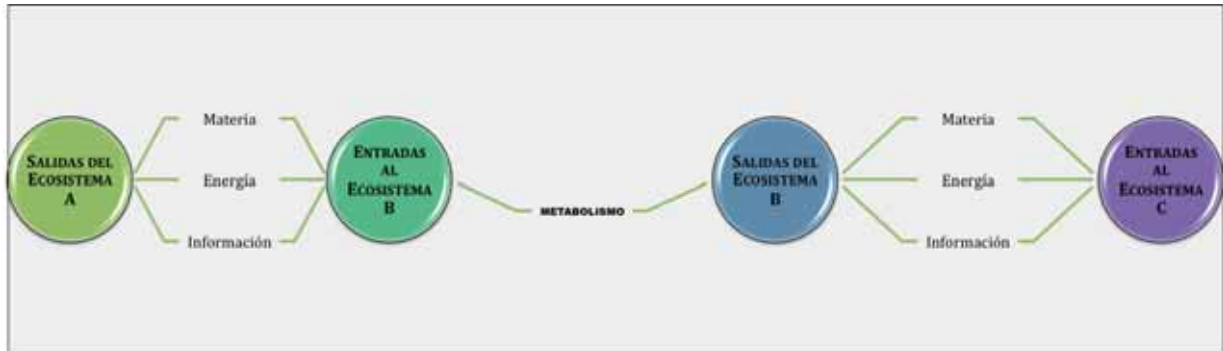
La aplicación de la idea del metabolismo a niveles superiores de la jerarquía de los sistemas, como las poblaciones, las comunidades o los ecosistemas, tiene connotaciones que van más allá de los meros flujos y procesamiento de materia y energía, e implica que la evolución actúa también sobre estos sistemas como unidades, y ya no solamente sobre los individuos (Fischer-Kowalski, 1998).

La ecología de los sistemas aplica el concepto del metabolismo para referirse a cada uno de los niveles biológicos, desde la célula hasta la ecósfera: el metabolismo celular, para las células; el metabolismo humano, para las personas, o el metabolismo ecológico para los ecosistemas (Foster, 2004). Los ecosistemas son sistemas abiertos, y su metabolismo implica la entrada de materia, energía e información; el procesamiento y transformación de dichas entradas, y la liberación nuevamente de materia, energía e información (Odum y Barrett, 2006).

Los ecosistemas, por otro lado, son también redes de flujos de minerales y alimentos, que fluyen entre poblaciones de diferentes especies de organismos de todos los reinos, especializadas en un rol determinado (nicho ecológico) (Odum, 1971). Además de los flujos de energía y de los ciclos de la materia, los ecosistemas son ricos en redes de información que conectan a todas las partes, a través de flujos de comunicación física y química (Odum y Barrett, 2006). Al ser sistemas complejos, sus límites son borrosos (Munné, 1994), por lo que delimitar un ecosistema

necesariamente implica una cierta dosis de arbitrariedad (Odum y Barrett, 2006), sin embargo, es fundamental visualizar que sus entradas y salidas los conectan con otros ecosistemas, y también con sistemas sociales, formando complejas redes metabólicas que enlazan diferentes metabolismos (Figura 2.4), lo que justifica plenamente hablar de un sistema socio-ecológico.

Figura 2.4: Representación de flujos de materia, energía e información entre ecosistemas



Fuente: Elaboración propia

2.2.2. El metabolismo social

El metabolismo es el vínculo entre los sistemas sociales y los sistemas ecológicos (Foster, 2004). El metabolismo social se refiere al conjunto de procesos por medio de los que las sociedades humanas se apropian, circulan, transforman, consumen y excretan diferentes productos (materia, energía e información) y/o procesos del metabolismo ecológico (Toledo, 2008), es así que, las sociedades humanas pueden ser entendidas como sistemas complejos, orgánicos, y dinámicos (Odum, 1971; Gandy, 2004a), que producen y reproducen las condiciones indispensables para su existencia, a partir de su metabolismo con la naturaleza (Toledo, 2008). El concepto del metabolismo de las sociedades ha tenido múltiples lecturas y aproximaciones desde la economía ecológica, la ecología industrial, el análisis económico industrial y la ecología social (Martínez Alier, 1987; Ayres y Simonis, 1994; Adriaanse *et al.*, 1997; Fischer-Kowalski, 1998; Georgescu-Roegen, 1971/1999; Matthews *et al.*, 2000; Schandl *et al.*, 2002; Ramos Martín *et al.*, 2009).

La estabilidad y el mantenimiento de las funciones e infraestructuras de los sistemas sociales dependen de su metabolismo, es decir, de la entrada y el procesamiento de flujos de materia, de energía y de información, que se caracterizan por tener baja entropía, y al mismo tiempo, por la salida, materia y energía de alta entropía, y también de información (Georgescu-Roegen, 1971/1999; Giampietro *et al.*, 2000; Scheidel, 2013). De esta manera el sistema ecológico determina la forma en la que se configuran las sociedades, y la organización de las sociedades

determina la forma en la que éstas transforman al sistema ecológico (Toledo, 2008), por lo que el metabolismo social es fundamental para entender el proceso socio-ecológico de coevolución, o lo que es lo mismo, la adaptación de los seres humanos a su entorno, mientras lo transforman activamente y se re-adaptan a él (Morin, 1992; Giampietro, 1994; Munné, 1994; Norgaard, 1994).

Existe una distinción fundamental que debe ser hecha respecto al metabolismo social: la diferenciación entre *energía endosomática* y *energía exosomática*. La energía endosomática es la energía que necesita el cuerpo humano para garantizar su propio metabolismo; mientras que la energía exosomática, es la energía que necesita la sociedad para mantenerse y reproducirse (Georgescu-Roegen, 1994; Martínez Alier, 1994; Giampietro, 2003; Toledo, 2008). Esta distinción fue planteada por Lotka (1956), y Georgescu-Roegen la aplica al estudio de la economía en su libro *The entropy law and the economic process* (1971) (Toledo, 2008).

2.2.3. El metabolismo como proceso histórico ecológico

La metáfora del metabolismo social, desde el discurso contemporáneo predominante, ha sido presentada como un sistema dinámico, circulatorio y homeostático; como un espacio interconectado por flujos, y dependiente de insumos externos de energía, materia e información; el valor de esta metáfora radica en su énfasis en las interacciones complejas entre los sistemas biofísicos y lo cultural, que permiten a la sociedad moderna funcionar (Gandy, 2004a). Sin embargo, yendo más allá de esta visión biológica, el metabolismo social es también un proceso ecológico-histórico, es decir, que es el fundamento mismo de lo social, donde radica su posibilidad de perdurar (Swyngedouw, 2006). Esta concepción del metabolismo permite estudiar cómo los paisajes rurales y urbanos han sido históricamente producidos. Sin descartar la importancia, y el gran aporte, de la visión orgánica del metabolismo social, es fundamental evidenciar que ésta por sí sola no consigue explicar la manera en que el espacio es históricamente producido, pues no incluye a los procesos dinámicos de lucha social y política, no asume la dialéctica de las relaciones entre cultura y naturaleza, que se constituyen mutuamente en el espacio urbano (Gandy, 2004a).

Es así, que el metabolismo social es a la vez un proceso orgánico, que implica la apropiación, circulación, transformación, el consumo y la excreción de materia, energía e información (Toledo, 2008), y un proceso dialéctico, ecológico-histórico, que moldea la idea de la *naturaleza* en el imaginario social, y en la construcción de políticas ambientales y territoriales (Heynen *et al.*, 2006; Swyngedouw, 2006). El metabolismo social se constituye en un proceso socio-ecológico

e histórico, que permite plantear preguntas radicalmente políticas sobre el ambiente y la *naturaleza* (Swyngedouw, 2006).

2.2.4. El metabolismo urbano y el metabolismo rural

La urbanización es un proceso socio-ecológico de metabolización del sistema ecológico (Swyngedouw, 2004). Las ciudades son lugares donde el sistema ecológico, y sus relaciones sociales, son intensamente re-elaboradas, por lo que, pueden ser también concebidas como *naturaleza* (Swyngedouw y Cook, 2010). Están estructuradas y formadas por redes de procesos socio-ecológicos, los mismos que son simultáneamente locales, globales, humanos, materiales, ecológicos, discursivos, culturales y orgánicos (Swyngedouw, 2004; Heynen *et al.*, 2006). La urbanización está sumergida en amplias redes socio-ecológicas, y alrededor de ellas giran los conflictos y compromisos relacionados con la sustentabilidad urbana (Swyngedouw, 2006; Swyngedouw y Cook, 2010). Las ciudades son, por tanto, entidades ecológicas, son una manifestación física de la ecología humana, donde confluyen las dimensiones ecológica, socio-cultural, política, económica y de infraestructura (Rees, 1997). Se podría decir que son el cerebro de las sociedades (Gandy, 2006a), y como tal organizan el sistema, pero consumen intensamente materiales y energía.

La modernidad revela una contradicción tácita: ha estructurado a la naturaleza y a la sociedad como categorías ontológicamente diferentes del ser; e irónicamente, la misma modernidad las ha integrado, creando y reproduciendo constantemente una suerte de híbridos socio-naturales (Grove, 2009). De esta manera, la modernidad ha separado y unido a la vez a los sistemas ecológicos y sociales (Heynen, 2003).

Es así que las ciudades en particular, y los sistemas sociales en general, se transforman en híbridos socio-naturales. Éstos revelan que los procesos sociales y ecológicos forman parte del mismo metabolismo, y por tanto, los procesos ecológicos que están detrás de la producción de nuevos ambientes, a través de la dinámica política-económica, son fundamentales para la reproducción de la sociedad y para garantizar su calidad de vida (Heynen, 2003).

A pesar de ser una expresión del sistema socio-ecológico, las áreas urbanas continúan siendo percibidas como los lugares donde la naturaleza termina y comienza lo artificial, lo que se refleja en las políticas que las gobiernan (Swyngedouw y Cook, 2010). Las ciudades son espacios donde se realizan actividades liberadoras y se materializan deseos; pero al mismo tiempo, son

espacios de dominación, poder sistemático, peligro, opresión y exclusión (Swyngedouw y Kaïka 2003). Los sistemas urbanos son ecosistemas: los ecosistemas urbanos, y por tanto, el metabolismo urbano, es en definitiva, el metabolismo ecológico de los ecosistemas urbanos (Golubiewski, 2012). El metabolismo urbano es un factor clave para entender las relaciones urbano-rurales, ya que las zonas rurales y las áreas *naturales* dependen directamente de éste (Ariza Montobio, 2013).

El metabolismo rural, por otro lado, se refiere al metabolismo de los sistemas socio-ecológicos rurales (Cifrić y Svirčić, 2005), la población rural es aquella que para poder sobrevivir depende de la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la caza, la pesca, la recolección y/o la extracción (Toledo, 2008). Ante esto cabe hacerse la pregunta de qué significa lo *rural*. Es una pregunta que no tiene una respuesta fácil, y que es parte de un debate muy complejo, que por sí solo da para varias tesis doctorales; un debate, que no entra en los objetivos de este trabajo.

A pesar de eso, es fundamental entender que la dicotomía urbano-rural está presente en un abanico grande de ideologías, relacionadas a diferentes discursos científicos e históricos (Andersson *et al.*, 2009). Es decir, que hay múltiples perspectivas para entender a lo rural, perspectivas no-equivalentes entre ellas; por lo que los sistemas rurales son sistemas irreductibles, esto significa, que no pueden ser reducidos a una sola perspectiva (Giampietro, 2003; Scheidel, 2013). Esto es a lo que Giampietro (2004: 98) ha llamado "*lidiar con perspectivas múltiples y observadores no equivalentes*⁴". Toledo (2008: 6) define a lo rural como "*...aquel espacio social formado por el conjunto de unidades dedicadas a la apropiación*" (del metabolismo ecológico). Hablar de lo rural, es referirse a espacios concretos extremadamente heterogéneos, que no pueden ser explicados desde la idea estereotipada de la dicotomía urbano-rural (Andersson *et al.*, 2009). Por esta razón, se usará la visión de lo rural de Toledo (2008).

2.2.5. El metabolismo del agua

Los temas relacionados con el agua, tradicionalmente han sido manejados con criterios predominantemente provenientes de la ingeniería, la economía o de la administración; prestando muy poca atención a las cuestiones políticas y sociales (Swyngedouw, 2004). Es así que la escasez del agua se ha entendido más como un proceso natural, que como un proceso

⁴ Traducción propia.

socialmente construido, causado y determinado, cuando la escasez es de hecho un fenómeno socialmente construido (Aguilera Klink *et al.*, 2000; Kaïka, 2003; Madrid *et al.*, 2013a).

Aunque resulte redundante, es importante señalar que los sistemas sociales son sistemas que se sostienen en transflujos constantes de materia y energía (Daly, 1974), y que uno de ellos es el agua. La compleja red de metabolismos se sostiene en la circulación constante de agua: hacia dentro, a través y hacia fuera de la ciudad, sin su flujo ininterrumpido, serían imposibles la vida, y el tejido de prácticas que constituyen la esencia de la ciudad (Swyngedouw, 2004). Esta circulación, dependerá de las redes tecnológicas invisibles que constituyen la infraestructura del agua, y por tanto, también el desarrollo y crecimiento de las ciudades (Gandy, 2004a). El adecuado abastecimiento de agua, y la infraestructura que garantice su provisión y calidad, están relacionados con la idea de la ciudad moderna (Gandy, 2006b).

El sistema social se apropia del agua que resulta del metabolismo ecológico: el agua es captada, bombeada, purificada, regulada químicamente, entubada, transportada, comprada y vendida, utilizada en los hogares, por los seres vivos, en la agricultura, la industria, la generación eléctrica, transformada en *residual* y devuelta al sistema ecológico; todo esto determinado por complejos procesos políticos, económicos, sociales, culturales y ecológicos (Kaïka, 2003; Swyngedouw, 2004). Un desarrollo coevolutivo, por tanto, requerirá de un cambio institucional, que se traduzca en una transformación de actitudes, modos de pensar y conductas, sobre la extracción, distribución y uso del agua, de tal manera que el sistema socio-ecológico pueda mantenerse (Aguilera Klink *et al.*, 2000).

La Declaración Europea por una Nueva Cultura del Agua propone cuatro categorías para clasificar el agua (Declaración Europea por una Nueva Cultura del Agua. , 2004; Arrojo, 2006):

1. El Agua-Vida (agua para la vida): se refiere al agua como garantía para la vida en general, y también como derecho humano. Por un lado, es el agua que necesitan los ecosistemas para mantenerse y reproducirse, lo que incluye a los seres que los habitan, es decir, es el agua que garantiza la sostenibilidad ecológica. Por otro lado, es también el agua indispensable para la vida humana, es decir, entre 30 y 40 litros por persona y por día (lpd). Garantizar el agua-vida para toda la población del planeta implica menos del 1% de su consumo global actual, y el costo de hacerlo equivaldría a menos del 1% del gasto militar global. El agua-vida necesariamente debe incluir al agua-sostenibilidad, es decir, al derecho de los pueblos a tener ríos y acuíferos saludables.

2. El Agua-Ciudadanía (agua para la ciudadanía): es el agua como derecho ciudadano, ya no como derecho humano, es el agua que se utiliza en garantizar los derechos humanos y ciudadanos, para garantizar la cohesión social, por ejemplo, en los servicios de salud pública y de educación. Es también el agua que se utiliza para asegurar que la ciudadanía tenga acceso a ella 24 horas al día, y todos los días del año.
3. El Agua-Negocio o Agua-Economía (el agua para los negocios): es el agua que se utiliza para darle valor agregado a los bienes y servicios que produce una sociedad. Este tipo de agua solamente puede existir una vez que se ha garantizado el agua-vida y el agua-ciudadanía.
4. El Agua-Delito: Es el agua que se contamina, y también es el agua que impide el acceso al agua-vida y al agua-ciudadanía. Por ejemplo, cuando garantizar el agua-negocio significa que alguien se quede sin agua-vida y/o sin agua-ciudadanía, el agua-negocio entonces se transforma en agua-delito.

De esta manera el sistema socio-ecológico depende del agua para mantenerse y reproducirse. El agua es un elemento fundamental para el metabolismo de las sociedades, y a la vez complejo, ya que su metabolismo es parte de cada proceso endosomático de la actividad humana, y es indispensable para la mayor parte de procesos de la cotidianidad social (Madrid *et al.*, 2013a). El agua es un elemento clave para la supervivencia de la humanidad.

2.2.6. La estructuración del territorio y el metabolismo social

Las sociedades humanas organizan el territorio sobre el que tienen control, dicho control puede ser ejercido de manera física, cultural, económica o política; la organización del territorio dependerá, por una parte, de sus características ecológicas y geológicas, y por otra, de la organización cultural, social, política, económica y productiva de ese sistema social; todo esto se traduce en un mosaico de usos del suelo diferentes llamado paisaje (Gómez Orea, 2008).

De esta manera, se puede decir que la imagen que proyecta un territorio es el paisaje. El paisaje es un fenosistema (un sistema que se ve), es decir, una morfología que muestra sólo en parte un sistema oculto, un criptosistema (un sistema que no se ve) de relaciones subyacentes, *fisiológicas* que explican esa apariencia paisajística; esas relaciones que ligan materia, energía e información, permiten observar varios elementos, entre ellos está la actividad humana, elemento fundamental por su capacidad de organizar el espacio, el territorio, y de modificar los flujos de materia y energía a través del canal de la información (Parra, 2005). Esta analogía, se expresa de

mejor manera a través de la diferencia entre la evolución fenotípica, que es aquella que actúa sobre lo externo, sobre la apariencia, sobre la expresión de lo genético; y la evolución genotípica, que es aquella que actúa sobre la esencia, sobre lo que no se ve (Proops, 1983; Ramos Martín, 2003).

El paisaje no es algo estático, todo lo contrario, es dinámico, cambia y se modifica (Parra, 2005; Gómez Orea, 2008). Se puede hablar de dos tipos de cambios en el paisaje (Erb, 2012):

1. El cambio en la cobertura del suelo, por lo tanto en su uso, con un implicaciones socio-ecológicas evidentes; y
2. el cambio en la intensidad del uso del suelo, este cambio puede no significar una variación en la cobertura del suelo, pero si implica cambios profundos en el criptosistema, y por lo tanto, tendrá también implicaciones socio-ecológicas.

Las relaciones fisiológicas, ese criptosistema del que habla Parra, no es nada más que el metabolismo social, por tanto, el metabolismo social es un elemento esencial para entender por qué un paisaje se ha organizado como lo ha hecho. Evidentemente, el metabolismo social no explica por si solo esto (Swyngedouw, 1997; Gandy, 2004a), es fundamental incluir los procesos culturales, sociales, políticos, económicos y ecológicos para poder entretejer una metáfora más clara de la realidad.

Toledo (2008) define tres tipos diferentes de unidades de paisaje, en función de su relación metabólica con las unidades rurales productivas, a las que llama Medio Ambiente Conservado, Medio Ambiente Usado y Medio Ambiente Transformado, que están conectadas entre ellas, y con lo que él llama Medio Ambiente Social, esta distinción es similar a la hecha por Edward Odum (Odum, 1997):

1. El Medio Ambiente Conservado: son áreas para el mantenimiento y reproducción de los *ecosistemas naturales*, su objetivo es el mantenimiento del metabolismo ecológico, de tal manera que se garanticen sus mecanismos de regulación, sus procesos metabólicos y la liberación de sus productos. Para salir de la relatividad y vacuidad del término Medio Ambiente (Swyngedouw, 2011), nos referiremos a estas unidades de paisaje como Paisaje Conservado (PC).

Figura 2.5: Paisaje del Parque Nacional Cajas, en Cuenca, Ecuador



Autor: Juan Alberto Muñoz Corral

2. El Medio Ambiente Utilizado: son las unidades de paisaje que son objetos de trabajo, pero que a pesar de ello, su uso no implica un quiebre en la estructura ecosistémica, como por ejemplo, en las zonas de cacería de los pueblos indígenas amazónicos. Nos referiremos a estas unidades como Paisaje Utilizado (PU).

Figura 2.6: Paisaje del Río Upano, junto a la vía a Macas, Ecuador



Autor: Antonio Malo Larrea

3. El Medio Ambiente Transformado: son las unidades de paisaje que también son objeto de trabajo, pero en este caso el trabajo implica una ruptura de la estructura ecosistémica

original para el establecimiento de *ecosistemas antrópicos*. Nos referiremos a estas unidades de paisaje, como Paisaje Transformado (PT).

Figura 2.7: Paisaje de cultivos de arroz en Katori, Japón



Autor: Antonio Malo Larrea

4. El Medio Ambiente Social: se refiere al sistema social en su totalidad, que es distinto, o que se encuentra fuera de los límites de la unidad productiva. Pueden ser otras unidades productivas, poblados, ciudades, zonas industriales, mercados, entre otros. En este caso lo llamaremos Paisaje Social.

Figura 2.8: Pueblo en el delta del río Ebro, Catalunya, España



Autor: Antonio Malo Larrea

Como ya se explicó, Toledo (2008) propone esta clasificación en función de la relación que tienen las unidades de paisaje definidas, con una unidad productiva específica. Sin embargo, consideramos que las unidades de paisaje de esta propuesta son extrapolables y utilizables independientemente de su relación con una unidad productiva en particular.

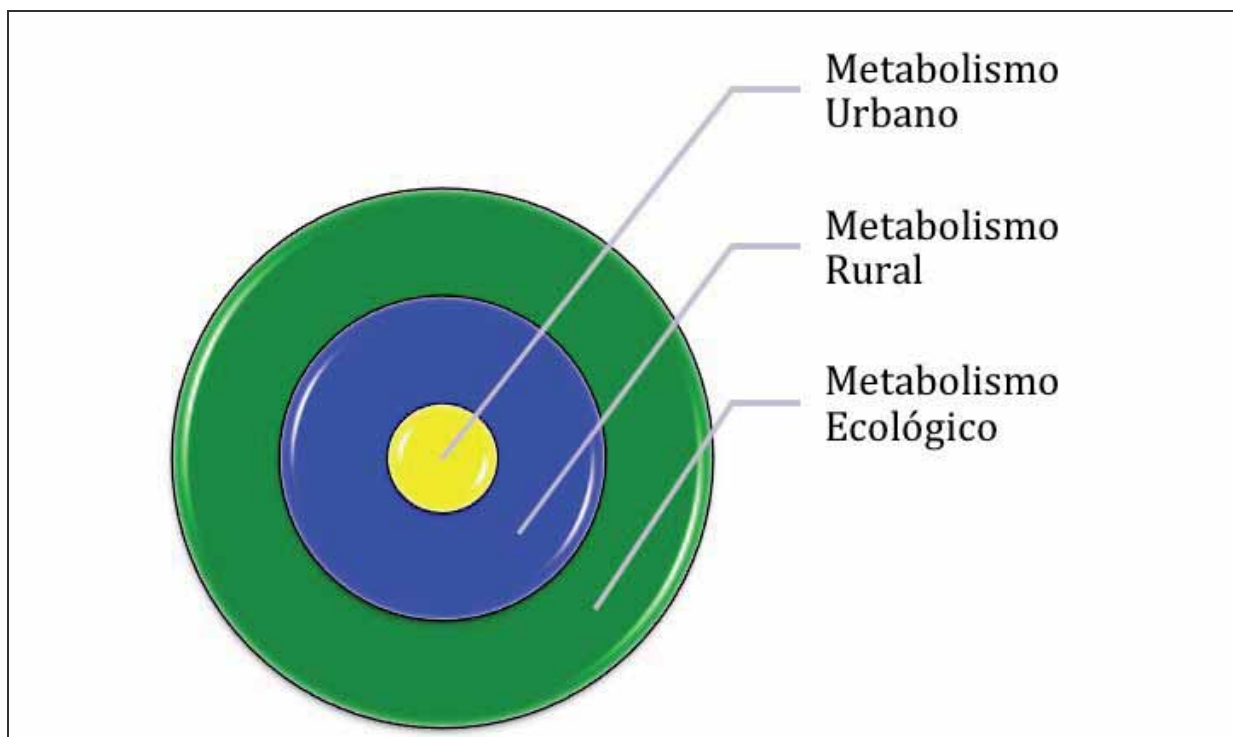
2.2.7. La apropiación urbana del metabolismo rural y del metabolismo ecológico

La apropiación es el proceso mediante el cual una sociedad hace suyo algo, como por ejemplo, el metabolismo ecológico; dicha apropiación puede darse, ya sea de forma física (de los productos del metabolismo ecológico, y/o del metabolismo ecológico mismo), o de forma simbólica, es decir, de forma cultural, política o de tradiciones espirituales (como, por ejemplo, las religiones) (Toledo, 2008). El metabolismo social se inicia con la apropiación humana del metabolismo ecológico (Foster, 2004; Toledo, 2008).

La apropiación de bienes y servicios ecológicos es el primer proceso del metabolismo social, e implica tácitamente la apropiación de ecosistemas (Toledo, 2008). Los términos *bienes ecológicos* y *servicios ecológicos o ambientales*, son términos extremadamente polémicos, que son sujeto de acalorados debates, por sus profundas implicaciones económicas y políticas. No es motivo de este trabajo entrar en esos debates: los *bienes ecológicos* son productos del metabolismo ecológico, por lo que nos referiremos a ellos de esa manera; los *servicios ecológicos o ambientales*, en cambio, implican tanto a los mecanismos de regulación del metabolismo ecológico, como a los procesos metabólicos, por lo que nos referiremos a ellos como *metabolismo ecológico*. De esta manera, haremos una distinción entre los *productos del metabolismo ecológico* y el *metabolismo ecológico mismo*.

Los áreas urbanas deben garantizar su metabolismo social, por lo que para mantenerse y reproducirse necesitan de entradas de materia, energía e información (Giampietro *et al.*, 2000; Scheidel, 2013). Es decir, que requieren del metabolismo ecológico, del metabolismo rural, y del metabolismo urbano (sea el propio o sea el de otros centros urbanos).

Figura 2.9: Representación de la relación de los tres metabolismos



Fuente: Elaboración propia

El metabolismo urbano, sin embargo, puede apropiarse de los metabolismos rural y ecológico. Por un lado, porque su liberación de materia y energía de alta entropía, ya sea por ejemplo, en forma de calor, o de contaminación (del agua, aire y suelo), o de desechos sólidos, invade a otros espacios y territorios, indiferentemente de si son paisajes usados, transformados o conservados (Whiteside, 2002; Martínez Alier, 2003). O por otro lado, mediante políticas territoriales y productivas destinadas a garantizar los insumos materiales (por ejemplo, de alimentos o de agua) y energéticos que la ciudad necesita (Hajer, 1995; Goldman, 2005; Ward, 2013). Esta apropiación implica que los paisajes transformados y conservados, ya no se destinan a garantizar el metabolismo rural, sino el metabolismo urbano. Excelentes ejemplos, son la invasión del paisaje transformado con plantas generadoras de electricidad, o con cultivos para la producción de biocombustibles (Ariza Montobio, 2013).

Como ya ha sido discutido, la urbanización está sumergida en amplias redes socio-ecológicas, es fundamental reconocerlas, para poder estudiar los conflictos y compromisos relacionados con la sustentabilidad urbana (Swyngedouw y Cook, 2010). Conflictos y compromisos que necesariamente pasan por la apropiación urbana de otros metabolismos.

2.3. SUBJETIVIDAD Y SISTEMAS SOCIO-ECOLÓGICOS

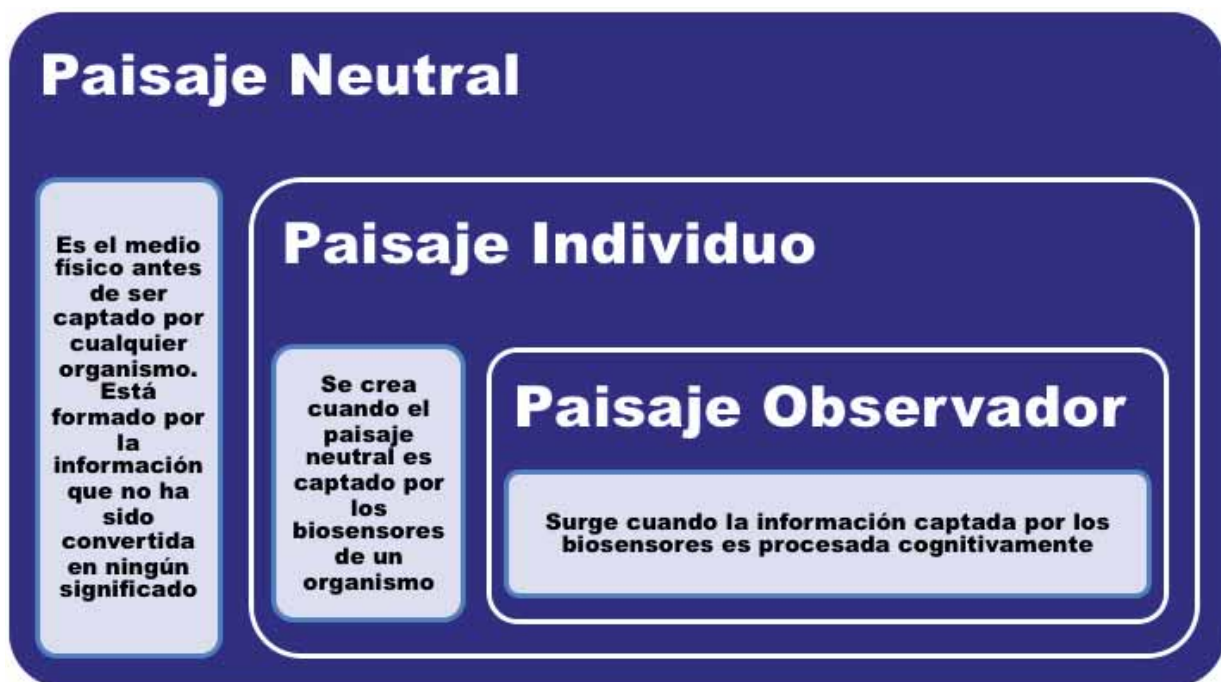
La modernidad ha conseguido homogenizar a lo natural, pero irónicamente, la misma modernidad, con sus nociones de progreso y de crecimiento ilimitado, se encuentra políticamente con la entropía y los límites de nuestro planeta, este encuentro inevitable ha iniciado un proceso de resignificación del universo, y también el surgimiento de realidades alternativas (Leff, 2004b).

Un discurso se define como una forma de ver y referirse a algo, contiene la forma en la que se concibe al mundo. El análisis de discursos estudia la naturaleza de las percepciones compartidas, es decir, de los discursos de una sociedad (discursos sociales) (Barry y Proops, 1999). El término problematización, por otro lado, se refiere a la forma en la que un problema es estructurado, definido y delimitado (Whiteside, 2002). Por tanto, un discurso social lleva implícita la forma en la que una sociedad ha problematizado algo (Barry y Proops, 1999).

Lo que se entiende por *ambiente natural*, por las sociedades en general, y por la política en particular, es diferente del *ambiente real* (Hajer, 1995). El ambiente real y la realidad pueden ser explicados biológicamente a partir de la hipótesis del paisaje cognitivo. Esta noción categoriza al

paisaje en tres niveles: el paisaje neutral, el paisaje-individuo y el paisaje-observador. El paisaje neutral (o lo real), se refiere al mundo exterior antes de ser percibido y de adquirir un significado específico. El paisaje-individuo en cambio, se crea cuando la información del paisaje neutral es captada por bio-sensores, es decir, cuando el mundo externo es percibido por un individuo, independientemente de su especie. Finalmente, cuando lo percibido por los bio-sensores es procesado cognitivamente, surge el paisaje-observador (o la realidad) (Farina y Belgrano, 2006).

Figura 2.10: Representación de la hipótesis del paisaje cognitivo



Fuente: Elaboración propia

Los seres humanos, y las sociedades, creamos imágenes de lo real, a las que llamamos realidad, que se construyen en función de discursos específicos. Es así que lo *real* es diferente de la *realidad*, porque nuestro conocimiento ha sido estructurado por diferentes lenguajes, experiencias, imágenes y fantasías. La *realidad* es particular, mientras que lo *real* no puede ser metaforizado (Rosen, 1985, 2000; Hajer, 1995). La imagen de la realidad se crea bajo diferentes paradigmas culturales y científicos, y en el marco de unas relaciones de poder específicas. Son, por tanto, estas relaciones de poder y paradigmas quienes crean las diferentes concepciones de lo ambiental, de lo urbano, de lo rural y del territorio, pero sobre todo son las que están detrás de las políticas de planificación ambiental y territorial, y las que sustentan su aparataje institucional; por lo tanto, el fundamento, y a la vez, lo que gobierna la creación de políticas

ambientales y territoriales, es la construcción social de la naturaleza, es decir, la forma en la que ésta es problematizada (Hajer, 1995; Whiteside, 2002; Leff, 2004b). Munné (2004: 27) dice: "...entre la imagen de la realidad y nuestro conocimiento de ella hay una realimentación constante. Esto es especialmente sensible cuando se refiere a la realidad humana, dando lugar al problema del pluralismo teórico en relación con las imágenes subyacentes construidas por los diferentes marcos teóricos". De esta manera, se revela que las relaciones urbano-rurales y la configuración del territorio, no son producto solamente de procesos ecológicos o económicos, sino que están fuertemente determinadas por construcciones sociales y culturales, y moldeadas por las relaciones de poder. Deconstruir esa racionalidad tan *ecodestructiva*, y gestar una *lucidez ecológica*, no es solamente una tarea teórica y filosófica, pues requiere de una emancipación del conocimiento, desterrando el poder del conocimiento globalizador y único, para de esa manera poder nutrir la diversidad de conocimientos locales (Giampietro, 2003; Leff, 2004b).

El estudio de los discursos sociales relacionados con lo ambiental permitirá visualizar cómo han sido problematizados la naturaleza, el territorio, lo urbano, lo rural, y sus relaciones, y consecuentemente, entender el proceso de producción de políticas ambientales y territoriales. De ahora en adelante el término sistema ecológico será utilizado para referirse al ambiente real, y la palabra naturaleza será usada para referirse al sistema ecológico en el contexto de un discurso específico.

2.3.1. La construcción social de la naturaleza

La *naturaleza* es una noción poderosa, la misma que ha sido producida, problematizada, humanizada, sistematizada y politizada; la naturaleza puede ser descrita de diferentes maneras, y las expresiones que se utilizan para hacerlo están ligadas al ejercicio de poder en las sociedades (Whiteside, 2002). Explorar las diferentes nociones de naturaleza es fundamental para entender los procesos económicos, políticos y culturales que gobiernan la metabolización de lo *no humano* (o naturaleza) (Heynen, 2003). De esta manera, la naturaleza es solamente una realidad construida por las sociedades en general, y por la política en particular; no es lo mismo que el *ambiente real* (Hajer, 1995). El concepto de naturaleza, es un concepto abstracto y vacío, una idea profundamente política, escondida bajo un manto de apoliticidad (Swyngedouw, 2011).

El pensamiento griego consiguió un milagro epistemológico, pues logró someter a la *naturaleza* a la razón, y este sometimiento perdura hasta nuestros días. Esto sucedió cuando se produjo

una *realidad* basada en el orden, la perfección y la no contradicción, lo que implicó necesariamente un alejamiento de la *naturaleza* como una realidad imperfecta, caótica y contradictoria, es decir, de la naturaleza como sistema complejo alejado del equilibrio (Munné, 2004). En contraste, Erik Swyngedouw (2011: 46) sostiene que "*No hay seguridad alguna en la Naturaleza, la Naturaleza es imprevisible, errática, se mueve de forma ciega y espasmódica. No hay ninguna garantía final en la Naturaleza en la que podamos basar nuestra política o nuestra concepción de lo social, en la que podamos reflejar nuestros sueños, esperanzas o aspiraciones*".

La investigación moderna del mundo no humano, por otro lado, se ha realizado bajo un paradigma científico positivista. Esto significa que cada parte del universo ha sido estudiada de forma separada y aislada, bajo la creencia de que al entender las partes, se entenderá al todo (Whiteside, 2002; Leff, 2004b; Morin, 2004; Munné, 2004); lo que ha tenido un efecto homogenizador del mundo no humano (Leff, 2004b). Entonces, para estudiar lo que se ha llamado *naturaleza*, ésta necesariamente ha debido ser fraccionada en categorías o partes (por ejemplo, el suelo, el agua, los bosques o el aire, entre otras) (Hajer, 1995).

Es así, que durante la modernidad la naturaleza se ha constituido como un ente discursivo, una entidad que puede ser protegida, culpada y dominada, en nombre del bienestar de la humanidad (Kaïka, 2003; Gandy, 2004b; Leff, 2004b). La dicotomía sociedad-naturaleza ha permitido el uso de la naturaleza como una fuente de crisis, facilitando el ejercicio del poder, al justificar decisiones políticas y económicas específicas (Kaïka, 2003). Es claro, entonces, que las percepciones de la *naturaleza* han tenido, y tienen, profundas implicaciones políticas (Gandy, 2004b).

La idea de naturaleza, por otro lado, implica que la *crisis ecológica* actual es causada porque el ser humano ha intervenido en el orden natural de las cosas, porque una externalidad llamada humanidad ha alterado a la naturaleza; implica también, que existe una sola naturaleza, una sola esencia natural, negando las múltiples naturalezas que existen, y rechazando que tanto los individuos, como las especies, los ecosistemas, y sus ambientes, han sido coproducidos y han coevolucionado de forma histórica y dialéctica, de maneras diversas y localmente específicas (Swyngedouw, 2011).

2.3.2. La problematización de la naturaleza y la naturaleza metropolitana

La modernidad ha cambiado la forma en la que la naturaleza es problematizada, transformado también las relaciones naturaleza-sociedad, y ha creado una naturaleza metropolitana. La

ciudad moderna ha dado origen a una nueva sensibilidad cultural hacia la naturaleza. Ésta ha sido transformada en un foco de contemplación y en un lugar de ocio, de esta manera, la necesidad material ha dejado de ser el vínculo sociedad-naturaleza. Este cambio de nociones, también ha implicado una transformación profunda de las percepciones sobre las interacciones entre las relaciones cíclicas de lo urbano y con lo rural (Gandy, 2004b). Esta visión de la *naturaleza* marca una ruptura entre la ciudad y el mundo natural, las define como entidades diferentes, autosuficientes e independientes, es decir, sin vínculos físicos entre sí.

La idea de la naturaleza metropolitana puede fácilmente incidir y moldear a otras nociones como el territorio, el paisaje, lo rural y sus relaciones. Es a este proceso al que hemos llamado urbanización de las percepciones.

2.3.3. La eco-gubernamentalidad, la modernización ecológica y la eco-eficiencia

Las relaciones socio-naturales pueden ser problematizadas de diversas maneras. El discurso ambiental moderno se sostiene en la idea de *naturaleza* en general, y de la *naturaleza metropolitana* en particular (Morin, 1996; Kaïka, 2003; Leff, 2004b; Gandy, 2006a; Grove, 2009; Swyngedouw, 2011). Autores como Hajer (1995), Martínez-Alier (2003), y Goldman (2004) discuten la manera en que estas relaciones han sido problematizadas por el discurso ambiental moderno, y como se expresan a diferentes niveles. Entre la diferentes expresiones y formas en las que esto se puede expresar, Goldman (2004) propone la idea de la *Eco-gubernamentalidad*, Hajer (1995) la idea de la *modernización ecológica*, y Martínez-Alier (2003) las ideas de la *eco-eficiencia* y del *ecologismo de los pobres*. Este trabajo no discutirá la idea del *ecologismo de los pobres*, pues no es parte de sus objetivos, y las otras tres ideas serán explicadas brevemente. Es fundamental señalar que los tres autores coinciden en que no se puede desligar, separar, ni aislar a estas tres problematizaciones del contexto del capitalismo y del neoliberalismo.

La eco-gubernamentalidad se refiere al diseño, construcción e implementación de políticas locales, nacionales, regionales y globales, que imponen, reproducen, refuerzan y mantienen las ideas de naturaleza y naturaleza metropolitana, constituyéndose en instrumentos de dominación, siguiendo la teoría de la gubernamentalidad de Foucault (Goldman, 2005; Ward, 2013). La eco-eficiencia, en cambio, se refiere a la tecnología como la solución a la crisis ecológica, y la forma más adecuada de enfrentarla (Martínez Alier, 2003). Finalmente, la modernización ecológica, es el discurso que reproduce esta forma de problematizar a la naturaleza, y que se ha traducido en

formas institucionales y políticas (Hajer, 1995). La eco-gubernamentalidad y la eco-eficiencia son expresiones de la modernización ecológica.

A pesar de sus diferentes matices, las tres ideas tienen un origen común: la manera en que la modernidad ha procesado la crisis ambiental. La modernidad le da un carácter estructural a la problemática ecológica, y asume que las instituciones políticas, sociales y económicas pueden internalizar el cuidado del ambiente, por lo que, la crisis ambiental ya no es una paradoja de la modernidad, debido a la innovación tecnológica, al manejo técnico científico y a la eficiencia (Hajer, 1995). Irónicamente, estos esfuerzos institucionales están sostenidos en un análisis parcial de las fuerzas sociales que han producido la crisis ecológica, la que es causada por la búsqueda de crecimiento económico y la continua creación de nuevos mercados (Fischer y Hajer, 1999).

Durante la década de 1970, surgen las ideas de la *crisis ecológica* y del *conflicto ecológico*, como respuesta a las cada vez más abundantes evidencias de la destrucción de la *naturaleza*. La crisis ecológica es vista como una paradoja de la modernidad, como una consecuencia del desarrollo. Las políticas y el aparato institucional se dirigieron a la regulación de los conflictos ecológicos, y fueron constituidos en función de una idea de naturaleza fragmentada. Por una parte, los conflictos ecológicos se manejaron *ex post*, es decir, que las políticas ambientales se diseñaron para la restauración y recuperación, y no para la prevención. Por otro parte, esto se tradujo, en la creación de una institución, con su respectivo grupo de políticas, para cada recurso natural; por ejemplo, para los asuntos relacionados con el agua, se crea un departamento para la gestión del agua, así como, unas políticas específicas para la gestión y el manejo del agua (Hajer, 1995).

En la década de 1980 el discurso ambiental cambia, apareciendo el discurso de la modernización ecológica, el mismo que se aleja de la crítica profunda del discurso ambiental de la década de 1970. Este cambio no fue solamente una respuesta tecnológica, fue una estrategia política sostenida en la fe en el progreso, y en la capacidad de resolver los problemas de la tecnología moderna y de la ingeniería social, se fundamenta en los principios de la eficiencia, la innovación tecnológica, la gestión técnico-científica, la gestión coordinada, y la estandarización de procedimientos. En este nuevo discurso, la crisis ecológica deja de ser una paradoja de la modernidad, y pasa a ser una oportunidad para el crecimiento económico y el desarrollo (Hajer, 1995).

Hajer (1995: 34 en el libro en línea) define a la modernización ecológica como " *...el discurso que reconoce el carácter estructural de la problemática ambiental, pero que sin embargo, asume que las instituciones políticas, sociales, y económicas existentes pueden internalizar el cuidado del medio ambiente*". En el contexto de la modernización ecológica, la solución a la crisis ambiental, no requiere de un cambio social profundo, sino solamente de un ajuste de las prácticas institucionales básicas (Fischer y Hajer, 1999). De esta manera, este discurso deja fuera a las contradicciones y a los conflictos sociales. La modernización ecológica es una problematización tecnocrática y modernista de la crisis ecológica, que está convencida de que los conflictos ecológicos pueden ser solucionados simplemente con una nueva organización técnico-institucional, pero que irónicamente no asume los problemas sistémicos que causan dicha crisis y dichos conflictos (Hajer, 1995). Los esfuerzos institucionales, resultantes del discurso de la modernización ecológica, se sostienen en un análisis parcial de las fuerzas sociales y económicas que han producido la crisis ecológica (Fischer y Hajer, 1999).

2.3.4. La construcción de políticas como práctica de creación de problemas

Como ya ha sido discutido, los discursos sociales contienen la forma en la que una sociedad problematiza algo, la modernidad ha problematizado a la naturaleza y a la sociedad como entes separados e independientes, e incluso ha llegado a conceptualizar una naturaleza abstracta, perfecta e idílica, a la que Gandy ha llamado naturaleza metropolitana. Sin embargo, esto llega a tener también profundas implicaciones políticas y prácticas.

La creación de políticas puede ser entendida como una práctica de creación de problemas, es decir, de problematización; la creación de políticas implica el procesamiento de ideas, percepciones y alegatos fragmentados y contradictorios, de tal manera, que los problemas resultantes sean manejables por las instituciones existentes; en ese contexto, no solamente las políticas son definidas para enfrentar problemas, sino que también, los problemas son estructurados y definidos para poder crear políticas (Hajer, 1995). Los problemas, por tanto, son construcciones sociales y son diferentes de lo real; las políticas, por otro lado, no son una respuesta a lo real, resultan de una realidad que ha sido políticamente definida, estructurada y delimitada en forma de problema.

2.4. EL METABOLISMO Y EL SUMAK KAWSAY: DOS IDEAS CONVERGENTES

América Latina en general, y el Ecuador en particular, han vivido desde la conquista, pero ahora de manera mucho más fuerte, un debate civilizatorio, un choque y sincretismo de civilizaciones y culturas; el surgimiento del paradigma ancestral andino del *Sumak Kawsay* como una alternativa post-capitalistas y post-socialista, es un hito en este debate (de Souza Santos, 2010; Ramírez, 2010). La inclusión de este paradigma, así como la del concepto, también ancestral y andino, de la *Pachamama*, implica no solamente la aceptación de diálogos entre epistemologías diferentes y entre cosmovisiones distintas, sino que significa la posibilidad de superar las visiones de bienestar, desarrollo y naturaleza de la modernidad, visiones en las que radica la crisis ecológica y civilizatoria actual (Gudynas, 2009).

El *Sumak Kawsay* es un paradigma andino, ancestral, y el eje de la vida de los pueblos indígenas de los Andes ecuatorianos (Macas, 2010; Kowii, 2011; CONAIE, 2012). Sin embargo, al haber sido incluido en la Constitución del Ecuador (2008), se ha transformado en política de estado, y en el fundamento mismo de la política pública. Esto implica un reto impresionante para la sociedad ecuatoriana, ya que genera la necesidad de que se ponga de acuerdo en qué es el *Sumak Kawsay*, un paradigma que surge y que responde a otras epistemologías y cosmovisiones (Larrea Maldonado, 2010), implica un transición de la colonización a la autodeterminación, a la posibilidad de convivencia de diferentes nacionalidades dentro de un mismo estado (de Souza Santos, 2010).

En esta sección discutiremos al paradigma del *Sumak Kawsay*, y por otro lado, buscaremos los lugares en los que concurren el *Sumak Kawsay* y la idea del metabolismo social.

2.4.1. El *Sumak Kawsay*

Tal vez, entre las más importantes innovaciones de la Constitución Ecuatoriana (2008), esté la introducción del principio andino del *Sumak Kawsay*, como eje y objetivo de la política pública. Esta introducción es el resultado de décadas de luchas indígenas y sociales (Gudynas y Acosta, 2011). *Sumak Kawsay* es un término Kichua (el idioma que hablan los 15 pueblos indígenas⁵ de los Andes ecuatorianos, y un pueblo indígena amazónico), que puede ser traducido como *Buen*

⁵ La Confederación de Nacionalidades Indígenas del Ecuador (CONAIE), define a Nacionalidad Indígena como una cultura originaria que tiene su propio idioma, en el caso del Ecuador existen 13 nacionalidades indígenas; mientras que la idea de Pueblo Indígena se refiere a una cultura originaria, que comparte su idioma con otras culturas originarias, en el caso del Ecuador existen 18 pueblos indígenas (www.conaie.org).

Vivir. Este paradigma andino fue introducido como una alternativa al desarrollo, y no como una forma de desarrollo (Hernández, 2009; Roa-Avendaño, 2009; Houtart, 2010; Larrea Maldonado, 2010; Ramírez, 2010; Kowii, 2011; Tortosa, 2011; Radcliffe, 2012).

A pesar de ser parte de la cosmovisión andina de los pueblos kichuas, el *Sumak Kawsay* comienza a ser sistematizado en la década de 1990 por el pueblo indígena kichuas de la provincia amazónica de Pastaza, en el Ecuador, como un principio fundamental para la organización de su territorio, en el contexto de su resistencia al extractivismo petrolero (Hidalgo, 2011).

El Sumak Kawsay es un concepto vivo, no lineal, históricamente construido, y en resignificación constante; se caracteriza por ser una visión ecocéntrica (o biocéntrica), y no antropocéntrica como lo son el desarrollo y el socialismo, por lo que el Sumak Kawsay es un paradigma post-capitalista y post-socialista (Ramírez, 2010).

Sumak significa la plenitud, lo ideal, lo hermoso, lo bueno y la realización, todo al mismo tiempo; mientras que Kawsay significa vida, sin embargo, no se refiere sólo a vida, implica una vida digna, una vida en balance y armonía entre los seres humanos, y entre los seres humanos y el cosmos (el término cosmos abarca e incluye al sistema ecológico, y al sistema socio-ecológico), es ser estando; el Sumak Kawsay puede ser entendido como la *vida plena*, pero es una vida plena dinámica, cambiante, no es estática (Macas, 2010; Kowii, 2011). Alcanzar la vida plena es la tarea del sabio, y consiste llegar a tener un grado de armonía total con la comunidad y el cosmos (Larrea Maldonado, 2010). Sumak Kawsay significa la vida en plenitud de la humanidad, en comunidad, de la naturaleza y de todos los otros seres vivos (CONAIE, 2012).

Gudynas y Acosta (página 74) (Gudynas y Acosta, 2011) citan una definición de René Ramírez, actual Secretario Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (cargo equivalente al de ministro), quien conceptualiza al Sumak Kawsay como: "*la consecución del florecimiento de todos y todas en paz y armonía con la naturaleza, y la prolongación indefinida de las culturas humanas*".

Kowii (2011) sostiene que para entender el paradigma del Sumak Kawsay, primero debemos entender su semántica, es así que propone cuatro conceptos clave contenidos en este paradigma:

- *Pakta Kawsay*: El balance de la persona, de la familia y de la comunidad. Este balance no se refiere solamente a la estabilidad externa, sino también al equilibrio emocional como fundamento de cualquier relación.
- *Alli Kawsay*: La armonía. El trabajo y el Pakta Kawsay son el fundamento de la armonía entre la persona, su familia, y su comunidad. Estas dimensiones se conectan con el cosmos y sus flujos, e influyen a la vez en el espacio y el tiempo.
- *Wiñak Kawsay*: La creatividad. Tanto el Pakta Kawsay, como el Alli Kawsay, motivan a las personas a crear y recrear sus iniciativas. La creatividad se sostiene en el *Tinkuy*, que es la búsqueda constante de nuevas innovaciones, e implica la exploración continua del cosmos, así como la confrontación y revisión constante de los elementos de la existencia, de este proceso dialéctico es de donde surgen nuevos elementos.
- *Samay*: La serenidad, cultivarla en cada aspecto de la vida, significa que las relaciones se dan en paz y respeto.

La confluencia de estos cuatro elementos produce el *Runakay*, que significa el saber ser. Esta noción sintetiza la realización de los seres humanos, de hecho *Runa* significa ser humano (Kowii, 2011). De esta manera, el Sumak Kawsay ya no se sostiene en el *tener*, sino en el *ser*, *estar*, *sentir* y *hacer* (Ramírez, 2010).

El Sumak Kawsay tiene profundas implicaciones políticas, pues es impensable sin libertad, equidad, igualdad, justicia social (distributiva y productiva) y justicia ambiental (Acosta, 2011). Por otro lado, la noción y la práctica de la comunidad es fundamental para este paradigma, así como los principios fundamentales de la vida en comunidad (Macas, 2010):

- *Randi-Randi*, es decir, la reciprocidad y la redistribución.
- *Ruray, maki-maki*, es decir, el trabajo en comunidad.
- *Ushay*, la comunidad como organización social y política.
- *Yachay*, los saberes y conocimientos colectivos y ancestrales.

El concepto de sustentabilidad ecológica, o la interdependencia armoniosa de la sociedad y la naturaleza, está contenido en el Sumak Kawsay (Roa-Avenida, 2009), pero con una diferencia fundamental: la sustentabilidad es un ideal, mientras que la armonía y el balance son un prerrequisito para el Sumak Kawsay. El paradigma del Sumak Kawsay rompe la dicotomía sociedad-naturaleza, ya que las dos forman un sólo sistema (el cosmos). Por lo tanto, el Sumak

Kawsay es imposible sin un sistema ecológico saludable (Hernández, 2009; Roa-Avendaño, 2009), sin que la *Pachamama* (la madre y el origen de la vida) esté bien y sana (Bautista, 2011).

La introducción del Sumak Kawsay en la Constitución ecuatoriana es una declaración que muestra la intención de optar por el post-desarrollo (Radcliffe, 2012). El Sumak Kawsay es simultáneamente un paradigma ancestral y nuevo; su profundidad filosófica implica una problematización de las relaciones culturales, sociales, productivas, económicas y socio-ecológicas radicalmente diferente y alternativa (Hernández, 2009). El Sumak Kawsay debe ser traducido en políticas que sean consistentes con él (Houtart, 2010; Radcliffe, 2012).

El Sumak Kawsay ya no se refiere al crecimiento económico o al progreso, este paradigma se refiere a las relaciones entre los seres humanos, de los seres humanos con la naturaleza, se refiere a la vida comunitaria, a los ancestros, al pasado y al futuro, todo a la vez (Larrea Maldonado, 2010).

2.4.2. El Sumak Kawsay y el metabolismo social

El paradigma del Sumak Kawsay es muy profundo, sin embargo, es fundamental que encuentre las vías para superar el ámbito de la filosofía. A pesar de provenir de epistemologías diferentes, son impresionantes las confluencias y encuentros que existen entre las ciencias de la complejidad (sección [2.1](#)) y el Sumak Kawsay. El sistema que es parte de otro sistema, la interdependencia entre los sistemas de un mismo nivel, y entre diferentes niveles jerárquicos, están entre los fundamentos del Sumak Kawsay: la persona, la familia, los ancestros, la comunidad, la Pachamama y el cosmos.

En ese contexto, como ya fue discutido, el metabolismo social surge como un concepto que reintegra a la sociedad y a al sistema ecológico (sección [2.2](#)), es un concepto que supera la tradición dicotómica positivista (Swyngedouw, 2011). Por esta razón, el estudio del metabolismo social implica estudiar el Sumak Kawsay, porque se está estudiando cómo funciona un sistema socio-ecológico. Evidentemente, existen aspectos del Sumak Kawsay que no se pueden evaluar a través del metabolismo social, como por ejemplo, Samay o el Pakta Kawsay, y ellos requerirán de otras formas de evaluación y estudio. Sin embargo, el estudio del metabolismo social puede revelar aspectos muy interesantes de la relación socio-ecológica (la relación con la Pachamama y su salud), de la reciprocidad, distribución y redistribución, del *Alli Kawsay*.

El Sumak Kawsay implica una nueva forma de problematizar las relaciones socio-naturales, por lo tanto, implica también la construcción de nuevas políticas. El estudio del metabolismo social, puede constituirse en uno de los fundamentos indispensables para el diseño y construcción de políticas que respondan al paradigma de Sumak Kawsay.

Capítulo 3: ÁREA DE ESTUDIO Y MÉTODOS

Este trabajo pretende aportar al estudio de las relaciones de la sociedad de la ciudad de Cuenca, en Ecuador, con su sistema ecológico y con su territorio. Las posibilidades de aproximación a estos estudios son muy amplias, por lo que es fundamental tomar opciones. Esta investigación en particular lo hace desde la economía ecológica y desde la ecología política.

La sección [3.1](#) hace un intento de describir el territorio de Cuenca, su economía y su sistema ecológico, aunque toda descripción se quede corta ante la complejidad de la realidad. Para esta sección simplemente se escogió los elementos que tienen relevancia en el ciclo del origen y uso del agua en Cuenca: el sistema ecológico, el sistema económico, el sistema social y cómo está estructurado el sistema territorial.

El estudio de las relaciones de Cuenca con su sistema ecológico y su territorio, desde la economía ecológica, ha sido planteado en el contexto del metabolismo social, concretamente del metabolismo social del agua. Para hacerlo, metodológicamente se ha decidido usar el Análisis Multiescalar del Metabolismo Social y Ecológico (Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecological Metabolism-MuSIASEM, por sus siglas en inglés) (El Análisis Multiescalar del Metabolismo Social y Ecológico) (Giampietro *et al.*, 1994, 2006, 2009, 2012; Giampietro y Mayumi, 1997; Giampietro, 2003; Ramos Martín y Giampietro, 2005).

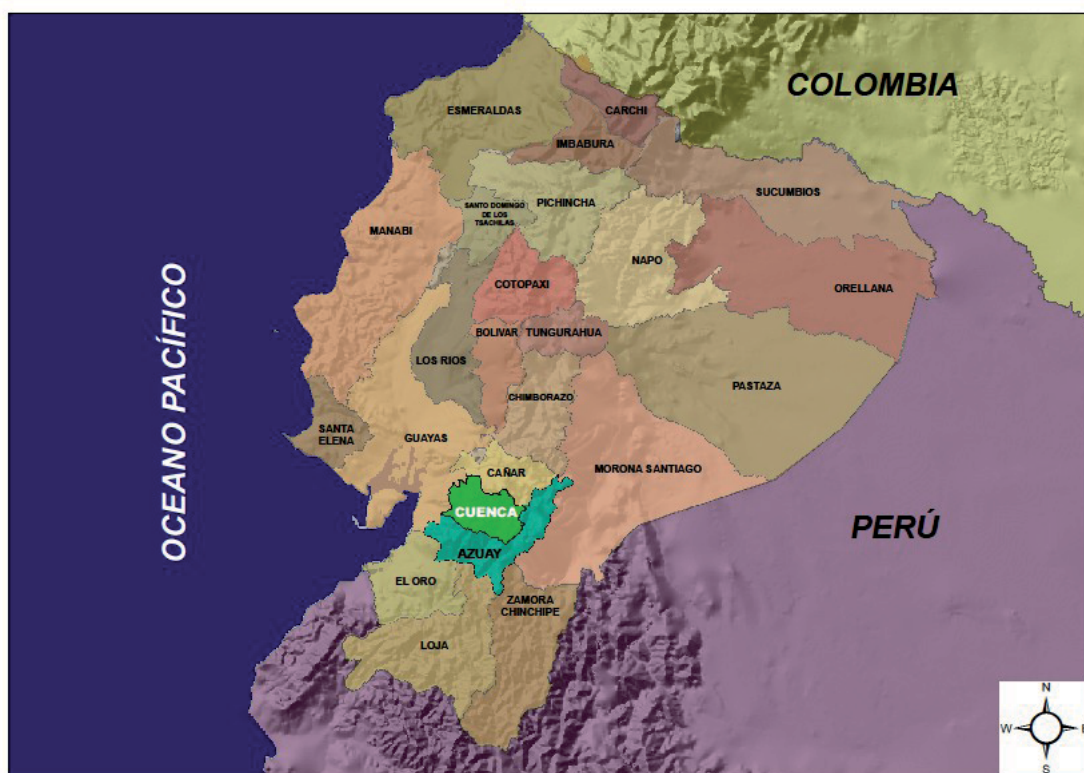
El MuSIASEM está brillantemente descrito en el libro *The metabolic pattern of societies: where economists fall short*, de Mario Giampietro, Kozo Mayumi y Alevgül H. Sorman, publicado en 2012. Por lo que, la sección [3.2.2](#) sobre el MuSIASEM de este trabajo se fundamenta en él.

El método Q (El Método Q), en cambio, fue la herramienta escogida para la aproximación desde la ecología política. Este método ha permitido estudiar cómo Cuenca ha problematizado sus relaciones con el sistema ecológico, con su territorio, con su paisaje, con la biodiversidad, y entre lo urbano y lo rural.

De esta manera, mediante la combinación de dos métodos con orígenes completamente distintos, pues el primero proviene de la economía ecológica y el segundo de la psiquiatría, y también de releer la información existente sobre Cuenca, se ha pretendido contribuir al estudio de los sistemas socio-ecológicos en general, y al estudio de Cuenca en particular.

3.1. ÁREA DE ESTUDIO: LA CIUDAD DE CUENCA, ECUADOR

Figura 3.1: Mapa que muestra al cantón Cuenca, dentro de la provincia del Azuay, con respecto al Ecuador y sus Provincias



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.

El Ecuador se encuentra en un proceso de cambio institucional debido a la aprobación de su más reciente constitución en el año 2008. Este proceso, hace del Ecuador un interesante lugar para estudiar la dinámica de las relaciones socio-ecológicas.

La Constitución del Ecuador determina la organización político-administrativa del territorio del país, para lo que establece diferentes niveles administrativos, a los que denomina *nivel de gobierno*. Existen seis niveles de gobierno diferentes: Gobierno Central, Gobiernos Regionales

Autónomos, Gobiernos Provinciales, Gobiernos Municipales o Cantonales, Gobiernos Parroquiales, y Distritos Metropolitanos Autónomos.

Cada uno de los niveles de gobierno tiene competencias claramente establecidas. La Constitución del Ecuador (2008) define las competencias exclusivas, mientras que el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) (2010), desarrolla estas mismas competencias, y además define las llamadas competencias concurrentes⁶, las competencias residuales⁷, y las competencias adicionales⁸ (Asamblea Nacional del Ecuador, 19/10/2010). En la actualidad no existen Gobiernos Regionales Autónomos, por lo que sus competencias son ejercidas por el Gobierno Central, siguiendo el principio de *subsidiariedad*⁹ definido tanto en la Constitución, como en el COOTAD.

De esta manera el país está organizado territorialmente en: regiones (las que todavía no han sido constituidas), provincias, cantones, parroquias, y distritos metropolitanos (Quito y Guayaquil) (Asamblea Constituyente, 20/10/2008). Los Gobiernos Municipales, administran el territorio conocido como Cantón. Los cantones se encuentran formados por un centro urbano, y sus parroquias rurales, las que a su vez son administradas por los gobiernos parroquiales.

Los artículos 260 a 267 de la Constitución del Ecuador definen las competencias exclusivas de cada uno de los niveles de gobierno. Todos los niveles de gobierno poseen competencias

⁶ Artículo 115 del COOTAD.- Competencias concurrentes.- Son aquellas cuya titularidad corresponde a varios niveles de gobierno en razón del sector o materia, por lo tanto deben gestionarse obligatoriamente de manera concurrente.

Su ejercicio se regulará en el modelo de gestión de cada sector, sin perjuicio de las resoluciones obligatorias que pueda emitir el Consejo Nacional de Competencias para evitar o eliminar la superposición de funciones entre los niveles de gobierno. Para el efecto se observará el interés y naturaleza de la competencia y el principio de subsidiariedad.

⁷ Artículo 150 del COOTAD.- Competencias residuales.- Son competencias residuales aquellas que no están asignadas en la Constitución o en la ley a favor de los gobiernos autónomos descentralizados, y que no forman parte de los sectores estratégicos, competencias privativas o exclusivas del gobierno central. Estas competencias serán asignadas por el Consejo Nacional de Competencias a los gobiernos autónomos descentralizados, excepto aquellas que por su naturaleza no sean susceptibles de transferencia, siguiendo el mismo procedimiento previsto en este Código.

⁸ Artículo 149 del COOTAD.- Competencias adicionales.- Son competencias adicionales aquellas que son parte de los sectores o materias comunes y que al no estar asignadas expresamente por la Constitución o este Código a los gobiernos autónomos descentralizados, serán transferidas en forma progresiva y bajo el principio de subsidiariedad, por el Consejo Nacional de Competencias, conforme el procedimiento y plazo señalado en este Código.

⁹ Artículo 3 del COOTAD, literal d: Subsidiariedad.- La subsidiariedad supone privilegiar la gestión de los servicios, competencias y políticas públicas por parte de los niveles de gobierno más cercanos a la población, con el fin de mejorar su calidad y eficacia y alcanzar una mayor democratización y control social de los mismos.

En virtud de este principio, el gobierno central no ejercerá competencias que pueden ser cumplidas eficientemente por los niveles de gobierno más cercanos a la población y solo se ocupará de aquellas que le corresponda, o que por su naturaleza sean de interés o implicación nacional o del conjunto de un territorio.

relacionadas con la naturaleza, el territorio, las cuencas hidrográficas, el uso del suelo, la biodiversidad, el agua, y la producción:

El Estado Central:

- La planificación nacional
- Las políticas económica, tributaria, aduanera, arancelaria; fiscal y monetaria; comercio exterior y endeudamiento.
- Las políticas de educación, salud, seguridad social, vivienda.
- Las áreas naturales protegidas y los recursos naturales.
- El manejo de desastres naturales.
- Las que le corresponda aplicar como resultado de tratados internacionales.
- Los recursos energéticos, minerales, hidrocarburos, hídricos, biodiversidad y recursos forestales.

Los Gobiernos Regionales Autónomos:

- Planificar el desarrollo regional y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, provincial, cantonal y parroquial.
- Gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas y propiciar la creación de consejos de cuenca, de acuerdo con la ley.
- Determinar las políticas de investigación e innovación del conocimiento, desarrollo y transferencia de tecnologías, necesarias para el desarrollo regional, en el marco de la planificación nacional.
- Fomentar las actividades productivas regionales.
- Fomentar la seguridad alimentaria regional.
- Gestionar la cooperación internacional para el cumplimiento de sus competencias.
- Expedir la normativa regional, en el ámbito de sus competencias y territorio.

Los Distritos Metropolitanos Autónomos:

- Tendrán todas las competencias de los Gobiernos Municipales, y además las competencias de los gobiernos provinciales y regionales que sean aplicables a su territorio.

Los Gobiernos Provinciales:

- Planificar el desarrollo provincial y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, cantonal y parroquial.
- Ejecutar, en coordinación con el gobierno regional, obras en cuencas y microcuencas.
- La gestión ambiental provincial.
- Planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego.
- Fomentar la actividad agropecuaria.
- Fomentar las actividades productivas provinciales.
- Gestionar la cooperación internacional para el cumplimiento de sus competencias.
- Expedir ordenanzas provinciales, en el ámbito de sus competencias y territorio.

Los Gobiernos Municipales:

- Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, **con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural.**
- **Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón.**
- Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

- Planificar, construir y mantener la infraestructura física y los equipamientos de salud y educación, así como los espacios públicos destinados al desarrollo social, cultural y deportivo, de acuerdo con la ley.
- Preservar, mantener y difundir el patrimonio arquitectónico, cultural y **natural** del cantón y construir los espacios públicos para estos fines.
- Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley.
- Preservar y garantizar el acceso efectivo de las personas al uso de las playas de mar, riberas de ríos, lagos y lagunas.
- Regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras.
- Gestionar la cooperación internacional para el cumplimiento de sus competencias.
- Expedir ordenanzas provinciales, en el ámbito de sus competencias y territorio.

Los Gobiernos Parroquiales Rurales:

- Planificar el desarrollo parroquial y su correspondiente ordenamiento territorial, en coordinación con el gobierno cantonal y provincial.
- Incentivar el desarrollo de actividades productivas comunitarias, la preservación de la biodiversidad y la protección del ambiente.
- Promover la organización de los ciudadanos de las comunas, recintos y demás asentamientos rurales, con el carácter de organizaciones territoriales de base.
- Gestionar la cooperación internacional para el cumplimiento de sus competencias.
- Vigilar la ejecución de obras y la calidad de los servicios públicos.
- Emitir acuerdos y resoluciones, en el ámbito de sus competencias y territorio.

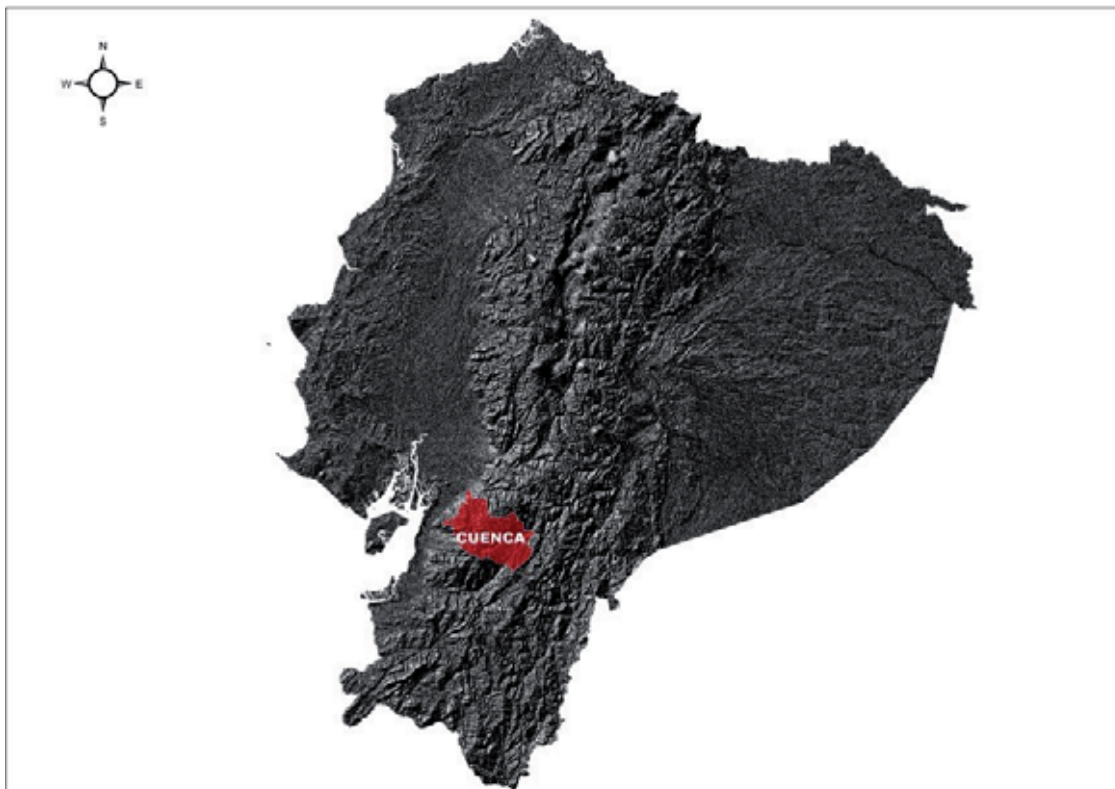
Como se puede observar, todos los niveles de gobierno tienen entre sus competencias a la planificación territorial, sin embargo, solamente los gobiernos municipales poseen las competencias de regular y controlar el uso y ocupación del suelo. Por otro lado, estos gobiernos

poseen las competencias exclusivas de la dotación de agua potable, del alcantarillado, de la depuración de aguas residuales, y del saneamiento ambiental, además, de la preservación y mantenimiento del patrimonio natural del cantón. Por lo que, tanto política, como prácticamente, los gobiernos municipales se constituyen en actores fundamentales para la organización del territorio, e incluso, se podría afirmar que son sus actores principales.

Los cantones claramente son unidades de estudio clave, a pesar de ser unidades político-administrativas, no definidas en función de criterios territoriales. Es así, que se ha escogido trabajar con el nivel de gobierno municipal.

Entre los diferentes gobiernos municipales del Ecuador, Cuenca es el tercer cantón en importancia, tanto en función de su población (INEC, 2011a), como a nivel económico (INEC, 2011b). Cuenca es una ciudad de tamaño medio, ubicada en los Andes sur del Ecuador. Es la capital de la provincia del Azuay, representa el 71% de su población (el 86% de su población urbana, y el 52,95% de su población rural), y el 38,3% de sus territorio.

Figura 3.2: Mapa que muestra al cantón Cuenca, en el contexto del Ecuador



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.

Los datos de su área varían con las diferentes fuentes, las dos principales fuentes oficiales son la Ilustre Municipalidad de Cuenca, a nivel local, y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), a nivel nacional. Aunque manejan cifras diferentes, la información de los dos niveles de gobierno es fundamental, puesto que la planificación nacional está basada en los datos del INEC, mientras que el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca, está basado en la información de la Ilustre Municipalidad de Cuenca, y de hecho es su fuente.

Administrativamente, el territorio de los cantones es dividido en zonas urbanas y rurales. De acuerdo al INEC, el cantón Cuenca tiene 319.001,04 ha, de las que 311.383,61 ha (97,61%) son consideradas rurales, y 7.617,43 ha (2,39%) son consideradas urbanas. En cambio, para la Ilustre Municipalidad de Cuenca, el territorio del cantón Cuenca tiene 331.664 ha, de las que 6.771 ha (2%) son consideradas urbanas, 12.013 ha (3,6%) periurbanas y 312.880 ha (94,3%) rurales (Alcaldía de Cuenca, 2012a). La diferencia de 12.663 ha entre los datos municipales y los datos nacionales, se debe a demandas territoriales del gobierno local. Debido a que toda la información del país se encuentra organizada y distribuida de acuerdo a la división político administrativa del INEC, de ahora en adelante utilizaremos estos datos para el análisis, como base y como referencia.

Sin embargo, la historia cambia en términos de la realidad del uso y ocupación del suelo. Para desarrollar el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca¹⁰ (PDOT-Cuenca) la municipalidad clasificó a las zonas urbanas en continuas y discontinuas: la diferencia fundamental entre una y otra radica en que la zona continua sería una zona ya completamente urbanizada, en cambio la discontinua estaría en proceso de urbanización. Es fundamental hacer una diferenciación más en lo que se refiere a las zonas urbanas discontinuas: existen zonas en proceso de conurbación con la ciudad de Cuenca, es decir, que están siendo absorbidas por la ciudad; y existen poblaciones distantes de la ciudad que están en un proceso propio de consolidación urbana. De acuerdo a la cartografía desarrollada para el PDOT-Cuenca, la llamada zona urbana continua abarca 3.189,91 ha, mientras que la clasificada como zona urbana discontinua abarca 3.813,66 ha, sumando entre las dos 7.003,57 ha. La zona urbana continua está íntegramente en el área definida como urbana por el INEC. La zona urbana discontinua, en cambio, se divide en 3.688,79 ha (96,72%) que están en proceso de conurbación con la ciudad de

¹⁰ La cartografía se desarrolló a escala 1:10.000, está basada en una imagen satelital tomada en 2011, y fue verificada y corregida en el terreno durante el año 2011.

Cuenca, y 124,88 ha (3,28%) que son poblados rurales en proceso de urbanización (a éstos últimos se debe sumar 53,58 ha que corresponden a poblados que no están en el territorio del cantón definido por el INEC, pero sí en el definido por el gobierno local). Del área total que se encuentra en proceso de conurbación, 1.499,98 ha (40,66%) están dentro de los límites urbanos definidos por el INEC, y 2.188,81 ha (59,34%) fuera de éstos.

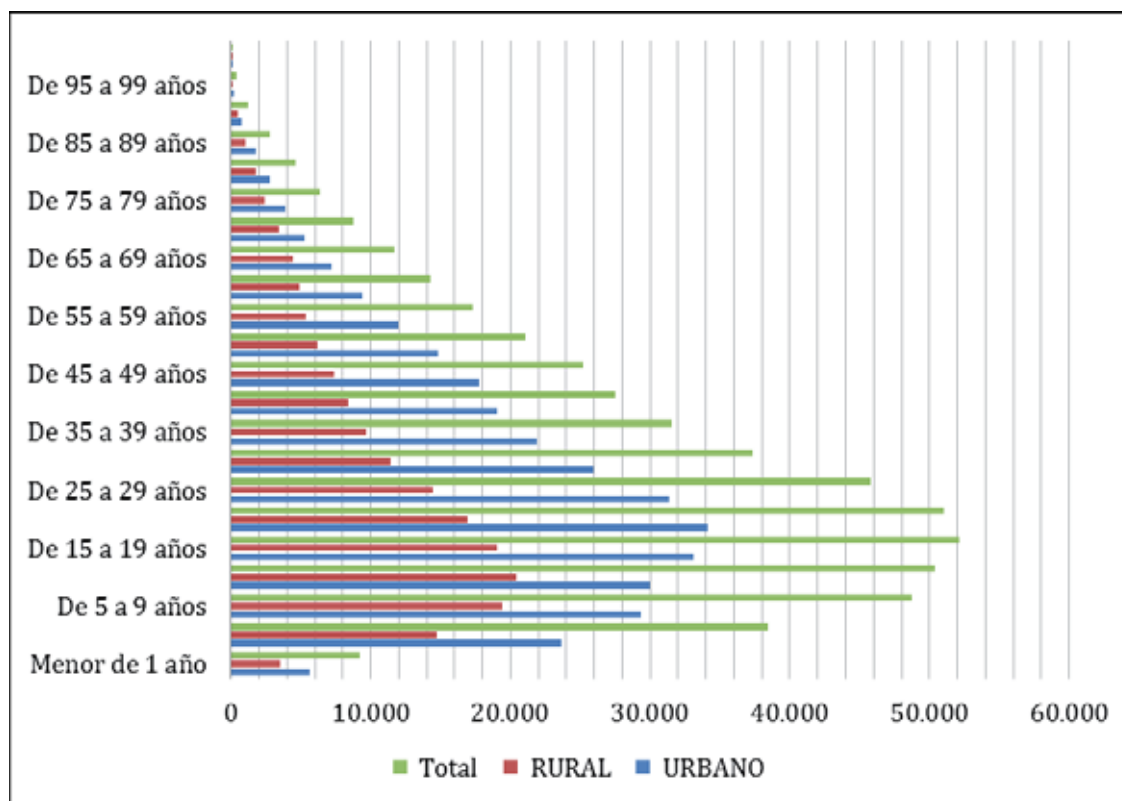
En términos prácticos esto tiene implicaciones, no sólo a nivel de la gestión de la ciudad, pues las áreas en proceso de conurbación que están fuera de los límites urbanos estarían siendo gestionadas como rurales, sino también en el manejo de datos y en los estudios estadísticos, ya que la población que habita estas áreas es considerada rural, cuando en realidad es parte ya de la zona urbana.

La población del cantón, de acuerdo al censo de Población y Vivienda realizado en 2010, fue en ese mismo año de 505.585 habitantes, siendo 329.928 (65,3%) caracterizados como urbanos, y 175.657 (34,7%) como rurales (Figura 3.3). La población urbana y rural, simplemente se define en función del lugar donde vive: si vive en una parroquia rural, se considera como población rural, y si vive en una parroquia urbana, se define como población urbana. Esto significa, que el criterio para la clasificación urbana y rural, es simplemente un criterio administrativo, y no se basa en otros criterios como densidad poblacional o dotación de servicios.

Los censos de población y vivienda anteriores se hicieron 1990 y en 2001. En 1990, la población del cantón era de 331.028 personas, viviendo 198.390 (59,9%) en la zona urbana, y 132.638 (40,1%) en la zona rural, y en 2001 la población total fue de 417.000 personas, viviendo 278.995 (66,9%) en la zona urbana, y 138.637 (33,1%) en la zona rural. La tasa de crecimiento anual de la zona urbana entre 1990 y 2001 fue de 2%, mientras que, entre 2001 y 2010 fue de 3%. La tasa de crecimiento anual de la zona rural, en cambio, ha variado mucho entre las diferentes parroquias: entre 1990 y 2001 osciló entre zonas que perdieron población a un ritmo -2% anual, y zonas que crecieron a un ritmo de 3% anual; entre 2001 y 2010, por otro lado, los datos oscilan entre un crecimiento del 4% anual, y un decrecimiento del 3% (INEC, 2011a). La pérdida de población rural se ha dado por una combinación entre una migración hacia las zonas urbanas, y sobre todo, por una altísima migración hacia los Estados Unidos (entre 1990 y 2001), y luego también a Europa (CISMIL y Gobierno Provincial del Azuay, 2006; SENAMI *et al.*, 2008). Por otro lado, ese pequeño cambio entre las proporciones de la población urbana (una ligera disminución), y la población rural (un ligero aumento) en el período 2001-2010, podría deberse

a que la población urbana se ha mudado hacia las poblaciones rurales más cercanas a la ciudad, sin embargo, esto debe ser estudiado con más detalle.

Figura 3.3: Población urbana y rural de Cuenca, según sus rangos de edad

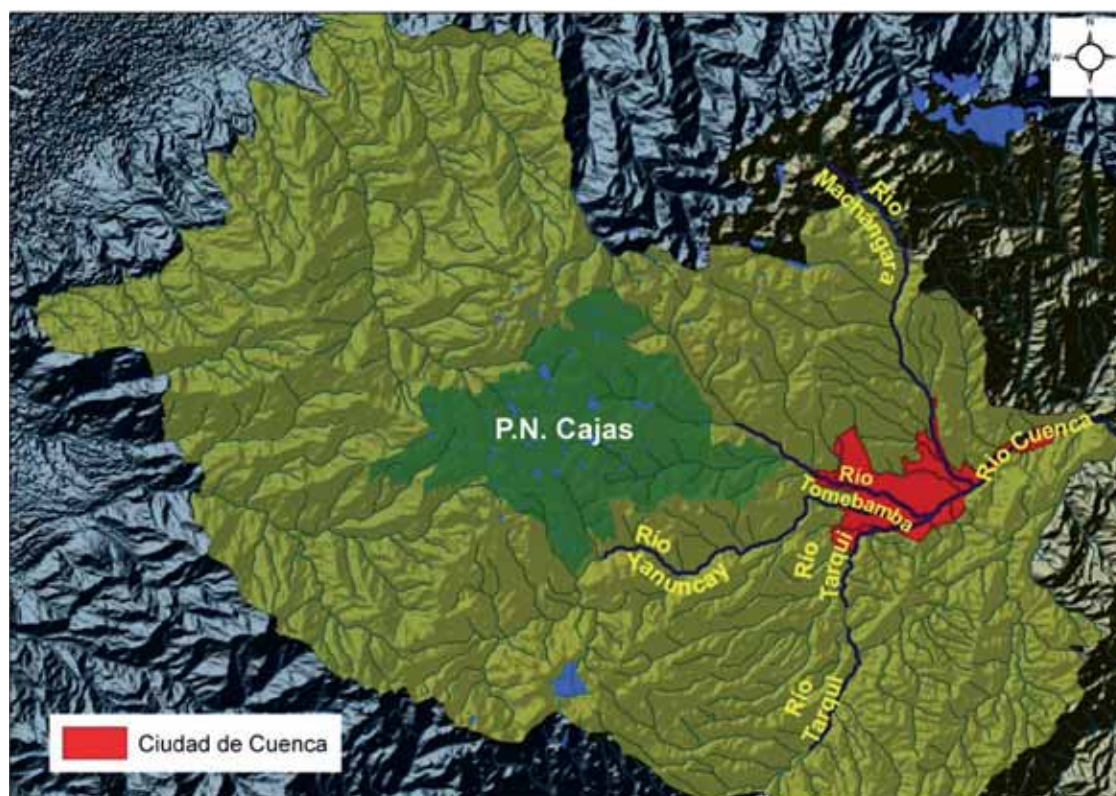


Fuente: Información Sociodemográfica del Sistema Nacional de Información del Ecuador (<http://app.sni.gob.ec/web/sni>)

3.1.1. La importancia de Cuenca

La ciudad de Cuenca fue declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad en 1999 (Alcaldía de Cuenca, 2012b), y en 2013 fue la primera ciudad Latinoamericana en recibir el premio Jean Paul-L'Allier, dado por la Asociación Mundial de Ciudades Patrimonio (El Telégrafo, 21/11/2013). Adicionalmente, todo el territorio del cantón Cuenca, incluyendo su área urbana, es parte de la reserva de la Biósfera *Macizo del Cajas*, declarada como tal por la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en 2013. Dicha reserva tiene un área de 976.000 ha, abarca a 15 cantones, cuatro provincias, y ocho ecosistemas (Rodríguez *et al.*, 2012). Por otro lado, es fundamental resaltar que el manejo ambiental del cantón Cuenca ha sido considerado como ejemplar en el Ecuador y Latinoamérica (Barnett, 1988; Lloret, 2002; Artiga, 2008).

Figura 3.4: Mapa que el territorio del cantón Cuenca



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Cartografía de las áreas protegidas del Ecuador.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.

El área urbana de la ciudad es atravesada por cuatro ríos: Tomebamba, Yanuncay, Tarqui y Machángara, los que se unen para formar el río Cuenca, que es el principal afluente del río Paute, de donde proviene el 30% de la electricidad producida en el país (CELEC, 2013). La ciudad se abastece de agua potable de los ríos Tomebamba, Machángara y Yanuncay (Artiga, 2008; ETAPA, 2013).

La cuenca del río Paute se constituyó como un área de extrema importancia para el desarrollo del Ecuador, a partir de la concepción del proyecto hidroeléctrico Paute integral. Este proyecto fue planificado en cuatro etapas, la primera etapa (Paute Molino), a su vez, fue planificada en tres fases: las fases A y B fueron iniciadas en 1976 y terminadas en 1983, mientras que la fase C fue iniciada en 1985 y terminada en 1991. La construcción de la segunda etapa, la presa Mazar, se inició en 2006, para estar completa y en funcionamiento en 2010; mientras que, las etapas tres (Sopladora) y cuatro (Cardenillo) están en proyecto todavía, sin embargo, se espera que estén en funcionamiento en el año 2017 (CELEC, 2013).

La hidroeléctrica Paute Molino posee 1.100 MW de potencia, y Paute Mazar posee 160 MW de potencia, en 2012 las dos juntas produjeron 7.128,86 GWh. El Ecuador, en cambio, tiene una potencia actual instalada de 7.911,68 MW, con lo que las presas Paute Molino y Paute Mazar representarían el 15% de dicha potencia. Por otro lado, en el año 2012 en el país se produjeron 23.085,92 GWh, con lo que estas dos hidroeléctricas, representarían un 30% de lo producido. La demanda eléctrica del país en ese mismo año fue de 16.174,89 GWh, (SNI, 2013).

El proyecto Paute Sopladora ha sido concebido para tener 487 MW de potencia y producir anualmente 2.770 GWh, mientras que Paute Cardenillo tendría 595,65 MW de potencia y produciría anualmente 3.335,78 GWh (CELEC, 2013). Si hacemos un juego de números, imaginando que el proyecto Paute integral en estos momentos estuviera completo y en pleno funcionamiento, su producción eléctrica significaría el 60% del consumo eléctrico del 2012.

El río Paute, por otro lado, forma parte de sistema hídrico del río Zamora. En este sistema también existe un proyecto hidroeléctrico considerado clave para el Ecuador: el proyecto Río Zamora-Santiago, para el que se estima una potencia de 3.000 MW y una producción de 15.000 GWh por año, se proyecta terminarlo en el año 2021 (CELEC, 2013). El proyecto Río Zamora-Santiago, por si solo equivaldría al 92% de la demanda eléctrica del año 2012.

Debido a la importancia de la cuenca del río Paute, y a la creciente cantidad de sedimentos que recibía la represa Paute Molino, en 1990 el Instituto Nacional Ecuatoriano de Electrificación (INECEL)¹¹ crea la Unidad de Manejo de la Cuenca del río Paute, con el objetivo de garantizar los caudales para la generación hidroeléctrica, a través del manejo integral de la cuenca. En el 2002 se constituye el Consejo de Gestión de la cuenca del río Paute (CGPaute), como entidad independiente, para manejar esta cuenca de forma integral e interinstitucional (Lloret, 2002, 2007). Este consejo es absorbido por la Secretaría Nacional del Agua a inicios del año 2012 (Diario El Mercurio, 7/03/2012).

En el ámbito más local, desde la década de 1980, una de las prioridades de las diferentes administraciones de la ciudad ha sido garantizar su dotación de agua potable, por lo que ha generado una normativa local bastante estricta (ordenanzas¹²), que regula el uso del suelo y el

¹¹ El INECEL se constituyó en 1961, y en 1998 fue eliminado y dividido en varias empresas, con el objetivo de privatizarlas; en 2009, sin embargo, estas empresas se reintegran en una institución pública llamada Corporación Eléctrica del Ecuador (Diario Hoy, 23/06/1998; Hidropaute, 2013).

¹² Las ordenanzas son las *leyes* o normas que rigen a los cantones y provincias, son de carácter vinculante, es decir que son de cumplimiento obligatorio, y están por debajo de la legislación nacional y de los reglamentos nacionales.

manejo de las tres subcuencas hídricas de las que la ciudad se abastece de agua potable: Tomebamba, Machángara y Yanuncay (Artiga, 2008). Esta normativa impone severas restricciones que producen conflictos de uso con la población rural, como por ejemplo, los conflictos entre usos productivos y la conservación en los ríos Tomebamba y Yanuncay. De esta manera, se revela cómo políticas que garantizan el metabolismo urbano, tienen un impacto directo en el metabolismo rural.

Todos estos antecedentes en su conjunto hacen que el cantón Cuenca sea un caso de estudio muy atractivo, clave, y claramente importante. Por otro lado, al no conocerse estudios sobre el metabolismo social de la ciudad de Cuenca, las relaciones entre sus políticas territoriales y el agua pueden ser muy reveladoras.

3.1.2. El sistema territorial de Cuenca

El sistema territorial del cantón Cuenca es extremadamente complejo, pues va desde lo alto de los Andes, hasta prácticamente las llanuras de las tierras bajas de la costa pacífica del Ecuador. Hacia el oriente, en cambio, se extiende en un valle interandino, donde se encuentra la ciudad de Cuenca. El encontrarse entre la vertiente pacífica de los Andes y el callejón interandino, y además el tener una gran variedad de altitudes, hace que el territorio de Cuenca posea una gran variedad de microclimas.

El territorio del cantón Cuenca se encuentra tanto en la vertiente pacífica de los Andes, como en la vertiente Amazónica. El lugar más bajo de su territorio se encuentran en la vertiente pacífica, a 30 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.), mientras que, el lugar más bajo de la vertiente amazónica se encuentra a 2.315 m s.n.m., muy cerca del límite urbano de la ciudad. La zona urbana, en cambio, se encuentra en la vertiente amazónica, entre los 2.335 y los 2.850 m s.n.m.. El punto más alto este cantón se encuentra a 4.525 m s.n.m., en un macizo montañoso conocido como *Cajas*, que actualmente es el núcleo de una reserva de la biósfera.

Debido a la heterogeneidad del territorio del cantón Cuenca, los valores máximos y mínimos de precipitación, y la oscilación de los valores anuales máximos y mínimos en su temperatura ilustran mejor su diversidad de microclimas (Tabla 3.1), sin embargo, de manera general se puede decir que las áreas más frías se encuentran en las zonas más altas, y las de mayor precipitación se ubican tanto en las estribaciones de la cordillera de la vertiente pacífica, como

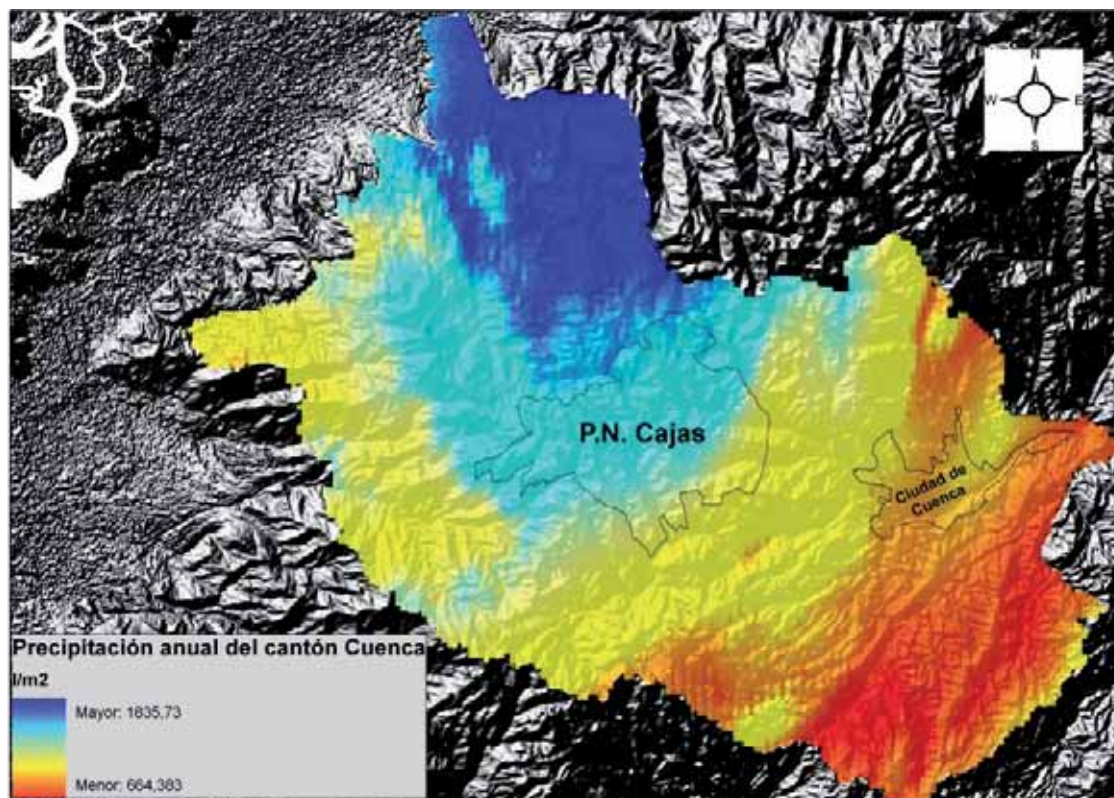
de la vertiente amazónica, y en el macizo del Cajas. Las zonas más secas del territorio de Cuenca, por otro lado, se encuentran en la zona sur-oeste de las estribaciones pacíficas de la cordillera (Figura 3.5). La zona este del cantón, donde se encuentra el área urbana, sin embargo, también posee un nivel de precipitaciones bajo, en comparación con el resto del territorio; la precipitación más baja registrada (664,38 l/m²) se encuentra en esta zona.

Tabla 3.1: Valores anuales máximos y mínimos de precipitación y temperatura registrados para el cantón Cuenca

TERRITORIO	PRECIPITACIÓN ANUAL (l/m ²)		TEMPERATURA ANUAL (°C)		
	Máxima	Mínima	Variación de la Media	Variación de la Máxima	Variación de la Mínima
Cantón Cuenca	1.835,73	664,38	De 2,89 a 25,09	De 8,1 a 31,7	De -2 a 19,5
Vertiente Pacífica	1.835,73	834,79	De 2,89 a 25,09	De 8,1 a 31,7	De -2 a 19,5
Vertiente Amazónica	1.473,55	664,38	De 3,9 a 16,55	De 9 a 23,8	De -1 a 9,7
Cuenca urbana	955,48	782,89	De 12,2 a 16,2	De 18,4 a 23,6	De 6,4 a 9,4

Fuente: Cartografía climática del Ecuador (2013). Ministerio del Ambiente del Ecuador.

Figura 3.5: Precipitación anual del cantón Cuenca en l/m²



Elaboración propia
Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Cartografía de las áreas protegidas del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental.

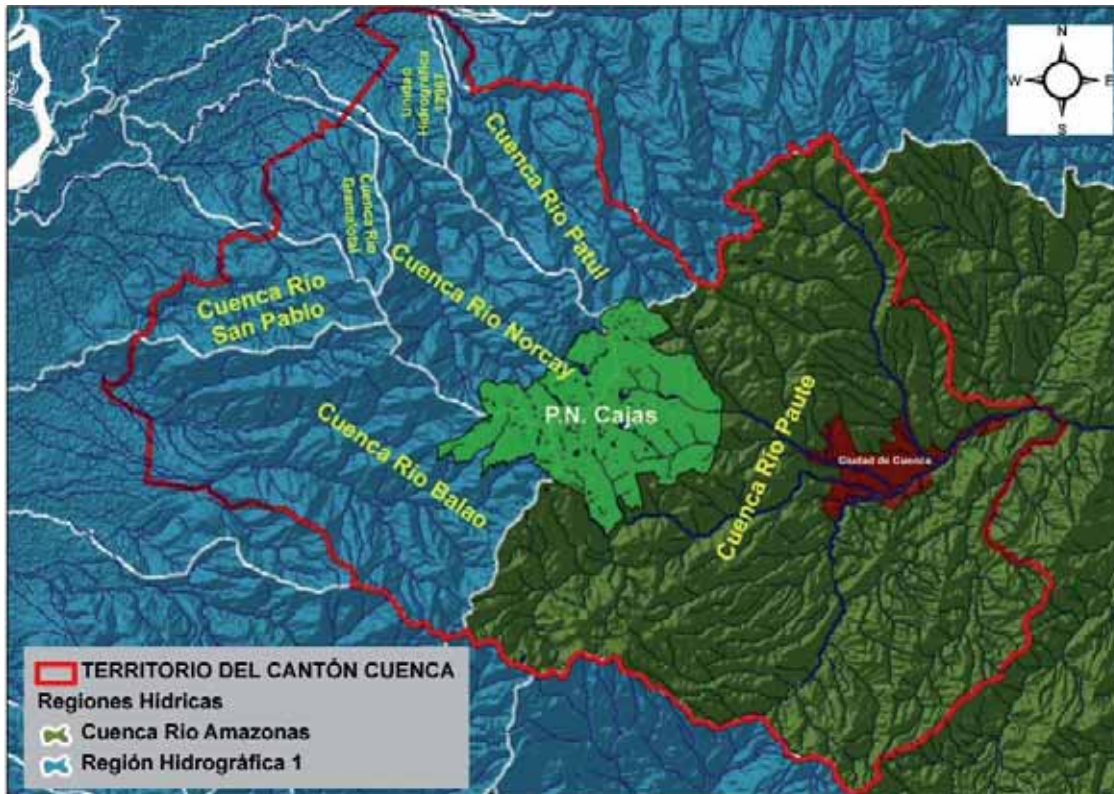
La Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), mediante la resolución 2011-245 aprueba la metodología PFAFSTETTER para la delimitación y codificación de las unidades hidrográficas del Ecuador (SENAGUA, 24/03/2011). Este es un sistema jerárquico, que delimita a las unidades hídricas desde los puntos de confluencia de los ríos, o desde su punto de desembocadura en el océano; para su identificación, cada unidad recibe un código numérico, único en todo el continente, basándose en su ubicación dentro del sistema de drenaje; de esta manera se establecen cinco niveles de sistemas hidrográficos, en los que los sistemas superiores (siendo el uno el más grande), contienen a los inferiores (siendo el cinco el más pequeño); los sistemas de drenaje, se denominan sistemas hídricos en el nivel uno, y a partir del nivel dos, se llaman unidades hídricas (Rosas, 2009).

De acuerdo a la cartografía desarrollada por SENAGUA, el territorio del cantón Cuenca se encuentra distribuido en diferentes sistemas de drenaje. De acuerdo al nivel uno el cantón se divide en dos sistemas hídricos: 138.900,49 ha (43,6% del territorio) se encuentran en la vertiente pacífica, y 180.100,55 (56,4% del territorio) ha en la vertiente amazónica (la cuenca del río Amazonas). Los niveles dos y tres, dividen al cantón también en dos unidades hídricas, el nivel cuatro en tres, y el nivel cinco en seis.

1. Nivel uno: la región hidrográfica 1, o sistema pacífico, y la región hidrográfica 4, o cuenca del río Amazonas.
2. Nivel dos: la unidad hidrográfica 13 (en la vertiente pacífica), y la unidad hidrográfica 49 (en la vertiente amazónica).
3. Nivel tres: la unidad hidrográfica 139 (en la vertiente pacífica), y la unidad hidrográfica 499 (en la vertiente amazónica).
4. Nivel cuatro: las unidades hidrográficas 1395 y 1396 (cuenca del río Cañar), en la vertiente pacífica, y la unidad hidrográfica 4998, o cuenca del río Zamora (en la vertiente amazónica).

5. Nivel cinco: la unidad hidrográfica 13956, o cuenca del río Balao, la 13958, o cuenca del río San Pablo, la 13964, o cuenca del río Gramotal, la 13966, o cuenca del río Norcay, la 13967 (no se le ha asignado un nombre), y la 13968, o cuenca del río Patul (en la vertiente pacífica), y la unidad hidrográfica 49982, o cuenca del río Paute (en la vertiente amazónica).

Figura 3.6: Mapa que muestra el nivel 5 de la clasificación PFAFSTETTER para el territorio del cantón Cuenca, la ciudad de Cuenca y el parque nacional Cajas



Elaboración propia

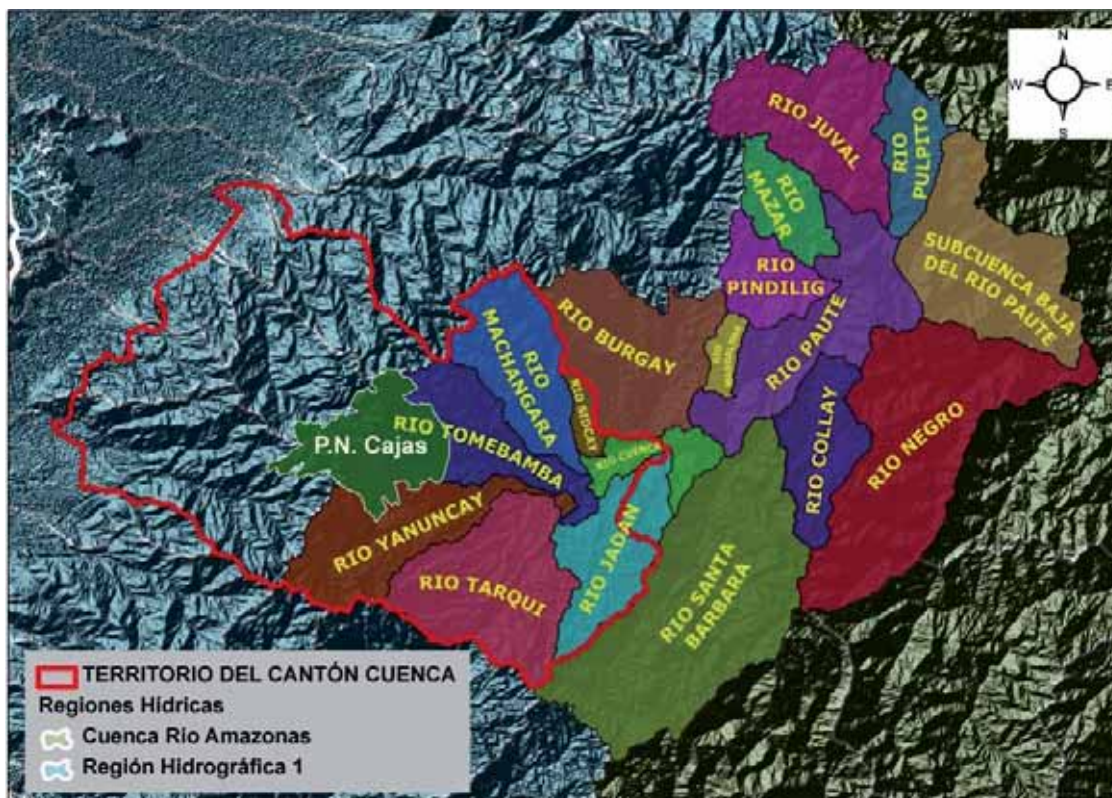
Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Cartografía de las áreas protegidas del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012. Sistema de Clasificación de Los Ecosistemas del Ecuador Continental.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.

El Consejo de Gestión de la cuenca del río Paute (CGPaute), por otro lado, dividió a la cuenca del río Paute en 18 subcuencas, para organizar su gestión (Lloret, 2002, 2007; IERSE, 2009; Cordero, 2013). De estas 18 subcuencas, siete están en el territorio del cantón Cuenca: los ríos Tomebamba, Tarqui, Yanuncay y Machángara se unen para formar el río Cuenca, que junto con las subcuencas de los ríos Jadán y Sidcay (que también desembocan en el río Cuenca), completarían las siete subcuencas mencionadas. Estas dos últimas subcuencas, son las que

presentan los problemas de erosión más fuertes de las siete (Cordero, 2013). Es muy importante notar (Figura 3.11) que no se encuentran remanentes de ecosistemas nativos en las subcuencas de los ríos Sidcay y Jadán, así como que son muy escasos en que la subcuenca del río Tarqui.

Figura 3.7: Mapa que muestra las subcuencas del río Paute, el territorio del cantón Cuenca y el parque nacional Cajas



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Instituto de Estudios Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental de Régimen Seccional de la Universidad del Azuay. 2004. Cartografía 1:25.000 de la cuenca del río Paute.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.

3.1.2.1. El uso del suelo

La Ilustre Municipalidad de Cuenca, en el marco de la planificación territorial del cantón, realizó un estudio de la cobertura vegetal y los usos del suelo de su territorio. El proceso estuvo a cargo de la Secretaría de Planificación de la municipalidad. Se utilizó una imagen satelital Rapid Eye, tomada en el año 2010. Esta imagen permitió producir una versión inicial de la cartografía a escala 1:10.000. Para obtener la versión final, se realizó una verificación en campo, y este muestreo sirvió para reclasificar la cartografía inicial, obteniendo de esa manera, la cartografía definitiva. Como ya fue explicado anteriormente, de acuerdo al gobierno local (la

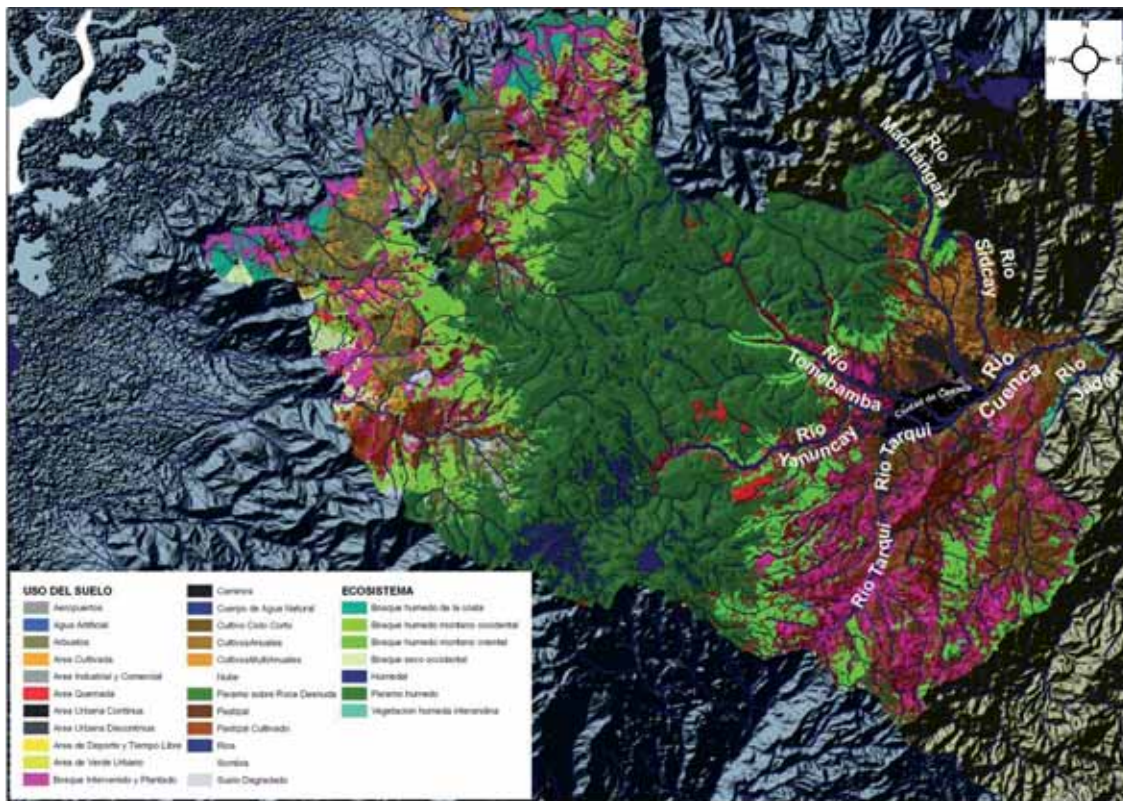
Ilustre Municipalidad de Cuenca), el territorio del cantón comprende 331.664 ha, por lo que esta cartografía se refiere a ese territorio.

De esta manera, fueron definidos 24 tipos de cobertura del suelo diferentes. Hemos agrupado estas coberturas en ocho grupos:

1. Áreas urbanas y de infraestructura, que abarca a las coberturas denominadas como: área urbana continua, área urbana discontinua, aeropuertos, área industrial y comercial, área de deporte y tiempo libre, área verde urbana, y caminos.
2. Áreas de cultivo, que abarca a las coberturas denominadas como: área cultivada, cultivos de ciclo corto, cultivos anuales, y cultivos multianuales.
3. Áreas de ganadería, que abarca a las coberturas denominadas como: pastizal cultivado, y pastizal.
4. Áreas de vegetación indeterminada, que abarca a las coberturas denominadas como: bosque natural, y arbustos.
5. Ecosistemas nativos: bosque pluvial subalpino, páramo de pajonal, y páramo sobre roca desnuda.
6. Ecosistemas acuáticos, que abarca a las coberturas denominadas como: humedales, cuerpo de agua natural, ríos, y cuerpo de agua artificial.
7. Áreas degradadas: áreas quemadas, y suelo degradado.
8. Áreas sin información: nube, y sombra.

Para poder obtener un mapa adecuado a los límites oficiales definidos por el INEC, fue necesario procesar cartográficamente la capa proporcionada por la Ilustre Municipalidad de Cuenca. Sin embargo, debido a las diferencias de escala entre la cartografía del INEC (1:250.000), y la del gobierno local de Cuenca (1:10.000), la capa resultante es 834,2 ha más pequeña, es decir, tiene 318.166,84 ha, frente a las 319.001,04 ha definidas por el INEC.

Figura 3.8: Mapa que muestra el uso del suelo en el cantón Cuenca



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Cartografía de las áreas protegidas del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012. Sistema de Clasificación de Los Ecosistemas del Ecuador Continental.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca-Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. 2012. Uso del suelo del cantón Cuenca.

Tabla 3.2: La cobertura del suelo del cantón Cuenca

TIPO DE COBERTURA	ÁREA (ha)	PORCENTAJE DEL CANTÓN (%)
Área del cantón Cuenca	318.166,84	100,00
Áreas urbanas y de infraestructura	7.922,88	2,49
Área urbana continua	2.900,31	0,91
Área urbana discontinua	3.813,66	1,20
Aeropuertos	33,49	0,01
Área Industrial y Comercial	163,07	0,05
Área de Deporte y Tiempo Libre	51,61	0,02
Área de Verde Urbano	41,43	0,01
Caminos	919,31	0,29
Áreas de cultivo	19.162,45	6,02
Área cultivada	6.414,08	2,02
Cultivo ciclo corto	11.515,88	3,62
Cultivos anuales	20,41	0,01
Cultivos multianuales	1.212,08	0,38
Áreas de ganadería	46.427,13	14,59
Pastizal	24.350,11	7,65
Pastizal cultivado	22.077,02	6,94
Áreas de vegetación indeterminada	114.435,49	35,97
Bosque natural	71.027,64	22,32
Arbustos	43.407,85	13,64
Ecosistemas nativos	96.930,13	30,47
Bosque pluvial subalpino	4.280,85	1,35
Paramo de pajonal	77.358,59	24,31
Paramo sobre roca desnuda	15.290,69	4,81

Ecosistemas acuáticos	13.741,57	4,32
Humedales	11.821,11	3,72
Cuerpo de Agua Natural	1.755,12	0,55
Ríos	120,94	0,04
Agua artificial	44,40	0,01
Áreas degradadas	5.574,79	1,75
Área quemada	2.291,57	0,72
Suelo degradado	3.283,22	1,03
Áreas sin información	13.972,40	4,39
Nube	13.613,87	4,28
Sombra	358,53	0,11

Fuente: Cartografía de la Ilustre Municipalidad de Cuenca (2010).

A pesar de la alta calidad de esta información, la municipalidad de Cuenca no usó la nomenclatura estandarizada para el país desarrollada por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), lo que hace difícil definir la cobertura real de ecosistemas nativos. En la sección [3.1.2.2](#) el sistema ecológico y las áreas protegidas, haremos una estimación de la cobertura de ecosistemas nativos, es decir, del área del Paisaje Conservado (sección [2.2.6](#)).

Se debe resaltar, que a nivel de producción rural, se destina un área importante del cantón a la producción ganadera (14,59% de su territorio). El área destinada a la agricultura, es mucho más baja (6,02% de sus territorio). Al analizar el sistema económico del cantón (sección [3.1.3](#)), se puede observar que la economía de Cuenca no depende de estos rubros. Por otro lado, la topografía montañosa de su territorio, se caracteriza por tener pendientes fuertes y pocas zonas aptas para la agricultura o la ganadería, lo que dificulta enormemente estas actividades. Sin embargo, a pesar de ello, la cartografía muestra que estas actividades son realizadas ampliamente, y que están distribuidas por todo el territorio, a excepción de las zonas más altas. Como se discutirá en la sección [3.1.3](#), su bajo aporte a la economía del Cuenca, podría indicar que estas actividades son sobre todo de subsistencia (aunque sí existe una agroindustria consolidada para la producción de lácteos y de flores). Diversas comunicaciones personales por parte de expertos agropecuarios sobre el territorio de Cuenca, así como, resultados de diversos

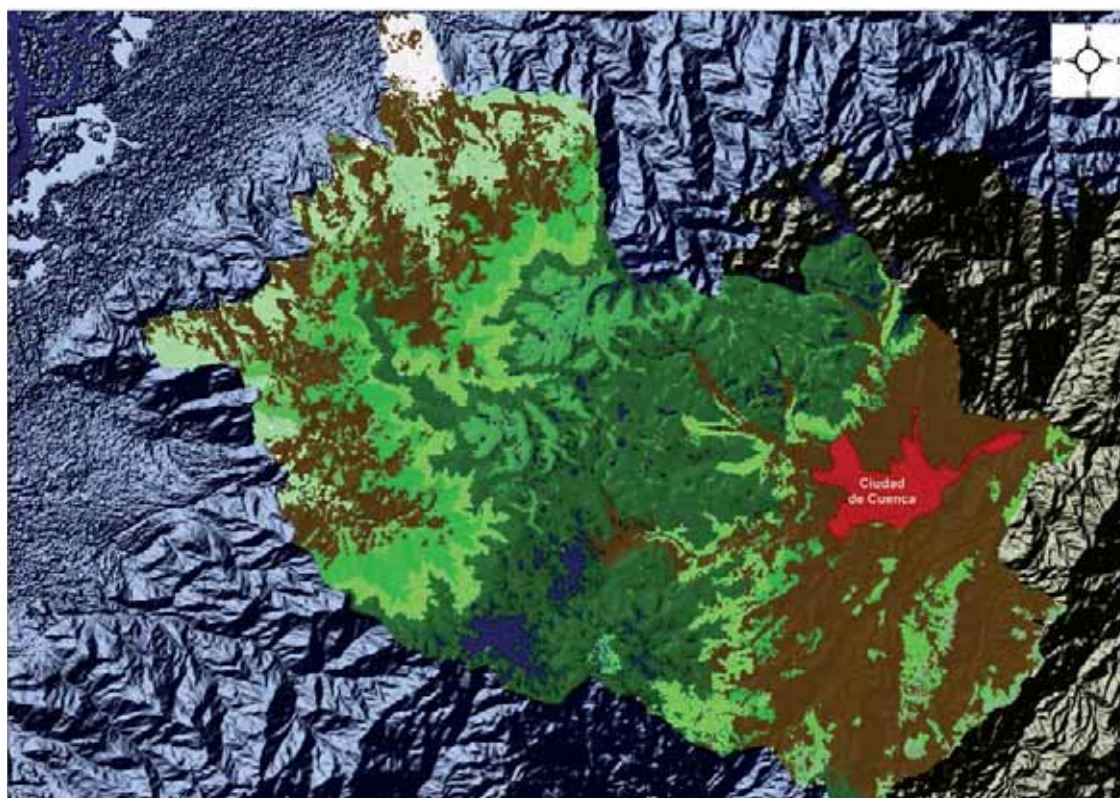
informes no publicados, sostienen que para la población rural el ganado es una especie de cuenta de ahorros, pues disponen de él en el caso de emergencias económicas.

La vegetación indeterminada abarca un 35,97% de la cobertura del territorio de Cuenca, lo que es un valor extremadamente alto. Es muy complicado determinar a qué se refieren los dos tipos de cobertura que representan esta categoría: los bosques naturales y los arbustos. Cuando se conoce el territorio, es fácil notar que gran parte de las zonas catalogadas por la cartografía municipal como bosque natural y como arbustos, se encuentran en áreas altamente intervenidas. En un intento de corregir esto, en la sección [3.1.2.2](#): el sistema ecológico, se hará un ejercicio para reclasificar estas coberturas. Su información se cruzará cartográficamente con la información de ecosistemas nativos de la municipalidad de Cuenca (en lo referente a ecosistemas nativos), con la cartografía de formaciones vegetales remanentes generada por el Ministerio del Ambiente (MAE) en 2013, y con el modelo predictivo de formaciones vegetales propuesto por Rodrigo Sierra en 1999, usando la agregación en ecosistemas, hecha por Sáenz y Onofa (2005).

3.1.2.2. El sistema ecológico

En el año 1999 Rodrigo Sierra propuso un sistema de clasificación para las formaciones vegetales del Ecuador continental (Sierra, 1999; Sáenz y Onofa, 2005; Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013b). Las 45 formaciones identificadas, a su vez fueron agregadas en 14 ecosistemas (Sáenz y Onofa, 2005). En el año 2013, este sistema fue revisado y actualizado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), quien propuso ese mismo año un nuevo sistema de clasificación de las formaciones vegetales del Ecuador continental. Es así que, fueron definidos 82 tipos de formaciones vegetales para el Ecuador continental: 25 formaciones vegetales diferentes para la Amazonía, 30 para la región Andina, y 27 para la costa (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013b). De esta manera, se encuentran 13 formaciones vegetales en el territorio del cantón Cuenca, tanto de la región Andina (10), como de la costa (tres) (Figura 3.9); mientras que, el área de paisaje transformado equivaldría al 38,93% de su territorio.

Figura 3.9: Las formaciones vegetales del cantón Cuenca



FORMACIONES VEGETALES DE CUENCA

TIPO DE FORMACIÓN

	Agua
	Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes
	Arbustal siempreverde montano del sur de los Andes
	Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo
	Bosque semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo
	Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Occidental de los Andes
	Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes
	Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
	Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes
	Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes
	Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
	Herbazal del Páramo
	Herbazal inundable del Páramo
	Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo
	Áreas intervenidas
	Otras áreas
	Sin información
	Humedales
	CUENCA URBANA

Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Cartografía de las áreas protegidas del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012. Sistema de Clasificación de Los Ecosistemas del Ecuador Continental.

- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.

Para facilitar el análisis de la información, se ha agregado a las formaciones vegetales de esta clasificación en ecosistemas. Para hacerlo se ha utilizado la clasificación de ecosistemas propuesta por Sáenz y Onofa (2005). El resultando son siete ecosistemas nativos (lo que incluye a los humedales) (Tabla 3.3 y Figura 3.9).

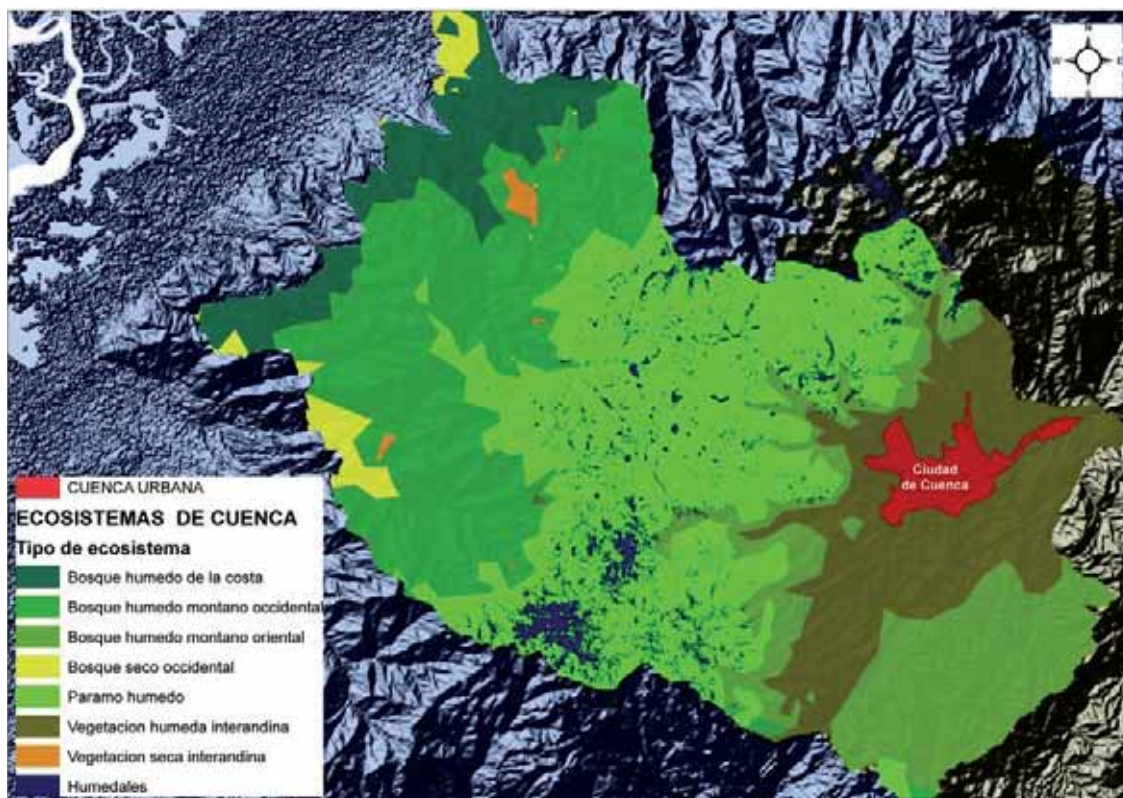
Tabla 3.3: Los ecosistemas del cantón Cuenca, Ecuador

ECOSISTEMA (SÁENZ, 2005)	TIPO DE FORMACIÓN VEGETAL (MAE, 2012)
Bosque húmedo de la costa	Bosque siempre verde estacional piemontano de Cordillera Occidental de los Andes
Bosque húmedo montano occidental	Bosque siempre verde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes
	Bosque siempre verde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes
	Bosque siempre verde montano de la Cordillera Occidental de los Andes
Bosque húmedo montano oriental	Bosque siempre verde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
	Bosque siempre verde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
Bosque seco occidental	Bosque semidecíduo de tierras bajas
Humedal	Agua
Páramo húmedo	Arbustal siempre verde y Herbazal del Páramo
	Herbazal del Páramo
	Herbazal y Arbustal siempre verde subnival del Páramo
Páramo húmedo/humedal	Herbazal inundable del Páramo
Vegetación húmeda interandina	Arbustal siempre verde montano del norte de los Andes
	Arbustal siempre verde montano del sur de los Andes

Elaboración propia

Fuentes: Cartografía del Ministerio del Ambiente (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013b), y Sáenz y Onofa, 2005.

Figura 3.10: Modelo de los ecosistemas del cantón Cuenca según Rodrigo Sierra, y Sáenz y Onofa



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Sáenz, M. y Á. Onofa (2005). Preguntas clave: Reporte de los ecosistemas ecuatorianos. EcoCiencia y Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) (Ed.). Quito, Ecuador.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.
- Sierra, R. (Ed.) (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Quito, Ecuador: Proyecto INAFAN/GEF-BIRB y EcoCiencia.

Si bien el modelo cartográfico desarrollado por el MAE está basado en información satelital, es un modelo que requiere ser depurado, ya que debido a su escala (1:250.000), y a que no tuvo verificación de campo, puede contener inexactitudes, como por ejemplo:

- Predecir la existencia de una formación vegetal, cuando en realidad se encuentra otra.
- Confundir zonas de vegetación intervenida, plantada y/o exótica, con áreas de vegetación nativa.
- Catalogar como áreas intervenidas, a zonas que sí poseen cobertura vegetal nativa.

Por otro lado, la información de cobertura del suelo desarrollada por la municipalidad de Cuenca es mucho más cercana a la realidad, no sólo por su escala (1:10.000), sino porque su proceso de generación sí tuvo verificación de campo. Sin embargo, esta información tampoco

permite estimar la cobertura de vegetación nativa conservada, y consecuentemente, el área del territorio que ha sido transformada. El problema surge fundamentalmente porque utiliza dos categorías indefinidas de cobertura de suelo: los *arbustos* y el *bosque natural*, que juntas abarcan una proporción considerable del territorio (el 35,97%).

De esta manera, se constituye en un ejercicio interesante el cruzar el modelo cartográfico del MAE, el modelo cartográfico de Rodrigo Sierra, y la cobertura de uso del suelo desarrollada por la municipalidad de Cuenca. Adicionalmente, este proceso permitiría, a pesar de las diferencias de escala, aplicar la nomenclatura estandarizada de los ecosistemas desarrollada por el Sáenz y Onofa (2005) a la vegetación nativa remanente identificada por la municipalidad de Cuenca.

La categoría *ecosistemas nativos* (sección [3.1.2.1](#)) abarca tres coberturas del suelo, que de acuerdo a la nomenclatura usada por la municipalidad de Cuenca son: el bosque pluvial subalpino, el páramo de pajonal, y el páramo sobre roca desnuda.

El bosque pluvial subalpino corresponde a tres ecosistemas principalmente: al bosque húmedo montano occidental, al bosque húmedo montano oriental y al páramo húmedo. Es muy interesante notar que esta capa encuentra cobertura boscosa, donde la cartografía del MAE predice ecosistemas que no tienen cobertura boscosa, como el páramo húmedo. Esto puede deberse a la combinación de dos factores: el primero, es que el bosque húmedo montano (tanto oriental, como occidental), se encuentra a una mayor altura de la que predice el modelo del MAE. El segundo factor, es que el tamaño de las manchas de arbustos altos o árboles pequeños (fundamentalmente del género *Polylepis* spp.), propias del páramo húmedo (Sáenz y Onofa, 2005; Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013b), hace que sean invisibilizadas en una escala 1:250.000, pero que si sean visibles en una escala 1:10.000. El páramo de pajonal y el páramo sobre roca desnuda, por otro lado, se refieren fundamentalmente al páramo húmedo.

La categoría *áreas de vegetación indeterminada* comprende dos tipos de cobertura: arbustos y bosque natural.

Los arbustos son un tema complejo, pues es muy difícil determinar si se trata de un ecosistema nativo o de un paisaje transformado. En el territorio de Cuenca se pueden encontrar dos tipos de ecosistemas nativos arbustivos: la vegetación húmeda interandina, y la vegetación seca interandina (que no aparece en la cartografía, pero que ha sido encontrada en estudios previos) (IERSE, 2006). Por otro lado, la vegetación arbustiva, se encuentra también en las fases tempranas de la sucesión ecológica (normalmente se produce en los terrenos abandonados o en

descanso), por lo que en esos casos esta cobertura estaría relacionada más bien con paisajes transformados. Es muy importante depurar esta información, ya que los ecosistemas arbustivos interandinos, están entre los más amenazados en el Ecuador, y su conservación es prioritaria (Sierra, 1999; Josse y Suárez, 2001).

El bosque natural también es un tema complicado, puesto que de acuerdo a sus desarrolladores¹³, en esta cobertura se incluyen tanto ecosistemas nativos boscosos, o los bosques de *Polylepis* spp. de los páramos (que no son un ecosistema boscoso), como bosques plantados de especies exóticas (muchos de ellos abandonados). Es fundamental tener en cuenta que en el territorio del cantón Cuenca, existe un área dispersa y considerable dedicada a la plantación de eucalipto, y un área menor, pero importante de igual manera, dedicada a la plantación de pino.

De esta manera, las coberturas de bosque natural y arbustos fueron catalogadas como área intervenida cuando se correspondieron tanto en la cartografía del MAE, como en la de Sierra con:

- Áreas catalogadas como intervenidas, y
- Ecosistemas no boscosos, en el caso del bosque natural, o no arbustivos, en el caso de los arbustos.

Por otro lado, esas mismas coberturas fueron catalogadas como ecosistemas nativos, cuando se correspondieron en las tres fuentes con:

- Ecosistemas boscosos, en el caso del bosque natural, y arbustivos en el caso de los arbustos,
- Ecosistemas altoandinos en la zona de transición del bosque húmedo montano al páramo, en el caso de los arbustos, y
- Zonas de páramo conservadas, en el caso del bosque natural, asumiendo que se refiere a áreas de bosque de *Polylepis* spp.

Los resultados determinan la existencia de siete ecosistemas (Tabla 3.4), siendo el páramo húmedo el más abundante (representa 32,69% del territorio del cantón, y el 65,9% de los

¹³ Esto me fue explicado personalmente por miembros del equipo desarrollador de la cobertura.

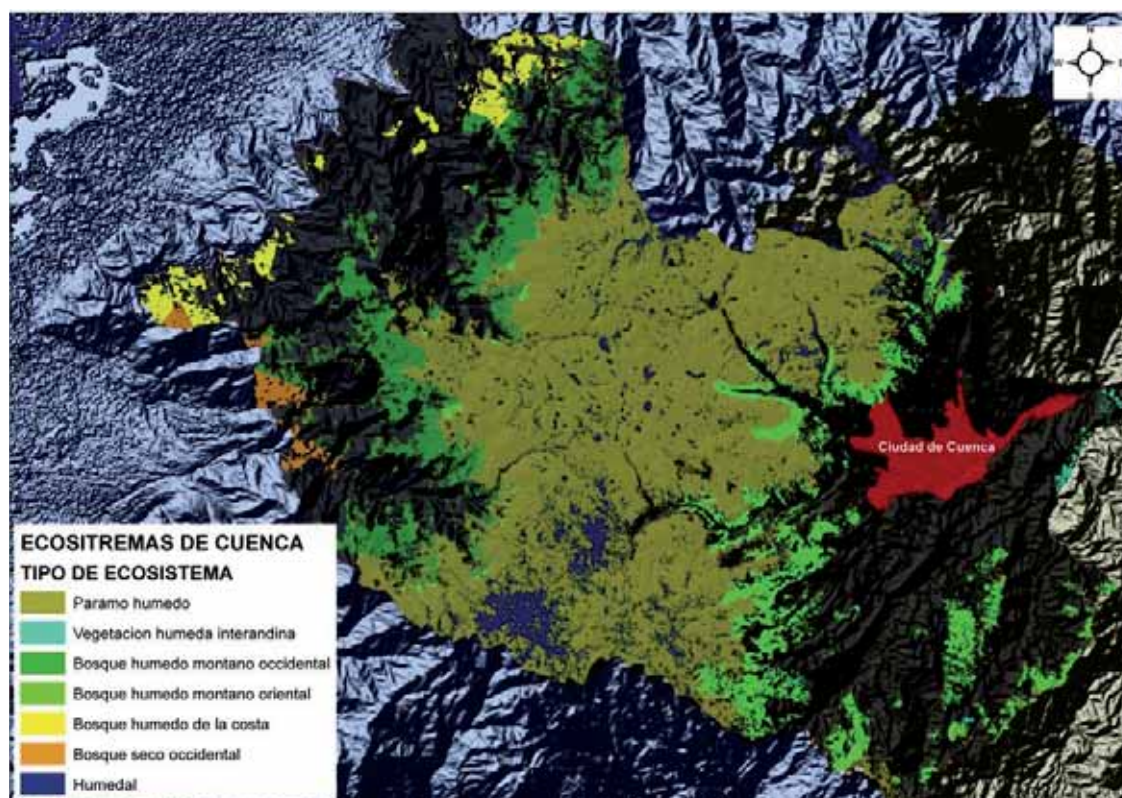
ecosistemas remanentes), y la vegetación húmeda interandina el más escaso (0,14% del territorio). En total, los ecosistemas nativos remanentes abarcan el 49,6% del territorio del cantón Cuenca.

Tabla 3.4: Estimación de la cobertura de ecosistemas remanentes del cantón Cuenca

ECOSISTEMA	ÁREA (ha)	PORCENTAJE DE LOS ECOSISTEMAS (%)	PORCENTAJE DEL CANTÓN (%)
Bosque húmedo de la costa	5.156,46	3,26	1,62
Bosque húmedo montano occidental	19.415,38	12,27	6,09
Bosque húmedo montano oriental	15.054,99	9,52	4,72
Bosque seco occidental	2.044,75	1,29	0,64
Humedal	11.821,11	7,47	3,71
Paramo húmedo	104.274,91	65,90	32,69
Vegetación húmeda interandina	452,62	0,29	0,14
TOTAL	158.220,22	100	49,60

Fuentes: Cartografía del Ministerio del Ambiente (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013b); Sáenz y Onofa, 2005; e, Ilustre Municipalidad de Cuenca-Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. 2012. Uso del suelo del cantón Cuenca.

Figura 3.11: Estimación de los ecosistemas remanentes del cantón Cuenca



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca-Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. 2012. Uso del suelo del cantón Cuenca.
- Sáenz, M. y Á. Onofa (2005). Preguntas clave: Reporte de los ecosistemas ecuatorianos. EcoCiencia y Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) (Ed.). Quito, Ecuador.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.
- Sierra, R. (Ed.) (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Quito, Ecuador: Proyecto INAFAN/GEF-BIRB y EcoCiencia.

3.1.2.3. Las áreas protegidas de Cuenca

El artículo 405 de la constitución del Ecuador (2008) establece la existencia de un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), el cual, según el mismo artículo, está formado por cuatro subsistemas: el estatal, el autónomo descentralizado, el comunitario y el privado, todos ellos bajo la rectoría y regulación del Estado. El subsistema estatal está constituido por el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), mientras que los otros tres mantienen la misma denominación definida en la Constitución, es decir: Subsistema de Gobiernos Autónomos Descentralizados, Subsistema de Áreas Protegidas Comunitarias, y Subsistema de Áreas Protegidas Privadas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014).

La nueva organización del SNAP implicó un importante cambio frente a la organización anterior, que estaba regulada por la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, sin embargo, esta ley sigue vigente. En ella existe la figura del Bosque Protector, la misma que consiste en áreas importantes para la conservación, de acuerdo a siete factores, dos de los cuales se refieren a la protección de fuentes hídricas; los bosques protectores pueden ser públicos, privados o comunitarios (Congreso Nacional de la República del Ecuador, 1992). El Sistema de Bosques Protectores se constituyó como un sistema independiente del de áreas protegidas, siendo mucho más flexible en los usos permitidos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2006; Granzenmüller *et al.*, 2010), y en términos reales con una efectividad mucho más baja en la conservación de la biodiversidad (Granzenmüller *et al.*, 2010). Sin embargo, ahora este sistema debe ser reclasificado caso por caso para poder ser integrado en los cuatro subsistemas que forman el SNAP, por otro lado, la legislación también debe ser actualizada y armonizada con la constitución.

De esta manera, en el territorio del cantón Cuenca coexisten dos áreas del PANE, con ocho bosques protectores (Tabla 3.6), que protegen a seis de los siete ecosistemas encontrados (Tabla 3.5), irónicamente no protegen a uno de los ecosistemas más amenazados del país: la vegetación húmeda interandina (Sierra, 1999; Josse y Suárez, 2001). De los ocho bosques protectores, siete son públicos y uno privado.

Tabla 3.5: Área de los ecosistemas del cantón Cuenca dentro del SNAP

ECOSISTEMA	PORCENTAJE EN EL PANE (%)	PORCENTAJE EN BOSQUES PROTECTORES (%)	PORCENTAJE TOTAL CONSERVADO (%)
Bosque húmedo de la costa	0,00	74,82	74,82
Bosque húmedo montano occidental	0,31	74,12	74,43
Bosque húmedo montano oriental	1,90	47,88	49,78
Bosque seco occidental	0,00	85,28	85,28
Humedal	12,00	84,78	96,78
Paramo húmedo	27,91	65,16	93,07
Vegetación húmeda interandina	0,00	0,00	0,0
Total	19,51	66,47	85,98

Fuentes: Cartografía del Ministerio del Ambiente (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013b); Sáenz y Onofa, 2005; e, Ilustre Municipalidad de Cuenca-Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. 2012. Uso del suelo del cantón Cuenca.

Para garantizar el abastecimiento de agua para la ciudad, la Empresa Pública de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado de Cuenca (ETAPA EP) (sección 3.1.5) conserva 8.750 ha áreas de bosque montano maduro y páramos (Artiga, 2008). El Bosque Protector Mazán pertenece a ETAPA EP, sin embargo, al no estar estructurado todavía el Subsistema de Áreas Protegidas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, es difícil determinar bajo qué figura administrativa se encuentran el resto de las áreas conservadas por la municipalidad de Cuenca.

Cuenca fue la primera ciudad en el Ecuador en aplicar este tipo de políticas, transformándola en un ejemplo a seguir (Barnett, 1988; Artiga, 2008). Debido a esto, el MAE en el año 2000 delega a la Municipalidad de Cuenca, la administración del Parque Nacional Cajas. Este parque es de vital importancia para la ciudad, pues ahí nacen dos de los tres ríos de los que la ciudad se abastece de agua: los ríos Tomebamba y Yanuncay (Lloret, 2002; Artiga, 2008) (Figura 3.12), y en el año 2002 se crea la Corporación Municipal "Cajas" para su administración (Artiga, 2008; Rodríguez *et al.*, 2012).

El financiamiento para el manejo de estas áreas naturales proviene del 10% de las tarifas de agua potable, en un ejercicio similar a lo que hoy se llamaría pago por servicios ambientales,

pues se pretende internalizar las externalidades positivas producidas por esta área natural (Kosoy *et al.*, 2007). Adicionalmente, la municipalidad ha establecido serias restricciones para el uso del suelo en la subcuenca del río Tomebamba, mediante una ordenanza emitida en 1998 (Consejo Cantonal de Cuenca, 13/07/1998). El mismo año, ETAPA EP, con la participación de otras instituciones, crea el Consejo de la cuenca del río Machángara, con el objetivo de gestionar un manejo integrado. Un proceso similar se dio en el río Yanuncay, y en 2002 ETAPA EP asume el manejo de esta subcuenca (Artiga 2008). En los planes de ordenamiento territorial de las parroquias rurales que se están en las subcuencas de estos tres ríos, se encuentran también restricciones en el uso del suelo para garantizar su calidad y cantidad de agua (Ilustre Municipalidad de Cuenca, 2014).

El Parque Nacional Cajas es el eje de la reserva de la biósfera *macizo del Cajas*, adicionalmente es un sitio RAMSAR, es decir, que es humedal de importancia internacional, y es también un Área de Importancia Internacional para la conservación de aves (Rodríguez *et al.*, 2012).

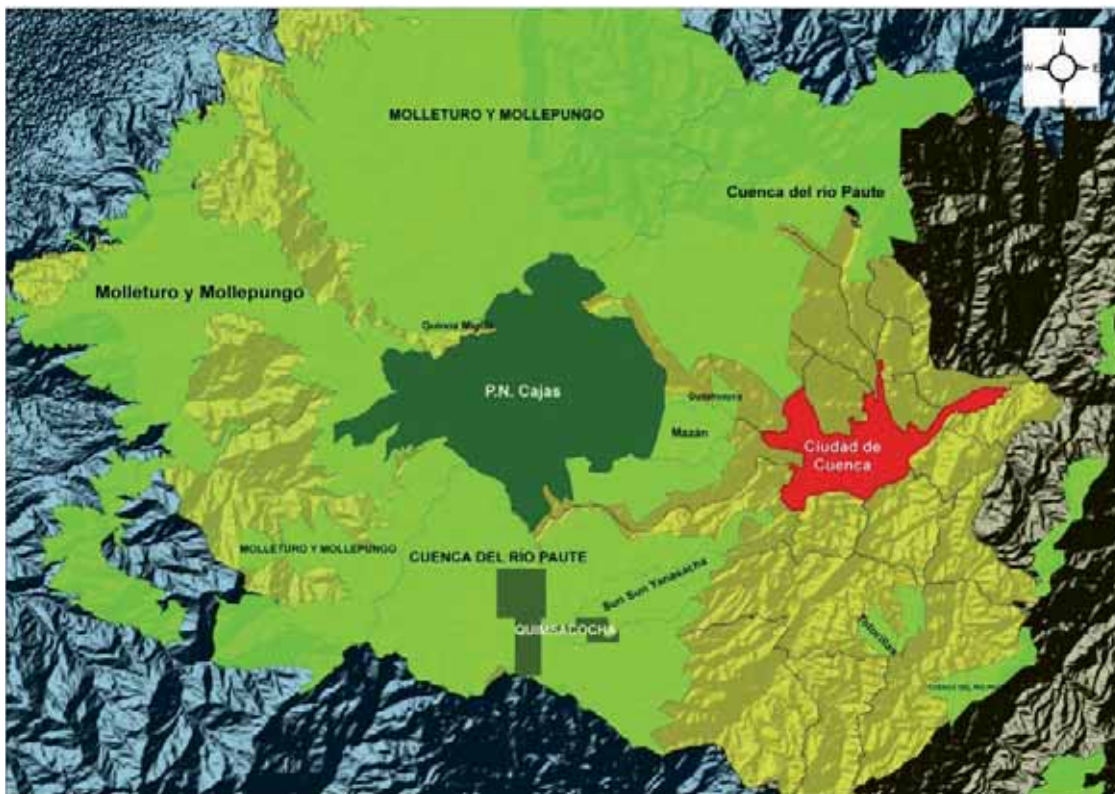
Tabla 3.6: Las áreas protegidas del Cantón Cuenca, Ecuador

TIPO DE ÁREA	NOMBRE	PROPIEDAD	ÁREA TOTAL (ha)	ÁREA EN CUENCA (ha)	PORCENTAJE DEL TERRITORIO DE CUENCA
PARQUE NACIONAL	Cajas	Estatal	29.389,37	29.389,37	9,21
ÁREA NACIONAL DE RECREACIÓN	Quimsacocha	Estatal	3.217,15	3.217,15	0,99
BOSQUE PROTECTOR	Mazán	Estatal	2.395,86	2.395,86	0,75
BOSQUE PROTECTOR	Sun Yanasacha	Estatal	4.851,45	4.851,45	1,52
BOSQUE PROTECTOR	Totorillas	Privado	778,27	778,27	0,24
BOSQUE PROTECTOR	Subcuenca del Río Dudahuaycu	Estatal	531,45	531,45	0,17
BOSQUE PROTECTOR	Quínoa Migüir	Estatal	284,16	284,16	0,09
BOSQUE PROTECTOR	Molleturo y Mollepungo	Estatal	140.593,11	86.630,13	27,16

BOSQUE PROTECTOR	Chorro	Estatal	4.807,03	1,73	0,00
BOSQUE PROTECTOR	Cuenca del río Paute	Estatal	128.688,19	57.264,79	17,95
TERRITORIO BAJO UN SISTEMA DE CONSERVACIÓN				185.290,94	58,08

Fuente: Cartografía del Ministerio del Ambiente (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013a, 2013b)

Figura 3.12: Las áreas protegidas del cantón Cuenca



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Cartografía de las áreas protegidas del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Sistema de Clasificación de Los Ecosistemas del Ecuador Continental.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.

3.1.3. El sistema económico de Cuenca

El Censo Económico del Ecuador (CENEC), realizado en el año 2010, organiza a las actividades económicas usando la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de actividades económicas (CIU) versión 4, de la Organización Internacional del Trabajo. Este sistema de clasificación organiza a las actividades económicas en seis niveles, de tal manera, que los niveles

superiores se van desglosando en niveles inferiores a los que contienen. Cada nivel posee un código que lo identifica: el código del nivel uno es de un dígito, el del nivel dos de dos dígitos, el del nivel tres de tres dígitos, el del nivel cuatro de cuatro dígitos, hasta llegar al nivel seis. El CENEC llega hasta el cuarto nivel, lo que le da un nivel de detalle bastante específico. Por otro lado, la información de este censo es de muy alta calidad, por lo que se constituye en la fuente de información más actualizada y confiable para analizar la economía de Cuenca. Con el único objetivo de facilitar la explicación de sus resultados, las actividades del nivel uno serán llamadas sectores; las del nivel dos, subsectores; las del nivel tres, actividades; y las del nivel cuatro, subactividades. Así un sector, contiene a varios subsectores; cada subsector contiene a varias actividades; y cada actividad, contiene a varias subactividades.

En el Ecuador se encuentran 20 sectores, de los que todos están en Cuenca. La Tabla 3.7 muestra el Valor Añadido Bruto (VAB) de cada uno ellos. El 82,3% del VAB de Cuenca se concentra sobre todo en dos sectores económicos: la industria manufacturera (59,73%), y el Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas (20,07%). Es interesante notar que el primer sector representa solamente el 13,74% de los establecimientos económicos de la ciudad, mientras que el segundo representa el 47,01% de ellos. El tercer sector en importancia es el denominado como *actividades financieras y de seguros*, y representa el 9,99% de la economía de Cuenca, pero solamente significa el 0,88% de los establecimientos.

Tabla 3.7: Los ingresos y el VAB nominal para los diferentes sectores económicos del cantón Cuenca, según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de actividades económicas (CIIU) versión 4, de la Organización Internacional del Trabajo

SECTOR	Porcentaje del número total de establecimientos (%)	Total de ingresos (Dólares estadounidenses)	Porcentaje del total de ingresos (%)	VAB nominal (Dólares estadounidenses)	Porcentaje del VAB (%)
Industrias manufactureras	13,74	5.035.672.742	45,81	3.707.403.951	59,73
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	47,01	3.655.132.859	33,25	1.245.634.168	20,07
Actividades financieras y de seguros	0,88	853.972.077	7,77	619.822.181	9,99
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	0,59	293.610.586	2,67	210.759.763	3,40
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	0,02	136.326.767	1,24	62.130.296	1,00
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	8,84	123.685.364	1,13	60.626.388	0,98
Información y comunicación	2,96	152.548.976	1,39	57.223.430	0,92
Distribución de agua; alcantarillado, gestión de desechos y actividades de saneamiento	0,04	66.394.986	0,6	45.783.800	0,74
Enseñanza	2,1	178.426.157	1,62	43.179.094	0,70
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	5,06	109.559.715	1	31.834.892	0,51
Construcción	0,49	69.025.839	0,63	25.664.273	0,41
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	1,23	71.802.681	0,65	21.755.964	0,35
Actividades inmobiliarias	0,65	30.777.845	0,28	18.006.136	0,29
Actividades profesionales, científicas y técnicas	3,98	49.208.039	0,45	16.979.183	0,27
Transporte y almacenamiento	1,52	63.944.813	0,58	14.877.043	0,24

Otras actividades de servicios	7,29	46.694.312	0,42	11.779.669	0,19
Artes, entretenimiento y recreación	1,06	39.595.069	0,36	7.613.824	0,12
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	0,19	10.138.941	0,09	3.497.252	0,06
Explotación de minas y canteras	0,03	6.795.194	0,06	2.758.546	0,04
TOTAL GENERAL	100	10.993.312.962	100	6.207.329.854	100

Fuente: INEC, Censo Económico del año 2010

La *industria manufacturera* parece ser diversa, y cubrir múltiples áreas. Es interesante notar que las percepciones que tiene la gente de Cuenca sobre su industria, difieren de los resultados del CENEC. Diversas comunicaciones personales recibidas durante el trabajo de investigación los últimos dos años, tanto de gente regular, como de actores académicos, políticos, productivos o de movimientos sociales, sostienen que las industrias más importantes de Cuenca son la de neumáticos para vehículos; la de cerámica, tejas y ladrillos; la de papel, y la de electrodomésticos. Sorpresivamente, el Censo Económico cuenta otra historia, pues la principal industria de la ciudad es la de fabricación de cables eléctricos, la misma que representa el 72,58% de los ingresos del sector industrial, y el 33,25% de los ingresos de Cuenca, o el 91% del VAB de la industria, y el 54,35% del VAB de Cuenca. El VAB nominal de esta subactividad es de 3.373.481.456 dólares estadounidenses. Adicionalmente, se debe destacar que solamente un establecimiento se dedica a ella. El otro 9% del VAB industrial (333.922.495 dólares estadounidenses) se reparte entre 3.972 establecimientos de 23 subsectores diferentes. Entre estos últimos destaca como subactividad ahora sí la cerámica, sin embargo, solamente representa el 1,63% del VAB de la industria, y el 0,97% del VAB de Cuenca. Las industrias farmacéutica y de alimentos son los siguientes subsectores en importancia: concentran respectivamente el 1,58% y el 1,43% del VAB industrial, y el 0,94% y el 0,86% del VAB de Cuenca.

El *comercio*, por otro lado, representa el 20,07% del VAB de Cuenca. Dentro de este sector, la principal actividad es la *venta de vehículos automotores*, que significa el 41,20% del VAB del sector, y el 8,27% del VAB de Cuenca. El *comercio al por mayor*, es el siguiente subsector en importancia, pues constituye el 35,37% del VAB del comercio y el 7,1% del VAB de Cuenca. Las tres actividades principales del comercio al por mayor son: la *venta de enseres domésticos, sobre todo electrodomésticos* (19,4% del VAB del comercio y 3,82% del VAB de Cuenca), la *venta de maquinarias, equipos y materiales*, sobre todo equipos de cómputo (5,6% del VAB del comercio y

1,12% del VAB de Cuenca), y por último la *venta al por mayor de alimentos, bebidas y tabaco* (3,93% del VAB del comercio y 0,79% del VAB de Cuenca). Finalmente, la tercera actividad en importancia es el *comercio al por menor* (23,43% del VAB del comercio y 4,7% del VAB de Cuenca), y sus actividades principales son los *comercios no especializados con predominio de la venta de alimentos, bebidas o tabaco* (5,03% del VAB del comercio y 1,01% del VAB de Cuenca), en la *venta al por menor de otros enseres domésticos en comercios especializados* (4,88% del VAB del comercio y 0,88% del VAB de Cuenca), y la *venta al por menor de otros productos en comercios especializados* (4,25% del VAB del comercio y 0,85% del VAB de Cuenca), refiriéndose principalmente a prendas de vestir, cosméticos, productos farmacéuticos y médicos, y venta de productos nuevos en general.

El turismo tiene una vital importancia para la ciudad de Cuenca, de acuerdo a la prensa, a comunicados oficiales, y a los medios de comunicación en general, (ver por ejemplo la promoción del Ministerio de Turismo del Ecuador en www.ecuador.travel/es/cuenca/cuenca-360). De hecho, este sector ocupa el tercer lugar en importancia de acuerdo a la cantidad de establecimientos (8,84% del total de establecimientos). Sin embargo, paradójicamente, el turismo representa apenas el 0,98% del VAB de Cuenca. El 81,92% de este sector, es decir, el 0,8% del VAB de Cuenca, se dedica a los servicios de restauración (*servicios de comidas y bebidas*), mientras que los *servicios de alojamiento* representan solamente el 18,08% del VAB del sector, y el 0,18% del VAB de Cuenca. Es claro que el turismo está muy lejos de tener la importancia económica que se le da a nivel discursivo.

El sector de la *agricultura, ganadería, silvicultura y pesca*, representa también una contradicción muy interesante, pues a pesar de ocupar el 20,61% del territorio de Cuenca, solamente representa 0,06% de su economía y el 0,19% de sus establecimientos. Su principal actividad es la ganadera, pues representa el 64,78% del VAB de este sector (pero apenas el 0,0365% del VAB de Cuenca); sin embargo, es muy importante notar, que estos valores se refieren fundamentalmente a la subactividad *cría de aves de corral* (63,30% del VAB del sector y el 0,0357% del VAB de Cuenca), y no a una ganadería que necesite de grandes extensiones de pastos. El *cultivo de plantas no perennes* (32% del VAB del sector, y 0,02% del VAB de Cuenca), es la siguiente actividad en importancia, y dentro de ella, destacan dos subactividades: el *cultivo de otras plantas no perennes* (22,11% del VAB del sector, y 0,01% del VAB de Cuenca), la que se referiría fundamentalmente al cultivo de flores; y el *cultivo de hortalizas, melones, raíces y tubérculos* (9,23% del VAB del sector y el 0,005% del VAB de Cuenca).

La zona rural muestra particularidades llamativas, pues aunque en ciertas zonas existe un proceso de urbanización sostenido (como lo muestra la cartografía de uso del suelo, y los datos de crecimiento poblacional en ciertas zonas rurales), la mayor parte de su población puede ser catalogada como rural, de acuerdo a la definición de Toledo (2008) (sección [2.2.4](#)). El metabolismo urbano y el metabolismo rural), ya que sus unidades se dedican a la apropiación del metabolismo ecológico. Esta conclusión surge casi espontáneamente, al tomar como referencia a la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua de 2012 (ESPAC-2012), ejecutada periódicamente por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Esta encuesta define que la población que realiza actividades agrícolas y/o ganaderas en la provincia del Azuay es de 164.007 personas, es decir, el 50% de la población rural de la provincia. Esta cifra tan alta se obtiene porque la encuesta no solamente se refiere a quienes reciben un salario, sino también quienes no lo hacen (que representan más del 85% de la población que se dedica a la agricultura), como sucede con las familias que mantienen sus propias fincas. De esta manera, manteniendo estas proporciones, hemos estimado que la población que realiza actividades agrícolas en Cuenca será, al igual que en el resto de la provincia, el 50% de su población rural (87.829 personas), aunque esto pueda significar una subestimación.

Los datos de la ocupación agrícola que arrojan tanto el Censo Económico 2010 (428 personas), como el Censo de Población y Vivienda del mismo año (18.049 personas), son claramente una subestimación. Esto se debe a varios factores, pero principalmente a que estos estudios toman en cuenta solamente a la población que recibe un salario por estas actividades, cuando una proporción muy significativa de la población que realiza actividades agrícolas, no lo hace, como lo muestra la ESPAC.

3.1.4. La gestión del sistema territorial

La normativa ecuatoriana para la gestión territorial obliga a una coordinación profunda entre los diferentes niveles de gobierno. El resumen que se encuentra a inicios de este capítulo de las competencias exclusivas, definidas constitucionalmente para cada uno de ellos, lo muestra claramente.

Según la Constitución del Ecuador (2008), la gestión territorial debe estar en armonía con la planificación nacional, condensada en el denominado *Plan Nacional de Desarrollo*. Uno de los roles fundamentales de la planificación, y una obligación de los gobiernos autónomos

descentralizados, es garantizar el ordenamiento del territorio (artículo 241). De hecho, a excepción del gobierno central, cada uno de los distintos niveles de gobierno tiene entre sus competencias la definición de planes de ordenamiento territorial (artículos 262-267), que deben articularse con los de los otros niveles de gobierno. Sin embargo, como ya fue explicado, solamente el nivel de gobierno cantonal puede regular y controlar el uso y ocupación del suelo (artículos 264 de la constitución, y 466 del COOTAD).

Para esto, la Constitución crea el *sistema nacional descentralizado de planificación participativa* (artículo 279), el que está conformado por el *Consejo Nacional de Planificación*, y es coordinado por su secretaría técnica. Este consejo es presidido por el presidente de la república, e integra a todos los niveles de gobierno, y a la sociedad civil. Adicionalmente, cada nivel de gobierno cuenta con su propio consejo de planificación, y adicionalmente, con consejos ciudadanos independientes, como entes de deliberación y consulta.

De esta manera, cada nivel de gobierno debe tener su plan de desarrollo (de acuerdo a lo estipulado en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización-COOTAD), y su plan de ordenamiento territorial (de acuerdo a lo estipulado en la Constitución y en el COOTAD), los que deben ser elaborados participativamente. Tanto el presupuesto, de cada Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD), como sus programas y proyectos, deben responder a estos dos planes. El COOTAD en todo su texto, pero sobre todo entre los artículo 295 a 312, es bastante claro en la definición de las características de estos planes y los procesos que se deben seguir para construirlos, de tal manera que no quede a la libre discrecionalidad de las autoridades de elección popular.

A pesar de separar claramente las competencias en torno al territorio de cada uno de los niveles de gobierno, la gestión del territorio se vuelve complicada. Pues existen excepciones, que pueden producir una superposición en la toma de decisiones, por ejemplo, la decisión y control sobre los sectores estratégicos (la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico y el agua), es una competencia exclusiva del gobierno central (artículos 261 y 313 de la constitución), así como, la gestión de las áreas protegidas, aunque esta pueda ser delegada, como es el caso del Parque Nacional Cajas.

A pesar de la complejidad que implica la gestión del territorio, y cayendo en el riesgo de repetir de forma cansina algo ya explicado, la toma de las decisiones cotidianas de qué hacer en el territorio, dependerá en gran medida de las políticas de los gobiernos cantonales, pues además

ser los más cercanos a la ciudadanía, son los que tienen verdaderas facultades de decidir qué se hace y qué no se hace, lo que está regulado detalladamente en su Título IX (artículos 466 a 598).

3.1.5. La gestión del agua

En el contexto de la gestión del agua, se cruzan varios tipos de instituciones públicas, cada una de ellas con competencias claras. El seis de agosto de 2014 entró en vigencia la nueva *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua*. Esta ley sufrió importantes modificaciones hasta casi el momento mismo de su aprobación, por lo que no pudo ser incluida en el análisis realizado en este trabajo. Por esta razón, la Constitución del Ecuador (2008), ha sido tomada como la referencia fundamental para discutir la gestión del agua en el país. En ese contexto, su artículo 318 es vital para entender la organización de la gestión del agua:

Artículo 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.

Se debe resaltar varios elementos fundamentales que se desprenden de este artículo constitucional:

1. El agua no puede ser privatizada, su gestión debe ser exclusivamente pública o comunitaria.

2. El agua es gestionada por una autoridad única que depende del Estado Central, actualmente esta autoridad es la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA).
3. El agua debe obligatoriamente destinarse primero al consumo humano, segundo, al riego para la garantía de la soberanía alimentaria, tercero, al mantenimiento del caudal ecológico, y finalmente, a las actividades productivas.
4. El uso del agua para actividades productivas, indiferentemente de si son públicas o privadas, requerirá de la autorización del estado.

La autoridad única del agua ejerce la rectoría sobre este elemento. Gestiona las cuencas a través de autoridades únicas de cuenca, lo que se intenta que sea institucionalizado, pues consta en el *Proyecto de Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua*.

Al ir descendiendo en los niveles de gobierno, nos encontramos con otras competencias que tienen relación con el agua: los gobiernos regionales deben gestionar el ordenamiento territorial de las cuencas hídricas, los gobiernos provinciales se encargan de la infraestructura del riego, y los gobiernos municipales del agua potable y del saneamiento.

La gestión de las cuencas hídricas es un tema complejo, sin embargo, de acuerdo al proyecto de ley, estaría a cargo de la autoridad única del agua (SENAGUA). Adicionalmente, la constitución define la existencia de los llamados consejos de cuenca, los que deben ser formados y presididos por los gobiernos regionales (de acuerdo al COOTAD). Estos cuerpos colegiados, de acuerdo al mismo COOTAD, deben integrar a los otros niveles de gobierno, a las comunidades, y a la sociedad civil en general. Su rol, no está claramente definido ni en la constitución, ni en el COOTAD. De acuerdo al *Proyecto de Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua*, estos consejos tendrían el rol de entes consultivos, sin embargo, esto puede cambiar en el proceso de aprobación de la ley, como ya fue explicado. Lo que sí está claro, es que los consejos de cuenca deben tener una participación activa en la elaboración de los Planes de Ordenamiento Territorial de las cuencas.

Por otro, le corresponde al gobierno regional la gestión del ordenamiento territorial de las cuencas (artículo 262 de la constitución), para lo que debe articular las políticas emitidas en materia de manejo sustentable e integrado del recurso hídrico, con dichos planes (artículo 132 del COOTAD). Esto implica que necesariamente debe existir una profunda coordinación con los gobiernos municipales, pues en términos prácticos son los únicos que pueden regular y

controlar el uso y ocupación del suelo. Adicionalmente, tanto SENAGUA, como los gobiernos regionales, deben coordinar con los gobiernos provinciales la planificación y gestión del riego.

Cualquier uso del agua debe ser autorizado, y debidamente concesionado por SENAGUA, incluso los usos para consumo humano, para la generación de energía o para riego de autosubsistencia. Es así que, los gobiernos municipales (o cantonales) para poder cumplir con su competencia exclusiva sobre el agua potable, deben tener necesariamente una concesión dada por SENAGUA. En el caso del municipio de Cuenca, la competencia sobre el agua potable es ejercida a través de una empresa pública: la Empresa Pública de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado (ETAPA EP). La ciudad de Cuenca se abastece de agua de los ríos Tomebamba, Machángara y Yanuncay. La municipalidad de Cuenca crea en 1968 la Empresa Pública de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado (ETAPA EP), la que se encarga de la dotación de agua potable en la ciudad de Cuenca (Artiga, 2008). El 96,1% de la población del cantón tiene agua potable y el 84,47% alcantarillado (ETAPA, 2013).

Actualmente, ETAPA EP posee tres plantas de tratamiento para agua potable: El Cebollar (río Tomebamba), Tixán (río Machángara) y Soldados (río Yanuncay), y una planta de tratamiento de aguas residuales (Ucubamba), que trata el 88% de las aguas residuales de la ciudad. Las plantas de El Cebollar y Tixán abastecen entre el 99 y 100% de la población urbana de la ciudad. Por otro lado, el 100% del área urbana posee alcantarillado (ETAPA, 2013).

Otro actor institucional muy relevante, aunque no tenga competencias directas sobre el agua, es la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC). Esta institución debe garantizar volúmenes adecuados de agua para el funcionamiento de sus proyectos hidroeléctricos. En el territorio del cantón Cuenca existen cinco concesiones para la generación de energía eléctrica.

3.2. LOS MÉTODOS UTILIZADOS EN ESTE ESTUDIO

Cuando esta investigación fue planteada, se enfrentó a un reto importante: ¿cómo indagar al mismo tiempo en las percepciones de una sociedad y en su metabolismo? La respuesta que encontró fue hacer dos tipos de estudios, uno que se enfoque en la parte física del metabolismo socio-ecológico, y otro que indague en las percepciones de la sociedad sobre la naturaleza, el territorio y sus relaciones.

El estudio del metabolismo socio-ecológico representa un reto en si mismo, pues quienes pretendemos observarlo, somos también parte del sistema. Este tipo de investigación, por otro

lado, implica utilizar métodos que sean adecuados para un concepto que surge desde la complejidad, que necesariamente implica a un sistema formado por diferentes niveles jerárquicos. El problema es aún más complicado, ya que estudiar un sistema socio-ecológico no solamente significa evidenciar sus diferentes niveles, sino también las relaciones que existen entre ellos. A esto se debe añadir una consideración más: cada sistema tiene sus propias particularidades y especificidades, por lo que el método de estudio escogido, debe poder adaptarse a ellas.

En ese contexto, surge como una opción la aplicación de un *Análisis Multiescalar del Metabolismo Social y Ecológico* (MuSIASEM). Este tipo de análisis nos ofrece muchas de las cosas que buscamos para estudiar un sistema complejo, como lo es un sistema socio-ecológico:

- En el MuSIASEM no se estructura al sistema de forma estandarizada y rígida, todo lo contrario, pues este método se fundamenta en la idea de una gramática semánticamente abierta, como se explica en la sección [3.2.2](#). Esto significa, que un sistema puede ser metaforizado de acuerdo a sus propias particularidades, es decir, que el análisis no sólo que se puede adaptar a cualquier sistema, sino que es compatible con cualquier representación que se haga de un sistema.
- El MuSIASEM permite representar todos los niveles escogidos para el estudio, y cuantificar su metabolismo, lo que a su vez permite comparar entre elementos de un mismo nivel, y entre niveles.
- El MuSIASEM muestra las relaciones entre elementos de un mismo nivel, y entre los diferentes niveles de un sistema.

En ese contexto, decidimos que el MuSIASEM era el método adecuado para estudiar el metabolismo social del sistema socio-ecológico de Cuenca. El siguiente paso, fue escoger el elemento que estudiaríamos. Cuenca es una ciudad, que a pesar de estar en las montañas, tradicionalmente ha tenido un estrecho vínculo con el agua, y su conservación ha trascendido a la institucionalidad pública. En ese contexto, se decidió que el agua era el elemento ideal para este estudio.

De esta manera, podríamos hacer un estudio cuantitativo del sistema socio-ecológico de Cuenca. Sin embargo, un sistema social necesariamente posee un complejo sistema cultural, de creencias y de construcciones sociales, y en nuestro caso, estábamos también particularmente

interesados en él. Es así que también queríamos indagar en cómo la sociedad cuencana percibe a la naturaleza, el territorio, la biodiversidad y sus relaciones.

Existen múltiples métodos para realizar este tipo de investigación, sin embargo, se requiere un método que además de garantizar rigurosidad científica, también se adapte a las circunstancias particulares de tiempo y presupuesto de cada investigación. Entre las principales opciones estaban el método Q, la investigación-acción, la etnografía, la observación participante, y las encuestas.

Esta investigación implicaba trabajar directamente con actores clave en la toma de decisiones, como alcaldes, rectores, representantes gremiales, representantes de instituciones públicas, entre otros. Este hecho, hacía inviable utilizar la investigación-acción, la etnografía y la observación participante, ya que son metodologías que demandan un tiempo que este tipo de actores no tienen. Las encuestas, por otro lado, se enfocan en los temas que quien investiga considera importantes, cuando lo que buscábamos es indagar en los temas que la sociedad considera fundamentales, por lo que las encuestas también fueron descartadas.

En ese contexto, el método Q siempre fue la mejor opción, puesto que garantizaba el acceso a actores clave, pero también garantizaba no perder las sutilezas, las contradicciones y la subjetividad de las percepciones. El método Q permite identificar las principales percepciones, o los principales discursos, que se encuentran en una sociedad, garantizando que los temas clave de dichos discursos surjan de la sociedad, y no de quien investiga. Por otro lado, el método Q tiene una ventaja adicional, con lo que gana en rigurosidad: permite analizar cuantitativamente datos cualitativos.

De esta manera, se decidió usar el método Q, porque en él encontramos lo que buscábamos en los diferentes métodos: evaluar las percepciones de personas (y no de cuestionarios), que se evidencien las contradicciones propias de la subjetividad humana, que permita identificar los discursos sociales, y que permita estudiar estadísticamente información cualitativa.

3.2.1. Las fuentes de información

Los métodos escogidos para este trabajo implicaron trabajar con múltiples fuentes y tipos de información, las mismas que debían ser procesadas, analizadas y contextualizadas para este estudio.

La cartografía se constituyó en una herramienta fundamental para este estudio. Todos los mapas han sido de elaboración propia, así como también la capa cartográfica de los ecosistemas remanentes del cantón Cuenca. La información que contiene cada una de las capas cartográficas procesadas, ha sido fundamental para poder realizar los análisis territoriales y de coberturas. Este trabajo hubiera sido imposible sin sus datos. De esta manera, su función no fue solamente gráfica e ilustrativa, aunque su aporte de color a esta páginas también importante.

La información cartográfica sobre la cobertura y uso del suelo en el territorio, fue proporcionada por la Secretaría de Planificación de la Ilustre Municipalidad de Cuenca, y fue producida para el diseño del Plan de Ordenamiento Territorial del cantón. El resto de la cartografía analizada provino de diversas fuentes:

- Del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC): la cartografía de la división político administrativa del Ecuador, actualizada al año 2012.
- Del Instituto Geográfico Militar (IGM): la cartografía base a escala 1:50.000 y 1:250.000.
- De la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA): la cartografía de la división del territorio de acuerdo a los sistemas hídricos, según la clasificación PFAFSTETTER, a escala 1:250.000.
- Del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE): la cartografía a escala 1:250.000 de las formaciones vegetales del Ecuador, del Patrimonio de áreas Naturales del Estado, de las precipitaciones, del índice ombrotérmico y del índice de termicidad.
- Del Instituto de Estudios de Régimen Seccional de la Universidad del Azuay (IERSE): la cartografía a escala 1:25.000 de las subcuencas de la cuenca del río Paute.
- El Modelo Digital del Terreno fue obtenido en: Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.

Una fuente fundamental fue el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC), de esta institución provino la información de:

- El Censo Nacional de Población y Vivienda realizado en el año 2010,
- El Censo Económico Nacional realizado también en el años 2010,

- La Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua de 2012 (ESPAC-2012),
- La encuesta de uso del tiempo 2012,

La información sobre el uso del agua provino de dos fuentes principalmente. La información sobre las concesiones de agua de acuerdo a los usos finales, provino de la Secretaría Nacional del Agua, y está actualizada al año 2011. Mientras que, la Empresa Pública (Municipal) de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado de Cuenca (ETAPA EP) proporcionó información para el período 2003-2013 de los volúmenes y consumos de agua potable en la zona urbana desde, de acuerdo a los tipos de usuario. Adicionalmente, ETAPA proporcionó también la información de los caudales diarios de los cuatro ríos de Cuenca, durante el período 1997-2011.

Toda la información descrita fue detalladamente analizada, y utilizada ya sea para la descripción del sistema territorial de Cuenca, o para la aplicación del MuSIASEM del agua.

3.2.2. El Análisis Multiescalar del Metabolismo Social y Ecológico

Los conceptos de las ciencias de la complejidad, el paradigma de los sistemas y su jerarquía, y el metabolismo social, nos enfrentan a una amplia gama de retos no sólo teóricos, sino también metodológicos: ¿cómo estudiar los sistemas y su jerarquía? ¿cómo investigar el metabolismo de las sociedades?

Los análisis cuantitativos tradicionales se sostienen en tres supuestos: que el observador está fuera de lo observado; que se puede describir de forma incuestionable lo que el sistema es y lo que el sistema hace; y, finalmente, que es posible hacer observaciones y modelos que reduzcan la incertidumbre a niveles manejables (Giampietro *et al.*, 2012).

En ese contexto, surge la propuesta de utilizar *gramáticas* como alternativa a los modelos. Para definir una gramática, primero es fundamental entender tres términos: categoría semántica, categoría formal, y referentes externos. La *categoría semántica* se refiere a la forma en que definimos un sistema, a cómo lo estructuramos, la forma en la que se relacionan sus elementos y en dónde ponemos sus límites. La *categoría formal*, en cambio, se refiere a conceptos previamente definidos, como nombres, modelos o reglas de producción; son conceptos sobre los que hay un cierto consenso, por lo que es importante usarlos, para formalizar el sistema en estudio. Finalmente, los *referentes externos* se refieren a las fuentes de datos y de información (Giampietro *et al.*, 2012; Ariza Montobio, 2013). De esta manera, una gramática es definida como un juego de

las relaciones esperadas entre estas nociones (Serrano y Giampietro, 2009; Giampietro *et al.*, 2012):

1. Entre diferentes categorías semánticas
2. Entre categorías semánticas y categorías formales, esto estructura la forma en la que el problema es definido
3. Entre categorías formales
4. Entre categorías formales y los referentes externos

Es así que, sosteniéndose en el uso de gramáticas, surge el Análisis Multiescalar del Metabolismo Social y Ecológico (Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecological Metabolism-MuSIASEM, por sus siglas en inglés) (Giampietro *et al.*, 1994, 2006, 2009, 2012; Giampietro y Mayumi, 1997; Giampietro, 2003; Ramos Martín y Giampietro, 2005). El MuSIASEM no es un protocolo estandarizado y cerrado, es más bien un juego de conceptos, métodos y herramientas relacionadas coherentemente entre sí, que permite estudiar cuantitativamente diferentes dimensiones a la vez, y también, varias escalas al mismo tiempo (Scheidel, 2013).

El MuSIASEM se sostiene en diferentes construcciones teóricas, Giampietro *et al.* (2012) hablan de cinco pilares fundamentales para este método:

1. La noción de gramática
2. Los conceptos derivados de la autopoiesis (sección [2.1.1](#))
3. El concepto del presupuesto dinámico de energía
4. El concepto de impredicatividad y el análisis de bucle impredicativo (impredicative loop analysis)
5. El efecto mosaico

La idea de usar una gramática, marca un alejamiento significativo del uso de la modelación dura para producir modelos de los sistemas. Giampietro *et al.* (2012: página 140) definen a gramática como "*un sistema de clasificación semántica, que se fundamenta en la caracterización de funciones expresadas en un nivel jerárquico determinado (usando las categorías propias de ese nivel), y*

*necesarias para poder ejecutar otra función en un nivel jerárquico superior (usando las categorías definidas para ese nivel jerárquico superior)*¹⁴.

En ese contexto surge el concepto de la *gramática multipropósito* para poder estudiar sistemas caracterizados por su multidimensionalidad (Serrano y Giampietro, 2009; Giampietro *et al.*, 2012). La gramática multipropósito requiere de un operador, de un agente externo que hace las veces de quien cuenta una historia. Dicha gramática necesariamente contiene (Giampietro *et al.*, 2012):

1. Una taxonomía, que se refiere los juego que usa la gramática tanto de categorías semánticas, como de categorías formales.
2. El lexicón, o los vocabularios, para cada una de las categorías de la taxonomía.
3. La producción de las reglas aplicadas en las categorías formales, donde será fundamental la diferenciación entre *nombres* e *identificadores*.

La autopoiesis significa auto-producción, es decir, que un sistema disipativo se reproduce a sí mismo (Giampietro *et al.*, 2012), como se discutió en la sección [2.1.1](#), es equivalente a diferentes conceptos, como la *autoorganización* de Munné (2004), las *estructuras disipativas* de Prigogine y Sterns (1983), y la *recursividad* de Morin (en sus diferentes textos a partir de 1977). Pero por otro lado, es fundamental señalar sus diferencias, la autopoiesis se refiere a la capacidad de autoproducirse de los sistemas vivos, es decir, a la autogeneración de sus propios componentes (Maturana y Varela, 1980; Mingers, 1997), mientras que la autoorganización es un fenómeno presente en los sistemas caóticos, sean estos vivos o no vivos. Para Giampietro *et al.* (2012) la autopoiesis es una característica de los sistemas disipativos, según la cual sus estructuras están profundamente relacionadas entre sí.

La aplicación de los conceptos de la autopoiesis al estudio del metabolismo de las sociedades tiene profundas implicaciones. Pues, significa concebir al metabolismo social como redes disipativas (o sistemas disipativos), y no como sencillas series de transformaciones lineales. En la ecología teórica, el sistema autopoietico es definido (en este caso un ecosistema) antes del análisis, a través de una gramática, y su metabolismo se entiende como una serie de funciones integradas, desarrolladas por sus elementos estructurales (Giampietro *et al.*, 2012). El MuSIASEM usa las nociones de la ecología de sistemas para estudio de las sociedades.

¹⁴ Traducción propia

El tercer concepto, es el del presupuesto dinámico de energía: cualquier sistema metabólico debe invertir energía para obtener energía, es decir, debe alimentarse a sí mismo. Esta inversión de energía no solamente se usa para la obtención de energía, sino también para expresar otros comportamientos y para reproducirse a sí mismo. Por lo tanto, todo sistema autopoietico está sometido a restricciones respecto a la cantidad de energía que puede tomar para su metabolismo (Giampietro *et al.*, 2012).

El cuarto concepto, la impredicatividad, está íntimamente relacionado con la autopoiesis, pues todo sistema autopoietico es impredicativo. La impredicatividad se refiere a la relación de los elementos de un sistema entre sí, pero también con el sistema. Como lo explican Giampietro *et al.* (2012), esto significa que el sistema define a sus elementos, y estos a su vez se definen entre sí, y también definen al sistema. Los ejemplos que utilizan estos autores lo explican de forma muy clara:

- Al usar una escala de tiempo determinada para estudiar la dinámica propia de un sistema formado por predadores y presas, se encuentra que la cantidad de predadores afecta directamente la cantidad de presas. Sin embargo, si se hace la observación en una escala de tiempo mayor, la cantidad de presas también afecta a la cantidad de predadores. De esta manera, el sistema predador-presa define a los predadores y a las presas, pero éste a su vez es definido por las presas y por los predadores, y por sus relaciones.
- La paradoja del huevo y la gallina: es fundamental asumir la existencia de una gallina para explicar la existencia de un huevo, pero al mismo tiempo, no se puede explicar la existencia de una gallina sin la existencia previa de un huevo.

La impredicatividad de los sistemas vivos en particular, y de los sistemas caóticos y disipativos en general, no puede ser explicada con las relaciones causa-efecto de la ciencia positivista (como se discute en la sección [2.1](#)). Por lo tanto, la representación cuantitativa de estos sistemas significa un reto epistemológico fundamental (Giampietro *et al.*, 2012).

En ese contexto, se desarrolla la propuesta del *análisis de bucle impredicativo*, sistematizada por Mario Giampietro en su libro *Multi-Scale Integrated Analysis of Agro-ecosystems: taking seriously complexity* (2003). Este análisis cuantitativo se deriva de la idea de las *restricciones recíprocas*, y consiste en representar en un sistema de cuatro cuadrantes al funcionamiento del metabolismo

social, de acuerdo a las relaciones recíprocas entre sus fondos y sus flujos (estos conceptos serán explicados más adelante) (Giampietro *et al.*, 2012).

Finalmente, el último pilar conceptual del MuSIASEM, es la idea del efecto mosaico. Esto significa que el valor de una variable para un componente específico de un sistema, tiene influencia en el sistema completo, es decir, que si este valor cambia, los valores para la misma variable de los otros componentes del sistemas, también se verán afectados. Como lo explican Giampietro *et al.* (2012), una excelente metáfora para describir el efecto mosaico es la del juego del Sudoku: donde tenemos un sistema (el juego completo), compuesto por varios subsistemas (cada grupo de nueve cuadrados), que se relacionan a través de columnas verticales y de filas horizontales y de bloques de 3x3. El número que se coloque en cada uno de los cuadrados debe ser un dígito del uno al nueve, que no se puede repetir dentro de su propio subsistema, pero tampoco, ni en la fila, ni en la columna en la que se encuentra. Esto significa que al cambiar un número en un cuadrado determinado, se debe cambiar todos los otros números del subsistema, de la fila y de la columna a la que pertenece, es decir, un valor afecta a todo el sistema. Las tres restricciones en un MuSIASEM son la factibilidad, la viabilidad y la conveniencia (o deseabilidad) de cada escenario.

Para la aplicación de estos conceptos en el Análisis Multiescalar del Metabolismo Social y Ecológico (MuSIASEM), es fundamental contextualizarlos en el marco teórico de Nicolás Georgescu-Roegen y de su visión biofísica del proceso económico, concretamente en sus conceptos de Fondo y Flujo (Georgescu-Roegen, 1971/1999).

La literatura sobre Georgescu-Roegen y sus conceptos de Fondo y Flujo es amplia, y no es el objetivo de este trabajo discutirla. De manera general, la literatura revisada (Giampietro *et al.*, 1992, 2009, 2009, 2012; Mayumi *et al.*, 1998; Ramos Martín *et al.*, 2009; Farrell y Mayumi, 2009; Arizpe, 2012; Ariza Montobio, 2013; Scheidel, 2013; Diaz Maurin, 2013; Madrid *et al.*, 2013a) coincide en que:

- Los *flujos* son elementos que en el período de representación, entran en el sistema, pero que no salen de él, o salen del sistema sin haber entrado; es decir, son elementos que desaparecen o aparecen en el período del estudio. Ejemplos de flujos son los combustibles fósiles, la electricidad, los alimentos, o los productos industriales de una economía. Por ejemplo, en el caso de Cuenca, podrían ser flujos la cerámica o los cables eléctricos.

- Los *fondos*, en cambio, son los agentes que mantienen su identidad durante el horizonte de tiempo del análisis. Son quienes realizan las transformaciones de los flujos de entrada, en flujos de salida. De esta manera, ejemplos de fondos son los ecosistemas, la población o la tierra colonizada.

La mayor parte de trabajos que han aplicado el MuSIASEM se han enfocado en el metabolismo energético de las economías, y recientemente se está haciendo la integración del uso del suelo con la producción de alimentos y con el consumo del agua (Giampietro *et al.*, 2014). En este trabajo se ha utilizado el MuSIASEM aplicado al estudio del metabolismo del agua en el cantón Cuenca, Ecuador.

3.2.3. El Análisis Multiescalar del Metabolismo Social y Ecológico aplicado al agua

La aplicación del MuSIASEM al estudio del agua es relativamente nueva, en la ya de por sí joven historia de este método. La discusión sobre el MuSIASEM aplicado al agua se encuentra en el artículo publicado en 2013 en Bioscience, de Cristina Madrid, Violeta Cabello y Mario Giampietro: *Water-Use Sustainability in Socioecological Systems: A Multiscale Integrated Approach* (Madrid *et al.*, 2013a). Es así que dicho artículo se convierte en el fundamento principal para el debate del uso del MuSIASEM en el estudio del metabolismo del agua. En el caso de este trabajo, el artículo será complementado con el capítulo sobre la gramática del agua del libro *Resource Accounting for Sustainability Assessment: The Nexus between Energy, Food, Water and Land Use* (Giampietro *et al.*, 2014) y con comunicaciones personales con sus autoras/es.

La aplicación del MuSIASEM al agua implica una serie de nuevos retos, debido a las particularidades propias del líquido vital.

El agua puede ser percibida como un elemento o como un recurso, sin embargo, estas nociones son semánticamente cerradas, y no reflejan lo que el agua significa para la vida, para los procesos ecológicos, para las sociedades, para las personas y para la economía. Una definición semánticamente abierta del agua, implica reconceptualizar al *uso del agua* como los servicios que presta para una función metabólica determinada (es decir, las propiedades o características específicas que son necesarias para cumplir con dicha función), y no como el volumen del elemento químico usado (Madrid *et al.*, 2013a), es decir, que la definición del recurso agua dependería del contexto en que se encuentre. Esto, de acuerdo a las mismas autoras, significaría un cambio fundamental en el estudio del metabolismo del agua, puesto que permitiría integrar

en el mismo análisis, tanto a varios niveles jerárquicos del sistema en estudio, como a diferentes percepciones culturales, y a distintas funciones socio-ecológicas del agua.

Por otro lado, la idea del agua como un *activo ecosocial* (Aguilera Klink, 1994, 2001, 2006; Madrid *et al.*, 2013a), se vuelve fundamental para el MuSIASEM del agua. La aplicación de la noción de activo ecosocial tiene profundas consecuencias (Aguilera Klink, 2006): ya que, en primer lugar, implica asumir que la apropiación y la gestión no se ejerce sobre recursos (como en una definición semánticamente cerrada del agua), sino sobre ecosistemas. En segundo lugar, partiendo de lo anterior, implica que para poder ejercer una gestión de los ecosistemas, se requiere necesariamente de una organización institucional dirigida hacia una gestión integrada del territorio, y no de los recursos. Adicionalmente, el caso del Ecuador presenta una particularidad extra, puesto que su constitución (2008) determina que el agua es un derecho humano (artículo 12).

Entre los fundamentos teóricos del MuSIASEM está el modelo de fondo-flujo. La aplicación del MuSIASEM al estudio del agua, por tanto, requerirá también la contextualización del modelo fondo-flujo a su estudio. El caso del agua es particular, puesto que puede ser considerada a la vez un fondo o un flujo, dependiendo del contexto y de la escala del análisis. Esta ambigüedad semántica para definir cuándo es un fondo y cuándo es un flujo, permite evidenciar la competencia entre dos sistemas. Por ejemplo, entre el uso industrial del agua de un río (en ese caso actuaría como flujo), y el mismo río, entendido como ecosistema, que requiere del agua para mantener su identidad (en ese caso el agua actuaría como un fondo). De esta manera, el agua se consideraría un flujo cuando en su uso se consume la propiedad o característica deseada, como por ejemplo, su capacidad de enfriar en un proceso industrial; generalmente, el agua que se involucra en el metabolismo social es un flujo, con pocas excepciones, como la de reservorios y lagos artificiales. Por otro lado, el agua se transforma en un fondo a nivel ecosistémico, ya que de su existencia y mantenimiento dependerá que el ecosistema pueda, a su vez mantenerse, expresar sus funciones y reproducirse (Madrid *et al.*, 2013a; Giampietro *et al.*, 2014). En el caso de este trabajo, sería un fondo el agua de los ríos, riachuelos y humedales (como lagunas, pantanos, o ciénegas) que se encuentran en las subcuencas de los ríos Tomebamba, Yanuncay, Tarqui y Machángara.

El modelo fondo-flujo permite visualizar los roles no equivalentes que cumple el agua tanto en el metabolismo social, como en el metabolismo ecológico, a diferentes escalas. La identidad de los flujos dependerá directamente de su uso final (por ejemplo como agua potable), y cada uno de ellos requerirá que el fondo del que provienen tenga determinadas características, es decir,

que se establece una relación fondo-flujo a nivel cualitativo. Esta relación también tendrá aspectos cuantitativos, que serán los valores de la razón fondo/flujo (Madrid *et al.*, 2013a).

3.2.4. La aplicación del Análisis Multiescalar del Metabolismo Social y Ecológico del agua en Cuenca

Aplicar un Análisis Multiescalar del Metabolismo Social y Ecológico (MuSIASEM), por definición, implica una contextualización al lugar y a los objetivos de ese estudio específico. Por lo que hacer un MuSIASEM del agua en Cuenca necesariamente implica diseñarlo para la realidad de esta ciudad.

A pesar de que la información disponible para este tipo de trabajo es abundante, y de buena calidad, no abarca un período temporal amplio, y no abarca a todo el territorio del cantón Cuenca. Se puede, sin embargo, evitar que estas limitaciones entren en conflicto con la aplicación de un MuSIASEM robusto. Para superar la primera de ellas, simplemente hemos decidido enfocar el análisis en el año del que proviene la mayor parte de la información: el año 2010. La segunda limitación, se da porque solamente se tiene disponible información sobre las concesiones de agua de la cuenca del río Paute, es decir, que no se tiene esta información de la vertiente pacífica del territorio de Cuenca; esto sin embargo no es un problema serio, ya que en esta zona vive menos del 1,67% de la población de Cuenca (menos de 8.463 personas), tanto las zonas urbanas consolidadas y en proceso de consolidación, como toda la actividad industrial, se encuentran en la cuenca del Paute, así como también la principal actividad económica y agropecuaria. De esta manera, este estudio se enfoca en el metabolismo del agua de Cuenca para el año 2010, y en la cuenca del río Paute.

El uso del MuSIASEM al estudio del agua en Cuenca, aporta dimensiones que antes no habían sido estudiadas en esta ciudad, o por lo menos, no conocemos estudios que las incluyan. El MuSIASEM implica estudiar el metabolismo del agua de Cuenca, rebasando las visiones de la ingeniería, la economía o la arquitectura. La aplicación de este método, implica pensar en Cuenca y su territorio como un sistema socio-ecológico.

3.2.5. El Método Q

Las preguntas e hipótesis que han dado origen a este trabajo, necesariamente implican un estudio de percepciones. De esta manera, el análisis cuantitativo del metabolismo, se vio complementado con un estudio cualitativo, para el que se aplicó el método Q.

El método Q explora y evidencia las contradicciones innatas a la subjetividad humana. Se ha constituido en una herramienta de apoyo para la planificación territorial (Nijnik *et al.*, 2009) y los estudios rurales (Zografos, 2007). Fue diseñado por William Stephenson a principios de los años 30, para estudiar estadísticamente la subjetividad en sus diferentes formas, y de una manera estructurada (Brown, 1980, 1998; Barry y Proops, 1999). La importancia de este método radica en que permite analizar cuantitativamente información cualitativa.

El objeto de Q son las construcciones sociales (Barry y Proops, 1999). Este método trabaja en base a alegatos o enunciados (statements) planteados y definidos por las mismas personas que son sujetos del estudio (sea a través de entrevistas o publicaciones), a diferencia de una encuesta, donde las preguntas son diseñadas y planteadas directamente por quien hace la investigación (Osses, 2009). Tal vez una de las principales fortalezas de Q es que correlaciona y factoriza a personas y sus respuestas, y no a cuestionarios (Brown, 1993; Neblo, 2009). En Q los cuestionarios son calificados por personas, a diferencia de los métodos basados en la estadística convencional (o métodos R), donde las personas son calificadas por cuestionarios (Brown, 1998). Q extrae las formas de discurso latentes, y permite establecer patrones personales y compartidos, así como, la diversidad de juicios; los métodos R, en cambio, estudian patrones entre grupos de características personales como el género, la edad o la clase social (Barry y Proops, 1999).

Q opera bajo el supuesto de una diversidad finita, ya que generalmente existe una cantidad limitada de patrones ordenados en el ámbito que se esté estudiando. Q asume esto, y busca revelarlos de una forma estructurada e interpretable (Barry y Proops, 1999). De esta manera, la selección de los participantes en un estudio es fundamental, pues si éstos reflejan a la diversidad de actores clave, permitirán dibujar una imagen cercana a esa diversidad finita. Este método permite identificar si existen patrones compartidos entre individuos (Barry y Proops, 1999). Éstos califican una serie de alegatos, y Q forma grupos o coaliciones en función de los patrones comunes encontrados (Zografos, 2007).

De manera general, existen dos tipos diferentes de muestreo: los que usan tamaños de muestra predefinidos, y los llamados naturalistas (McKeown y Thomas, 1988; Osses, 2009). Los muestreos naturalistas obtienen su conjunto de datos a través de la comunicación directa con los participantes, ya sea a través de fuentes orales (como entrevistas), o sea de fuentes escritas; de esta manera, el conjunto de alegatos obtenidos está directamente relacionado con las visiones propias de los participantes (McKeown y Thomas, 1988).

La aplicación de Q requiere de varias etapas (Brown, 1993, 1998; Barry y Proops, 1999; Zografos, 2007; Osses, 2009):

1. Primero se debe identificar la temática a estudiar, así como los actores clave para hacerlo.
2. Luego, se realiza una serie de entrevistas a una muestra de los actores clave identificados. Las entrevistas pueden ser complementadas por una revisión de publicaciones relevantes para el tema de estudio. El resultado será un conjunto inicial de alegatos (Q concourse of statements).
3. El conjunto inicial de alegatos debe ser reducido a un número manejable de éstos, produciendo la llamada colección de alegatos Q (Q set of statements).
4. El conjunto de alegatos Q debe ser clasificado y valorado por cada participante. El resultado son las clasificaciones Q (Q sort), cada clasificación Q representa a un participante en particular:
 - a. Cada alegato es impreso en una tarjeta y mostrado a cada uno de los participantes
 - b. Cada tarjeta es clasificada en uno de tres grupos: de acuerdo, en desacuerdo o indiferente

Cada participante clasifica a cada alegato en una escala, que necesariamente debe ir del total de acuerdo (por ejemplo +3), hasta el total de desacuerdo (por ejemplo -3). Para hacerlo, debe ubicar cada tarjeta en una matriz, en la que la cantidad de celdas sea exactamente igual a la cantidad de alegatos (y consecuentemente de tarjetas). Las columnas de dicha matriz representan el grado de aceptación o de rechazo, según la escala usada (por ejemplo, de +3 a -3). Las filas en cambio, no significan ninguna escala, ni jerarquía (

c. Figura 3.13).

Figura 3.13: Ejemplo de una matriz Q para clasificar 35 alegatos, usando una escala de valoración de -3 a +3

-3	-2	-1	0	+1	+2	+3

5. El análisis estadístico se hace en cuatro etapas:
 - a. Primero, se aplica una correlación a todos los cuestionarios.
 - b. Luego se realiza un análisis de tipo factorial, bien sea un Análisis de Componentes Principales, o bien sea un Análisis Factorial de Centroides. Un análisis factorial busca clasificar variables, en este caso las variables son las clasificaciones Q, de hecho, se podría decir que en el método Q el análisis factorial es una forma de determinar cómo una persona se clasifica a sí misma (Brown, 1980).
 - c. Los factores resultantes deben ser rotados alrededor del punto 0 de un plano cartesiano, buscando evidenciar las correlaciones entre los factores. Esto se puede hacer con una rotación automática de tipo Varimax, con una rotación manual, o con las dos (Schmolck, 2012a).
 - d. Finalmente, se aplica el análisis Q propiamente dicho. El resultado es una serie de factores, donde cada factor es equivalente a un discurso.
6. Finalmente, los resultados son interpretados, y los discursos son verbalizados en función de los alegatos que los caracterizan, así como, de las opiniones de los participantes y las entrevistas realizadas.

3.2.6. La aplicación del método Q para el estudio de los discursos sobre la naturaleza, el territorio y el metabolismo social en Cuenca

Las circunstancias de tiempo de los actores para este estudio, obligaron a hacer una adaptación del método Q, manteniendo su fortaleza estadística, pero flexibilizando su aplicación. Este estudio aplicó un muestreo de tipo naturalista.

Los actores fueron seleccionados para este estudio a partir de un mapa de actores producido por la Ilustre Municipalidad de Cuenca. Para la obtención del conjunto inicial de alegatos, se combinó entrevistas semiestructuradas a profundidad, con una revisión de publicaciones oficiales y de prensa. La entrevista constaba de 12 preguntas, las mismas que indagaban en cómo los actores entienden a la naturaleza, el territorio, lo urbano, lo rural y sus relaciones. Siete actores clave fueron entrevistados, cuatro pertenecientes al sector urbano y tres al sector rural; dichos actores representaban a las comunidades rurales, al sector público nacional, municipal y parroquial, a la academia y al sector privado. Con esto, se cubrió el abanico de instituciones que tienen relación directa con la planificación territorial, no sólo de acuerdo al mapa de actores utilizado, sino también según la Constitución del Ecuador (2008). Las entrevistas fueron complementadas por una revisión de ocho meses de publicaciones oficiales, así como de la prensa cuencana (desde enero hasta agosto de 2011). De esta manera, sustentándose en el supuesto de la diversidad finita, se obtuvo el conjunto inicial de alegatos.

El Conjunto Inicial de Alegatos fue depurado a través de un proceso sistemático de eliminación de los iguales, y de confrontación de los opuestos para cada tema. Obteniendo, de esta manera, la Colección de Alegatos, la misma que estaba formada por 95 alegatos. Ésta fue organizada en orden alfabético, en una matriz tipo Likert (Neblo, 2009; Ward, 2013), usando una escala de valoración de 11 niveles: desde -5 (desacuerdo completo) hasta +5 (acuerdo completo), e incluyendo al 0 (indiferente). Finalmente, el conjunto inicial de alegatos fue presentado a los actores clave seleccionados para su clasificación (Tabla 3.8).

Se definió dos procesos para la aplicación que los actores clave clasifiquen el conjunto inicial de alegatos:

1. A través de tarjetas con los alegatos. Se pidió a quien realizaba la clasificación Q que lea y que organice los alegatos en tres grupos: uno para los alegatos con los que estaba de acuerdo, otro para los que le eran indiferentes, y otro para los que estaba en desacuerdo. Luego, cada alegato fue nuevamente revisado, y valorado usando la matriz Likert.

- Se entregó la matriz Likert y se pidió que cada afirmación sea leída. Inmediatamente, se pidió que cada afirmación sea calificada en la misma matriz. Esta última estrategia se aplicó de manera individual a quienes tenían limitaciones de tiempo, y de manera grupal en talleres (una matriz para cada participante).

Tabla 3.8: Actores clave que realizaron la clasificación Q

Sector Público	Sector Académico	Sector Privado
Alcaldía de Cuenca	Rectorado de la Universidad de Cuenca	Presidencia de la Cámara de Comercio de Cuenca
Vicealcaldía de Cuenca	Rectorado de la Universidad del Azuay	Consultora ambiental privada
Consortio de Juntas Parroquiales de Cuenca	Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay	
Una Concejalía	Escuela de Biología, Ecología y Gestión de la Universidad del Azuay	
Juntas parroquiales rurales de Cuenca (13 de 21)		
Subsecretaría regional de SENPLADES-Austro		
Subsecretaría regional del Ministerio del Ambiente (MAE)		
Gerencia de ETAPA		
Subgerencia de Gestión Ambiental de ETAPA		
Gerencia de la Corporación Parque Nacional Cajas		

Elaboración propia

Se obtuvo 33 clasificaciones Q (19 rurales y 14 urbanas), cuatro de ellas fueron desechadas por inconsistencias. La Tabla 3.9 muestra una parte de la matriz Likert usada. Se utilizó el programa PQMethod (Schmolck, 2012b) para el procesamiento estadístico de los datos. Dado que éstos no respondían a una distribución normal o de Gauss, se aplicó un análisis factorial de centroides (Brown, 1980, 1998). El resultado del Análisis Factorial de Centroides, previo a la rotación de los

datos, asigna a cada clasificación Q un valor de carga factorial, y además las agrupa en factores. El programa PQMethod¹⁵ requiere una selección manual de las clasificaciones Q estadísticamente relevantes, las mismas que serán las que tengan un valor de carga factorial igual o mayor a un valor definido como Estadísticamente Significativo (VES). Para calcularlo se aplica la siguiente fórmula $VES = 2,58 * EE$; donde EE es el error estándar (Zografos, 2007; Osses, 2009). El error estándar se calcula aplicando la fórmula $EE = \frac{1}{\sqrt{n}}$; donde n es el número total de alegatos. En este caso el VES fue de 0,26:

$$EE = \frac{1}{\sqrt{n}} = \frac{1}{\sqrt{95}} = 0,102$$

$$VES = 2,58 * EE = 2,58 * 0,102 = 0,26$$

Posteriormente, se realizó una rotación automática de los resultados de tipo Varimax¹⁶, y en seguida una rotación manual. Por último, se ejecutó el análisis Q.

El uso del método Q, aplicado al estudio de Cuenca, permitió integrar las percepciones y las contradicciones de actores, que de otra manera, con cualquier otro método se habrían perdido. Los métodos que garantizaban no perder esas subjetividades, eran incompatibles con los tiempos de los actores, mientras que con los métodos que si permitían la participación de dichos actores, se perdían sus contradicciones y subjetividades. El método Q, garantizó rigurosidad, calidad, y permitió revelar dimensiones que no podrían haber sido reveladas en otras circunstancias.

¹⁵ <http://schmolck.userweb.mwn.de/qmethod/#PQMethod>

¹⁶ Los análisis factoriales requieren que, luego de obtener los factores, dichos factores sean rotados. Estas rotaciones pueden hacerse de forma subjetiva y gráfica, o de forma analítica y automática. Las rotaciones analíticas y automáticas más comunes usadas en Q son la quartimax y la varimax, siendo esta última la más usada. La rotación varimax maximiza las varianzas de las cargas factoriales (Kaiser, 1958; Brown, 1980; Dien, 2010)

Tabla 3.9: Fragmento de la matriz Likert utilizada

ALEGATO	ESTOY EN CONTRA					ME ES INDIFERENTE	ACEPTO O ESTOY DE ACUERDO				
	-5	-4	-3	-2	1	0	+1	+2	+3	+4	+5
Cada actuación humana debe afectar lo menos posible a la biodiversidad											
Conservar la biodiversidad es conservar nuestra vida, es conservar el equilibrio											
Cuando la naturaleza se mueve, puede ser devastadora											
El ciudadano urbano aprecia muy poco a la naturaleza, y tiene poco interés por las decisiones sobre su manejo, no hay un interés implicativo											
El espacio urbano es el espacio construido, con un sentido de continuidad entre las viviendas y habitaciones, alberga grandes cantidades de personas, que requieren servicios											
El futuro es preocupante porque se hace caso omiso de las recomendaciones que los técnicos vienen dando, por eso estamos sintiendo los impactos, por ejemplo, del calentamiento global											
El futuro es preocupante, porque los proyectos necesarios para la vida, como los mineros, pueden tener afectaciones para la calidad de vida, la salud de las personas y ambientales que generan mucho temor											
El paisaje es dinámico, cambia en el tiempo, y está constituido por elementos humanos (urbanos y rurales) y naturales											
El paisaje es un producto del manejo del territorio, donde el ser humano puede influir, y es percibido de formas diferentes											

Capítulo 4: EL SUMAK KAWSAY Y LA PROBLEMATIZACIÓN DE LA NATURALEZA: EL CASO DE CUENCA, ECUADOR

Como ya fue discutido anteriormente, las políticas que regulan la dinámica de un sistema social, se sostienen en cómo ese sistema se ha problematizado a sí mismo, y en la manera en que ha problematizado al sistema ecológico que lo contiene. En el caso particular del Ecuador, la inclusión en su constitución de la visión andina del *Sumak Kawsay*, significa, por un lado, que su sistema socio-ecológico debe ser problematizado en función de esta cosmovisión, y por otro lado, que el Sumak Kawsay se transforma en una política de estado reguladora de la dinámica socio-ecológica de este país.

El Sumak Kawsay es un paradigma muy profundo, sin embargo, es también una idea abierta, con múltiples percepciones en constante maduración, y a veces contradictorias, por ejemplo, hay quienes lo conciben como una forma de desarrollo sustentable, mientras que también hay quienes sostienen que es una alternativa diferente al desarrollo sustentable, y por tanto, al desarrollo. En ese contexto, al ser un concepto etéreo, se vuelve extremadamente difícil el diseño de políticas que se enmarquen el Sumak Kawsay.

Por otro lado, esta concepción andina fue incluida en la constitución sin un debate social profundo, que permita que la sociedad ecuatoriana se ponga de acuerdo en qué entiende por Sumak Kawsay. Su significado está claro para los pueblos andinos originarios, sin embargo, el sistema socio-ecológico ecuatoriano se caracteriza por su alta diversidad, tanto a nivel cultural, como a nivel ecosistémico, por lo que es fundamental un diálogo intercultural amplio para ponerse de acuerdo.

Este trabajo contrasta ciertos principios del Sumak Kawsay, considerados como fundamentales por los autores revisados, con los discursos encontrados en el territorio del cantón Cuenca sobre la naturaleza, el territorio, el paisaje, la biodiversidad, lo urbano y sus relaciones, y lo rural y sus relaciones:

1. El Sumak Kawsay tiene una visión sistémica y ecocéntrica, es decir, que significa un paradigma unificador, que no está regido por la dicotomía sociedad-naturaleza.

2. El Sumak Kawsay, en el contexto de su propia narrativa, asume una jerarquía de los sistemas: la persona, la familia, la comunidad, y la Pacha Mama (Kowii, 2011).
3. La realización, la vida digna y plena de la persona se sostiene en la armonía, y depende de que esté en armonía consigo misma, con su familia y su comunidad (su sistema social), y con la Pacha Mama (su sistema ecológico) (Kowii, 2011). Este elemento es imposible sin el trabajo, la creatividad e innovación, y sin la participación activa en la vida de la comunidad.
4. La sustentabilidad ecológica está implícita en el Sumak Kawsay, sin embargo, no es su objetivo, es un prerrequisito para lograrlo (Hernández, 2009; Roa-Avenidaño, 2009).

Para realizar este estudio se aplicó una modificación del método Q para el estudio de la subjetividad (secciones [3.2.5](#) y [3.2.6](#)). Dicho método permitió la identificación de los discursos sociales que se manejan entre las instituciones relevantes para la planificación territorial. Estas instituciones fueron seleccionadas en función de la Constitución del Ecuador, y de los actores con los que trabaja la Ilustre Municipalidad de Cuenca.

4.1. LOS RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO Q EN CUENCA

Como se detalla en las secciones [3.2.5](#) y [3.2.6](#), el método Q es una herramienta para estudiar la subjetividad humana. Una de sus características es que permite analizar cuantitativamente información cualitativa. Este método organiza una serie de alegatos (*statements*), en distintos grupos. Cada grupo es un factor, y cada factor se consolida posteriormente como un discurso social. Para hacerlo utiliza análisis estadísticos factoriales, en este caso un análisis de centroides. Los resultados son organizados en los factores ya mencionados. Adicionalmente, el análisis Q identifica los alegatos que definen a cada factor, así como los alegatos que cada factor rechaza, de esta manera, se definen las características específicas de cada discurso.

En este estudio se obtuvo cuatro factores, es decir, que existirían cuatro discursos distintos. Cada uno de los factores resultantes fue considerado como un discurso independiente. Los cuatro discursos fueron caracterizados, simplemente para poder distinguirlos, como: Conservacionista, Tecnocrático, Desarrollista y Sistémico.

La narrativa de cada discurso fue construida en función tanto de los alegatos que los definen, como de los alegatos que rechazan. Esto fue complementado, por las entrevistas realizadas para obtener el conjunto inicial de alegatos Q, por las realizadas durante la aplicación de las

clasificaciones Q por cada participante, y por los resultados de la revisión de la prensa y comunicaciones oficiales.

Dichos discursos están claramente identificados tanto por los alegatos que los definen, como por los que rechazan. Por otro lado, el análisis Q calcula la correlación que existe entre factores, el valor obtenido indica el grado de afinidad o diferenciación que existe entre ellos (Brown, 1993). En este caso, la correlación obtenida entre los factores fue negativa, lo que muestra claramente que son distintos. Se encontró una correlación positiva entre los factores 1 y 4 (0,11), sin embargo, ésta es menor que el valor calculado como estadísticamente significativo (0,26) (secciones [3.2.5](#) y [3.2.6](#)), lo que significa que estos factores si son diferentes.

Tabla 4.1: Correlación entre los valores de cada factor

Factor	1	2	3	4
1	1.0000	-0.1276	-0.1454	0.1187
2	-0.1276	1.0000	-0.4605	-0.0760
3	-0.1454	-0.4605	1.0000	-0.5925
4	0.1187	-0.0760	-0.5925	1.0000

Cada factor tiene una cantidad determinada de clasificaciones Q que lo definen, es fundamental señalar que cada una de ellas representa a una persona, se requiere un mínimo de cinco clasificaciones Q para constituir un factor. Por otro lado, la confiabilidad compuesta representa un índice que indica la confianza que se puede dar a un factor, un valor de 0,95 es lo suficientemente alto para garantizarla; su valor está determinado por la cantidad de personas que están dentro de un factor, uno que tenga cinco personas arrojará un valor de 0,95 (Du Plessis, 2005). Por otro lado, todos los factores poseen una cantidad similar de alegatos definatorios, que son los que distinguen su *personalidad*, lo que indica que cada uno de ellos tiene sus características bien definidas. Los alegatos definatorios son los que permiten estructurar los discursos resultantes. El promedio del coeficiente de confiabilidad se mantiene en 0,8 para todos los factores, que es el estándar aceptado para Q (Brown, 1980) (Tabla 4.2).

Tabla 4.2: Características de cada factor

Características de los Factores	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Cantidad de variables definitorias	5	10	22	7
Cantidad de alegatos definitorios	30	35	39	31
Promedio del coeficiente de confiabilidad (secciones 3.2.5 y 3.2.6)	0.800	0.800	0.800	0.800
Confiabilidad compuesta (secciones 3.2.5 y 3.2.6)	0.952	0.976	0.989	0.966
Error estándar de los valores de cada factor	0.218	0.156	0.106	0.186

De esta manera, para cada alegato se calculan tres valores en cada uno de los factores, es decir, que en un estudio con cuatro factores, cada alegato tendría doce valores distintos:

- Su valoración, que está en la misma escala que fue utilizada para las clasificaciones Q, en este caso de -5 a +5;
- El coeficiente Z, que indica el grado de aceptación (un valor más alto) o de rechazo (un valor más bajo);
- El peso, que indica la importancia de un alegato en el contexto de un factor. Un valor más bajo indica una mayor importancia, y un valor más alto indica una menor importancia.

La Tabla 4.3 muestra la valoración, el coeficiente Z y el peso de los siete principales alegatos que distinguen a cada uno de los factores.

Tabla 4.3: Ejemplos de los valores obtenidos para siete alegatos definatorios

ALEGATO	FACTOR												
		1			2			3			4		
		Z	Valoración	Peso	Z	Valoración	Peso	Z	Valoración	Peso	Z	Valoración	Peso
	MAX	2.32	+5	1	1.53	+5	1	3.64	5	1	1.92	5	1
MIN	-2.58	-5	95	-4.19	-5	95	-1.67	-5	95	-2.96	-5	95	
La biodiversidad es un recurso estratégico para satisfacer las necesidades humanas y garantizar nuestra supervivencia		-0.7	-3	73	1.02	4	12	-0.3	-1	59	0.36	1	39
La inconciencia del ser humano es la causante de la destrucción de los páramos y de los otros ecosistemas		-0.72	-3	74	1.01	4	14	-0.36	-2	62	-0.66	-3	73
La naturaleza es un sistema, y por lo tanto todos sus elementos están interrelacionados, cada ser vivo cumple una función, por lo que su conservación es muy importante, aunque no conozcamos sus funciones y no nos gusten ciertas especies		0.19	1	40	0.58	2	31	-1.29	-5	88	0.84	3	18
El futuro es duro, sobre todo para los jóvenes que tienen más dificultades para acceder a la educación, al trabajo, existe mucha inequidad, y eso genera tensiones e intolerancia		1.09	4	16	0.73	3	23	-0.17	0	50	-1.21	-4	83
La gente rural ha estado marginada del desarrollo porque no ha tenido la capacidad de articular las ideas que resuelvan sus propios problemas e incidir en las políticas públicas		-0.43	-2	66	1.27	5	4	0.8	3	21	-0.03	-1	53
El territorio comprende una serie de elementos, una concepción física con sus límites, una concepción imaginaria, y el sentido de pertenencia que la gente rural tiene con su tierra		0.27	1	35	-1.87	-5	91	-0.24	0	52	1.13	5	13
Lo urbano es donde la gente se reúne para vivir, para satisfacer sus necesidades, para organizarse, para trabajar y donde los elementos naturales disminuyen muchísimo		1.82	5	3	0.23	0	47	0.28	3	31	-0.23	-2	62

4.2. CUATRO DISCURSOS SOBRE LA NATURALEZA, EL TERRITORIO Y EL METABOLISMO SOCIAL

Cada uno de los cuatro discursos posee características propias claramente definidas, sin embargo, también poseen confluencias y divergencias. La forma en la que problematizan a los elementos estudiados refleja la manera en la que perciben a estas entidades. Es fundamental hacer énfasis en que los problemas deben ser creados y moldeados, para luego producir políticas que los puedan enfrentar; esto significa que lo real debe ser primero transformado en una realidad que pueda ser gestionada por la sociedad (Hajer, 1995). De esta manera, los cuatro discursos identificados nos muestran las diferentes realidades que han construido las instituciones cuencanas respecto a la naturaleza, el territorio, el paisaje, la biodiversidad, lo urbano y sus relaciones, y lo rural y sus relaciones. Realidades, que por otro lado, son la base de las políticas que las implican.

Es fundamental notar que todos los discursos están formados por coaliciones urbano-rurales. Esto significa que no existe ningún discurso exclusivo de lo urbano o de lo rural. Este es un resultado muy interesante, porque muestra que las construcciones sociales de la naturaleza, el territorio, lo urbano, lo rural, y sus relaciones, han trascendido a lo urbano y a lo rural.

4.2.1. Características generales

Los cuatro discursos poseen un elemento característico común que los define: la dicotomía sociedad-naturaleza. Lo que los caracteriza como discursos modernos, por un lado, y además los aleja del paradigma del Sumak Kawsay, siendo tres de ellos (el conservacionista, el tecnocrático y el desarrollista) casi completamente incompatibles con éste, como se discutirá más adelante.

Existe una discrepancia muy interesante entre los cuatro discursos, mientras los discursos conservacionista y tecnocrático son pesimistas, los discursos desarrollista y sistémico son optimistas. El discurso conservacionista es solamente pesimista, en contraste con el discurso tecnocrático, que además es nostálgico (en el pasado todo fue mejor). El optimismo del discurso desarrollista, se caracteriza por su profunda confianza en el desarrollo, en cambio, el discurso sistémico sostiene el suyo en la creencia de que la convivencia armónica entre la sociedad y la naturaleza es posible.

El discurso conservacionista se caracteriza por concebir la dicotomía sociedad-naturaleza, como una relación de agresor (sociedad)-víctima (naturaleza), lo que explica la necesidad de áreas

protegidas, como el Parque Nacional Cajas o el bosque de Mazán. En este discurso los seres humanos somos solamente una especie más, que puede desaparecer. Es un discurso contradictorio, porque se preocupa por el futuro de la humanidad, debido fundamentalmente a los impactos que ésta causa a la naturaleza, y sus consecuencias sobre la calidad de vida, la salud, y la calidad ambiental; e irónicamente, considera que las actividades que causan esos impactos, que tanto le inquietan, son vitales y fundamentales para el futuro y el desarrollo de la humanidad.

La nostalgia característica del discurso tecnocrático, se sostiene en la creencia de que en el pasado todo fue mejor. Dicha nostalgia se refiere sobre todo a la idea de una armonía ecológica: en el pasado las personas eran más saludables, comían alimentos locales y orgánicos y vivían de una forma sustentable. De esta manera, el problema fundamental para este discurso es que la humanidad hace completamente lo opuesto. Las soluciones que plantea, son atacar la inconsciencia y la ignorancia que causan estas actitudes, y seguir rigurosamente las recomendaciones de los/as científicos/as y técnicos/as. Es evidente para el discurso tecnocrático las soluciones están en la ciencia y la tecnología. De esta manera, los técnicos y técnicas de las instituciones urbanas cuencanas, tienen la obligación de educar a la gente, especialmente a la del campo.

El discurso desarrollista es claramente diferentes de los otros tres, siendo además el discurso que más clasificaciones Q contiene (22) (secciones [3.2.5](#) y [3.2.6](#)), dada la diversidad de actores entrevistados, no es arriesgado suponer que será también el discurso más común en la institucionalidad cuencana. Este discurso se sostiene en la creencia de que la sociedad no necesita de la naturaleza, y consecuentemente no depende de ella. Esto es consistente con su percepción de que los seres humanos somos la especie que más derecho tiene a existir, su negación de cualquier importancia de la biodiversidad, y su rechazo a la conservación de la misma. Es interesante señalar, que este discurso también niega la importancia de cualquier tipo de participación ciudadana.

Finalmente, el discurso sistémico es caracterizado por su optimismo. Cree firmemente que es posible un futuro sustentable y una mejor calidad de vida, todo esto a través del trabajo duro y la participación ciudadana. Es interesante notar que este discurso no cree que la humanidad sea una amenaza para la naturaleza, de hecho considera que es posible una coexistencia armónica, y también que la participación es fundamental para conseguirlo. Este discurso estaría más presente en la academia cuencana, específicamente en la relacionada con las ciencias

ambientales, y muy probablemente en las Organizaciones No Gubernamentales, aunque al no haber trabajado con ninguna, esto último sea una simple especulación basada en la experiencia.

4.2.2. Percepción de la naturaleza

La concepción de naturaleza tiene diferencias profundas, pero sutiles, entre los diferentes discursos. Como ya fue señalado, los cuatro discursos entienden a la naturaleza y a la humanidad como entidades diferentes, como diferentes categorías del ser. Los discursos conservacionista y tecnocrático perciben a la naturaleza como "*...un sistema, y por lo tanto todos sus elementos están interrelacionados, cada ser vivo cumple una función, por lo que su conservación es muy importante, aunque no conozcamos sus funciones y no nos gusten ciertas especies*". Es muy importante señalar, que este alegato es fuertemente rechazado por el discurso desarrollista.

El alegato más distintivo y característico del discurso desarrollista, es coherente con el rechazo a la idea de la naturaleza como un sistema, y sostiene que "*El ser humano ya no depende de la naturaleza y no necesita de ella*".

A pesar de la percepción de una dicotomía entre sociedad y naturaleza, los discursos conservacionista, tecnocrático y sistémico consideran que la humanidad depende y necesita de la naturaleza. Por otro lado, los tres discursos sostienen que estas dos entidades están en conflicto. La forma en que caracterizan dicho conflicto, sin embargo, es diferente: el discurso conservacionista entiende a la humanidad como una amenaza para la naturaleza; mientras que el discurso tecnocrático define el origen del problema en la ignorancia y la inconsciencia de la sociedad; el discurso sistémico, en cambio, entiende a este conflicto como un deterioro sostenido y constante de las relaciones socio-naturales, que se hace mucho más evidente en las zonas urbanas.

A pesar de su visión aparentemente holística, el discurso sistémico se caracteriza por percibir una profunda separación entre la sociedad y la naturaleza, reforzada por su entendimiento de la idea de naturaleza: "*Naturaleza son los elementos que han evolucionado por su cuenta, por fuerzas ecológicas y geológicas, sin intervención del ser humano*".

La naturaleza ha sido problematizada en las instituciones de Cuenca como una entidad externa a la sociedad, que además está en conflicto con ella. Por otro lado, la relación sociedad-naturaleza se constituye como una paradoja: la humanidad depende de la naturaleza, pero al mismo tiempo la amenaza.

4.2.3. Percepción del territorio

Los discursos conservacionista, tecnocrático y desarrollista, conciben al territorio como un área física, mientras que el discurso sistémico, lo entiende como una construcción social.

El discurso conservacionista entiende al territorio como un área específica, que contiene una determinada diversidad de paisajes. Es importante notar, que este discurso resalta una interacción cultural entre la población rural y el territorio: la población rural tiene un sentimiento de pertenencia sobre el territorio, y su definición de éste es imaginaria, además de física.

En los discursos sobre el territorio, se da una confluencia muy interesante en las percepciones del discurso tecnocrático y del discurso desarrollista: el territorio es solamente una entidad física, que sostiene y mantiene a las sociedades humanas.

El discurso sistémico, en cambio, tiene una visión mucho más compleja del territorio, una visión que además lo define y lo caracteriza. Este discurso entiende al territorio como una construcción social, pero además le da las características de un sistema abierto, pues lo problematiza incluyendo elementos físicos, culturales, sociales, económicos y políticos, y relacionándolo con otros territorios: *"El territorio es una construcción social, que es mucho más que un espacio físico, contiene actividades sociales, culturales, económicas, se comunica con otros territorios, y está regido por una forma de gobierno y un tejido social; tiene límites físicos y administrativos"*.

4.2.4. Percepción del paisaje

La percepción del paisaje es extremadamente diferente entre los cuatro discursos: mientras que los discursos conservacionista y tecnocrático lo conciben como una entidad física, los discursos desarrollista y sistémico lo entienden como un concepto socialmente producido.

El discurso conservacionista percibe al paisaje como algo estático, es una especie de fotografía de una parte del territorio. El discurso tecnocrático, en cambio, lo entiende como una entidad dinámica, y además incluye a la variable humana, pues sostiene que los paisajes son dinámicos y contienen, tanto elementos naturales como humanos.

El discurso desarrollista concibe al paisaje como un producto simbólico, que abarca a la vez la visión de la población sobre su territorio y sobre su futuro. A pesar de esta aparente visión integradora, el discurso desarrollista rechaza fuertemente todos los alegatos que entienden a las sociedades humanas como parte del paisaje.

Finalmente, el discurso sistémico es consistente con su visión del territorio: *"El paisaje es un producto del manejo del territorio, donde el ser humano puede influir, y es percibido de formas diferentes"*.

4.2.5. Percepción de la biodiversidad

La noción de la biodiversidad es tal vez la idea que más variabilidad tiene entre los discursos.

Los discursos conservacionista y sistémico la conciben desde una lógica académica. Para los dos, la biodiversidad es *"... toda la variación que existe a nivel ecosistemas, especies, genes, e incluso a nivel cultural"*. El discurso sistémico concreta más esta definición, sosteniendo que es también la riqueza ecosistémica, de especies y genética de una región. Los dos discursos poseen una visión utilitaria de la conservación, sin embargo, el discurso sistémico resalta que la biodiversidad es fundamental para la calidad de vida y la supervivencia de la humanidad. Este último discurso sostiene también, que la biodiversidad debe ser conservada siguiendo una visión intercultural y comunitaria. Por otro lado, es interesante notar que el discurso conservacionista atribuye la destrucción de la biodiversidad a la búsqueda de dinero fácil.

En contraste, la percepción del discurso tecnocrático es contradictoria. Para éste la biodiversidad es un recurso estratégico para la humanidad, pues garantiza su supervivencia y satisface sus necesidades. Al mismo tiempo, considera que la conservación y preservación de la biodiversidad es sagrada (no la biodiversidad en si misma). De esta manera, la noción de biodiversidad del discurso tecnocrático es una combinación de valores éticos y utilitarios. La contradicción se manifiesta cuando sostiene que solamente se debe conservar la biodiversidad de las áreas importantes, y sus elementos estratégicos para la humanidad. El resto de áreas deben ser usadas racionalmente. Por otro lado, al igual que con la naturaleza, este discurso sostiene que la biodiversidad ha sido destruida y se ve amenazada por la inconsciencia y la ignorancia de la humanidad.

El discurso desarrollista, en cambio, simplemente ignora a la biodiversidad. Ésta existe, pero no tiene ninguna relación, ni importancia para la humanidad, por lo que su conservación es irrelevante. Es fundamental señalar, que este discurso rechaza fuertemente todos los alegatos relacionados con la conservación de la biodiversidad y su importancia para la humanidad.

Estos discursos, y su concepción de la biodiversidad, dejan flotando algunas preguntas, que son fundamentales para el paradigma del Sumak Kawsay: ¿quién tiene el poder para definir qué genes, especies y ecosistemas son importantes? ¿Para quién debe ser importante la biodiversidad? ¿Quién define qué elementos de la biodiversidad son importantes para la

humanidad? ¿Para quién deben ser importantes esos elementos? ¿Quién define el significado de uso racional?

4.2.6. Percepción de lo urbano, y sus relaciones con lo rural y lo natural

Las percepciones sobre lo urbano revelan la problematización de las relaciones urbano-rurales, y las conexiones entre la sociedad y la naturaleza. Estos conceptos son diferentes entre los cuatro discursos, a pesar de cualquier punto de coincidencia que pueda haber entre ellos.

El discurso conservacionista entiende a lo urbano como un espacio continuo y construido, caracterizado por una densidad poblacional alta. En estos espacios, la gente vive, trabaja se organiza, satisface sus necesidades y demanda servicios. Aunque similar, la concepción de los discursos tecnocrático y desarrollista, posee una sutil diferencia. Para éstos, las áreas urbanas se caracterizan por la concentración de gente, pero no por la existencia de infraestructura.

El discurso desarrollista hace una distinción adicional: las áreas urbanas se caracterizan por la planificación, en estos espacios todo está controlado y planificado. Este discurso concibe a lo urbano como una entidad aislada y autónoma, sin ningún tipo de conexión ni con lo rural, ni con la naturaleza, rechaza enfáticamente todos los alegatos que establecen cualquier tipo de relación o conexión urbano-natural. Contradictoriamente, sostiene que *"lo urbano explota a la naturaleza, no se nutre solamente de la naturaleza adyacente, sino de las naturalezas de otros territorios"*.

El discurso sistémico, mientras tanto, integra a lo urbano en el paisaje: *"Lo urbano es una unidad del paisaje, dominada por actividades humanas e infraestructura, es una matriz que depende de la naturaleza, pero tiene energía artificial. Lo urbano invade un espacio natural"*. Es interesante notar que introduce la idea de *energía exosomática*, al hablar de energía artificial. Sin embargo, marca una distinción entre la naturaleza y lo urbano, que está implícita en el siguiente alegato: *"En lo urbano hay pocos espacios donde se encuentre naturaleza"*.

Esto contrasta con la percepción de los discursos conservacionista y desarrollista, para éstos lo urbano se caracteriza por ser el dominio de lo humano, y por la ausencia de biodiversidad. Es importante señalar que esta visión es rechazada fuertemente por los discursos tecnocrático y sistémico.

A pesar de divergir en sus visiones de la biodiversidad y su relación con lo urbano, los discursos conservacionista y sistémico, coinciden en que el ambiente provee de servicios a lo urbano. Señalan, además una paradoja, la población urbana exige servicios de calidad, y sin

embargo, no está dispuesta a: "...asumir los costos de la conservación y el mantenimiento del ambiente que los provee". De esta manera, estos discursos perciben que existe un lazo metabólico entre la naturaleza y lo urbano, sin embargo, sostienen que la población urbana es inconsciente de él. El discurso sistémico lo explica mediante un proceso de aculturación urbana.

Las concepciones de las relaciones entre lo urbano y lo rural, también son diferentes. Los discursos conservacionista, tecnocrático y desarrollista perciben una intensa tensión entre lo urbano y lo rural. El discurso conservacionista sostiene que lo rural, y su cultura, ha sido marginado y excluido de la cultura y de los espacios urbanos. El discurso tecnocrático, en cambio, posee una visión metabólica que define el conflicto, y a la vez, los enlaza fuertemente: lo rural no recibe nada de lo urbano, a pesar de ser quien lo nutre. Por otro lado, el discurso desarrollista enfrenta el tema con mucho menos intensidad, y de forma más simple: lo urbano tiene acceso al desarrollo, y lo rural no.

La percepción sobre las relaciones urbano-naturales del discurso tecnocrático, adicionalmente, es compleja e indefinida. Este discurso no acepta ni rechaza una relación urbano-natural, sin embargo, rechaza fuertemente que esta relación se sostenga en la explotación urbana de la naturaleza, y también que la población urbana sea inconsciente de la importancia de la conservación.

La idea de la *naturaleza metropolitana* (sección [2.3.2](#)) es clave para entender los discursos conservacionista, tecnocrático y sistémico. Estos discursos muestran una especie de nostalgia sobre la naturaleza. Ésta es un espacio para el ocio y la contemplación, es el lugar en el que la población urbana busca una conexión espiritual con la naturaleza. El discurso desarrollista va más allá: "*La gente urbana aprecia más la naturaleza que la gente rural, y la disfruta más cuando la visita*". Se debe señalar que el discurso sistémico rechaza de manera tajante este alegato.

4.2.7. Percepción de lo rural, y sus relaciones con lo urbano y lo natural

El discurso conservacionista tiene un concepto difuso de lo rural. Sin embargo, es importante señalar que considera irrelevantes tanto a los alegatos que definen lo rural físicamente, como a los que lo enlazan con la naturaleza y lo urbano. De hecho, este discurso hace una distinción epistemológica de lo rural: mientras que lo rural se sostiene en el conocimiento ancestral, lo urbano se sostiene en la ciencia y la tecnología. Esta percepción tiene una doble consecuencia: lo rural no tiene acceso a la ciencia, y lo urbano no tiene acceso al conocimiento ancestral.

El discurso tecnocrático, por otro lado, entiende a lo rural desde lo urbano, pues lo concibe como el área de transición entre la naturaleza y lo urbano. En ese contexto, lo rural tiene la doble función de nutrir a lo urbano, y de proteger a la naturaleza de la amenaza urbana.

El discurso desarrollista simplemente entiende a lo rural como una delimitación administrativa. Es fundamental señalar que una de las ideas centrales de este discurso es el alegato: *"lo rural y lo urbano no tienen relación"*. Consecuentemente, el discurso desarrollista rechaza enfáticamente que lo urbano y lo rural sean sistemas mutuamente dependientes.

La caracterización de lo rural es diferente en el discurso sistémico. Lo define de acuerdo a la relación que tiene la gente con la naturaleza: *"La gente rural tiene un vínculo mucho más armónico con la naturaleza, son parte de ella, tanto a nivel espiritual, como de necesidad de recursos, y por eso la conservan"* Este alegato, por otro lado, muestra cómo el discurso sistémico ha romantizado a lo rural.

El discurso tecnocrático, en cambio, sostiene que la relación entre la gente rural y la naturaleza no es armónica, y que la destrucción de la naturaleza se debe a su ignorancia, expresada como falta de capacitación: *"La gente rural debe ser capacitada por los técnicos, para manejar bien su terreno, para cumplir los planes de ordenamiento territorial y para cuidar la naturaleza"*. Este alegato es consistente con la narrativa de este discurso, pero va más allá, legitima la intervención de lo urbano en lo rural. Irónicamente, este alegato provino de una lideresa comunitaria rural, de una zona bastante aislada, lo que demuestra cuán profundamente han penetrado estas percepciones urbanas en la mente rural.

El discurso tecnocrático sostiene implícitamente, que lo rural debe estar bajo la tutela de lo urbano, ya que la población rural es la responsable de su propia situación, y ella sola no puede emanciparse: *"La gente rural ha estado marginada del desarrollo porque no ha tenido la capacidad de articular las ideas que resuelvan sus propios problemas e incidir en las políticas públicas"*.

Al igual que el discurso tecnocrático, el discurso desarrollista responsabiliza a la población rural de su propia situación. Este discurso sostiene que la población rural no ha accedido al desarrollo porque se ha auto-aislado, y ha sido incapaz de resolver sus propios problemas. Esta percepción es utilizada por el discurso desarrollista para legitimar que lo urbano intervenga en lo rural. Sin embargo, este discurso va incluso más allá, ya que entiende a la población rural como una amenaza para la población urbana, debido a su ignorancia depredadora de la naturaleza: *"La destrucción de la naturaleza de antes, por la falta de capacitación de la gente rural, es la que ahora produce"*

la escasez de recursos (como el agua)", irónicamente sostiene al mismo tiempo que proteger la naturaleza es una obligación de la población rural: *"La zonas naturales, donde se generan los servicios aprovechados en las zonas urbanas, son cuidadas y mantenidas por la gente rural, y es su obligación hacerlo"*. La intervención urbana se daría a través de la planificación territorial (llamados localmente planes de desarrollo); considera necesaria dicha intervención debido a que el territorio rural es caótico, desorganizado y no tiene ningún tipo de planificación (y por tanto eso amenaza a lo urbano). El discurso desarrollista, por otro lado, sostiene que la planificación territorial rural será una fuente importante de conflictos, porque llevar reglas y organización necesariamente limitaría las libertades de la población rural.

En contraste, los discursos conservacionista y sistémico, divergen radicalmente de estas ideas, pues, por ejemplo, rechazan de manera muy fuerte el alegato: *"En lo rural todo es desordenado, ahí las cosas se hacen sin planificación, esa es la causa sus problemas; los planes de desarrollo solucionarán esto"*.

La percepción de que lo urbano debe ejercer un tutelaje de lo rural no es nueva, y aparentemente está muy afianzada en la institucionalidad cuencana (y muy probablemente en las culturas cuencana y ecuatoriana), es claramente consecuente con la organización histórica de la sociedad y del poder, discutida por Albán (2011) (sección [1.2.3](#)).

4.3. LOS CUATRO DISCURSOS EN EL CONTEXTO DEL EL SUMAK KAWSAY

Los discursos no son escogidos libremente por la personas de acuerdo a sus creencias, todo lo contrario, son los discursos los que moldean las actitudes y las mentes de la gente (Hajer, 1995). Consecuentemente, la traducción del Sumak Kawsay en políticas y prácticas, requiere de una transformación cultural profunda. El paradigma del Sumak Kawsay debe ser producido y reproducido, problematizado, humanizado y sistematizado de manera intercultural.

La inclusión del Sumak Kawsay en la Constitución del Ecuador (2008) implica una nueva vía política para problematizar el desarrollo, el progreso, la producción, el trabajo, la calidad de vida, las relaciones humanas, las relaciones e interacciones socio-ecológicas, la tierra, el territorio, la biodiversidad y la naturaleza, entre muchas otras cosas. Consecuentemente, el estado ecuatoriano, en sus cinco niveles de gobierno (central, regional, provincial, cantonal o municipal, y parroquial), requiere una profunda transformación para poder enfrentar institucionalmente estos *nuevos* problemas.

Los cuatro discursos identificados entre las instituciones relacionadas con la planificación territorial en Cuenca, son insumos importantes para entender cómo estas instituciones producen, problematizan, humanizan, sistematizan y politizan a la naturaleza, el territorio, el paisaje, la biodiversidad, lo urbano, lo rural, y a sus relaciones. Estos discursos representan los cimientos sobre los que se sostienen las políticas territoriales, ambientales, de planificación urbano-rural, y la organización institucional específica que éstas requieren.

Los cuatro discursos deben ser contrastados con el Sumak Kawsay, de tal manera que se pueda evaluar si este paradigma ha sido traducido en políticas.

En todos los discursos se encuentra una clara dicotomía sociedad-naturaleza. La noción biológica del metabolismo está ligeramente presente sólo en el discurso sistémico. Esto tiene dos consecuencias evidentes: por un lado, el ecocentrismo de la constitución no está presente en la problematización de la naturaleza y del territorio que manejan las instituciones de Cuenca, y por otro, que indiferentemente de las particularidades de las diferentes políticas territoriales, de acuerdo a la visión de Hajer (1995), éstas se necesariamente se sostendrán en la dicotomía sociedad-naturaleza y en la naturaleza metropolitana, ignorando cualquier consideración metabólica (sección [2.3](#))

El Sumak Kawsay supera las dicotomías sociedad-naturaleza y urbano-rural, así como, las ideas de la naturaleza metropolitana. El entendimiento de lo natural, el territorio, lo urbano, lo rural y sus relaciones, está íntimamente ligado con la percepción de la *naturaleza*. Los discursos identificados claramente han surgido desde la idea de la *naturaleza metropolitana*. Aunque los discursos conservacionista, tecnocrático y sistémico intuyan levemente conexiones entre los metabolismos urbano, rural y ecológico, sobre todo el discurso *Sistémico*, no se puede afirmar que estén en un proceso de re-significación del universo (Leff, 2004a). Todo lo contrario, se evidencia claramente un proceso de urbanización de los discursos de lo rural, del territorio y de la naturaleza, y se consolida la idea de la naturaleza como una fuente de crisis. Esta forma de eco-gubernamentalidad (sección [2.3.3](#)), se institucionaliza a través de *los técnicos* y de *los planes de desarrollo*, presentes en absolutamente todos los discursos. De hecho, estas dicotomías y la naturaleza metropolitana, han sido utilizadas para proteger, culpar y dominar tanto a la *naturaleza*, como a la población rural, pues son a la vez fuentes de crisis (Kaïka, 2003), y sujetos de tutelaje (Albán, 2011).

Los discursos de la *modernización ecológica* (Hajer, 1995) y de la *ecoeficiencia* (Martínez Alier, 2003) se encuentran presentes en los cuatro discursos. Por otro lado, los discursos conservacionista y tecnocrático, son dos ramas diferentes que representan claramente a la visión de la modernización ecológica (sección [2.3.3](#)), con elementos de una visión ortodoxa de la crisis ecológica. Estos discursos perciben un fuerte conflicto entre la humanidad y la naturaleza: "*el ser humano es una amenaza para la naturaleza*", pues la naturaleza es un obstáculo para el desarrollo. El Sumak Kawsay, en cambio, percibe a la persona como parte de un sistema superior que es la familia, y ésta a su vez como parte de la comunidad, y ésta como parte de la Pacha Mama. No puede haber Sumak Kawsay, sino hay armonía entre estos sistemas.

El discurso conservacionista separa a los espacios de naturaleza y de biodiversidad, de los espacios de desarrollo. Su organización del territorio y, por tanto, sus políticas de conservación, estarán determinadas por esta idea. La cosmovisión del Sumak Kawsay, en cambio, integra a las actividades humanas con la tierra y el espacio, la preservación y reproducción de la biodiversidad no es una consecuencia de las iniciativas de conservación, sino una consecuencia del buen vivir. Esto se vería reflejado claramente en la organización territorial de Cuenca (sección [3.1.2](#)).

La ciencia y la innovación son temas clave para el discurso tecnocrático. Estas visiones, pueden ser confundidas con el concepto del *Tinkuy* (sección [2.4.1](#)) del Sumak Kawsay, sin embargo, existe una profunda diferencia. Para el discurso tecnocrático, la innovación se da exclusivamente dentro de los círculos científicos y técnicos, y sus resultados deben ser transmitidos a la sociedad y a la gente *normal* de manera vertical y uni-direccional, pues la gente no está preparada para crear, proponer, innovar y decidir. Esta concepción, en consecuencia, le da mucho poder a la ciencia y a la técnica, y le da el tutelaje sobre la sociedad. Esto se refleja claramente en la institucionalidad para la gestión del territorio, la conservación, y la gestión del agua, por ejemplo. En contraste, el *Tinkuy* es un proceso continuo que se produce y reproduce durante la vida diaria de cada persona, de su familia y de su comunidad, es un proceso cooperativo y compartido, el conocimiento por tanto es de la sociedad, y el poder está en ella.

El discurso desarrollista, claramente se relaciona con la visión económica neoclásica: la humanidad, en su búsqueda continua de progreso, finalmente ha podido superar su dependencia de la naturaleza, y ahora la humanidad y las zonas urbanas son autosuficientes. Esta visión es completamente contraria en todos sus aspectos al Sumak Kawsay.

El discurso sistémico, a pesar de sostenerse en las mismas dicotomías sociedad-naturaleza y urbano-rural, es el discurso más cercano y más compatible con el Sumak Kawsay, y podría ser la muestra de que el diálogo intercultural es posible y existe. Aunque el discurso sistémico signifique una visión *naif* y occidentalizada del Sumak Kawsay, representa también el inicio de un cambio cultural, y una problematización del mundo en maduración.

Los cuatro discursos muestran una *urbanización* de las nociones de la naturaleza, del territorio, de lo urbano y de lo rural. Esto se traduciría en que las políticas territoriales de Cuenca surgen desde una lógica urbana, desplazando a lo rural; sin embargo, este proceso va mucho más allá: la lógica urbana ha penetrado en los discursos rurales, y las implicaciones de este hecho deben ser estudiadas a profundidad.

Como sostiene Heynen (2003), explorar las diferentes nociones de naturaleza es fundamental para entender los procesos económicos, políticos y culturales que gobiernan la metabolización humana del sistema ecológico. Es claro que el Sumak Kawsay implica una drástica transformación de estos procesos, y por tanto, de la concepción de la naturaleza. Sin embargo, este paradigma no ha penetrado en la institucionalidad cuencana, que es la que debería aplicarlo (y muy probablemente en la sociedad mestiza ecuatoriana), y en la organización de su administración pública. Consecuentemente, el Sumak Kawsay no es el origen, y no ha producido las políticas que regulan a la sociedad cuencana, y tampoco el aparataje institucional que éstas requieren. Sin embargo, el discurso sistémico muestra que Cuenca se ha estado preguntando sobre sus relaciones socio-ecológicas, y que una problematización sistémica y compleja es posible.

4.4. CONCLUSIONES

Los cuatro discursos que han sido identificados por el método Q, se encuentran presentes en diferentes instituciones cuencanas, todas ellas relacionadas directa o indirectamente con la planificación territorial. Estas instituciones pertenecen o bien a los gobiernos central, cantonal o parroquial, o bien a la sociedad civil, pero son consideradas como actores relevantes en la construcción de políticas públicas por al municipalidad. Hubiera sido muy importante poder trabajar también con el gobierno provincial, pero lamentablemente fue imposible entrevistarlos, a pesar de nuestra insistencia.

La relevancia de haber identificado estos discursos, es que muestran la forma en que las instituciones cuencanas han problematizado a la naturaleza, al territorio, al paisaje, a lo urbano, a lo rural, y a sus relaciones. Dicha problematización, a nivel teórico al menos, sería el fundamento de las políticas públicas que implican a estos elementos o entidades (sección [2.3.4](#)).

Todos los discursos muestran una marcada dicotomía entre la sociedad y la naturaleza, y de hecho, su concepción de la naturaleza se enmarca en la idea de la *naturaleza metropolitana*, es decir, una idea fundamentalmente urbana (sección [2.3.2](#)). Por lo que necesariamente este paradigma, la naturaleza metropolitana, será el fundamento de las políticas públicas relacionadas con dicha naturaleza. Por otro lado, los cuatro discursos implican y expresan la necesidad de que lo urbano tutele a lo rural, aplicando una forma de *eco-gobernamentalidad* (sección [2.3.3](#)). La eco-gobernamentalidad ha permitido que se impongan las percepciones de lo urbano, sobre lo rural, en una forma de urbanización de las percepciones rurales sobre la naturaleza, el territorio, el paisaje, lo urbano, lo rural y sus relaciones.

Adicionalmente, los discursos conservacionista y tecnocrático, son dos formas distintas de expresión de la *modernización ecológica* (sección [2.3.3](#)). Mientras que el discurso conservacionista se sostiene en la necesidad de *tutelar* y proteger a la naturaleza de su enemigo principal, la humanidad, el discurso tecnocrático, busca garantizar esa conservación a través de la ciencia, la tecnología y las instituciones. El discurso sistémico se podría interpretar como una evolución de estos dos discursos, pero sin embargo, no termina de separarse de la idea de la modernización ecológica. En estos tres discursos la naturaleza es una entidad que se debe tutelar, pero también es una fuente de crisis, es decir, una amenaza que hay que controlar y domesticar. El discurso desarrollista, en cambio, no es nada más que una clara expresión local, del discurso del desarrollo de la economía neoclásica moderna, una forma del llamado *neoliberalismo criollo* (SENPLADES, 2007). Es fundamental recordar que el discurso desarrollista es el que más clasificaciones Q tuvo (una persona=una clasificación), sin diferenciación entre las instituciones urbanas y las rurales, por lo que también será el discurso más común entre las distintas instituciones.

A pesar de que constitucionalmente el Sumak Kawsay debería ser el eje rector de las políticas públicas, todos los discursos identificados son incompatibles con él, por que muy difícilmente las políticas públicas serán compatibles con este paradigma constitucional y andino. El Sumak Kawsay (sección [2.4.1](#)) se sostiene en principios contrarios a los encontrados en los discursos, pues un paradigma ecocéntrico, es decir, que no hace esa separación entre la sociedad y la naturaleza. De hecho, es imposible si la *Pachamama* se destruye. Este paradigma, por otro lado,

se gesta desde la reciprocidad, la redistribución y la solidaridad (*randi-randi*, *Ruray* y *maki-maki*), el conocimiento común y compartido (el *Yachay*, el *Tinkuy* y el *Wiñak Kawsay*), y desde la armonía entre la persona, la familia, la comunidad, la sociedad y la *Pachamama*.

Los cuatro discursos plantean un enfrentamiento entre el desarrollo y el progreso, con la naturaleza. Sin embargo, el Sumak Kawsay ya no se refiere al crecimiento económico o al progreso, se refiere a las relaciones armónicas entre los seres humanos, y de los seres humanos con la *Pachamama*. Es claro que el Sumak Kawsay implica una drástica transformación de estos procesos, y por tanto, de la concepción de la naturaleza. Este trabajo muestra que este paradigma no ha penetrado en la institucionalidad cuencana. Consecuentemente, el Sumak Kawsay no es el origen, y no ha producido las políticas públicas, y tampoco su aparataje institucional.

La gestación del Sumak Kawsay en Cuenca, por tanto, es mucho más que una utopía, pero para que germine este paradigma debe ser discutido profundamente en cada una de las esferas de la sociedad cuencana, a través de un verdadero diálogo intercultural y de saberes.

Capítulo 5: ESTUDIANDO EL METABOLISMO DEL AGUA EN CUENCA, ECUADOR

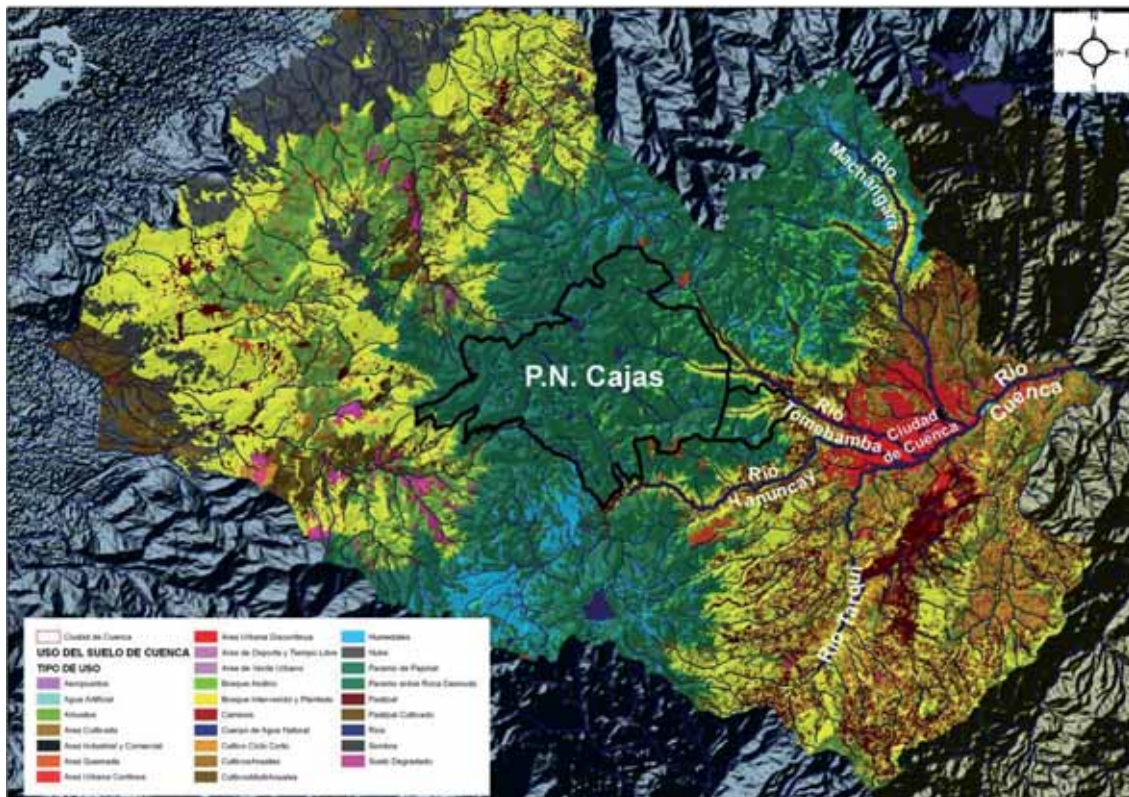
En este capítulo se discutirá tanto el metabolismo del agua en el territorio del cantón Cuenca, como su relación con la organización de dicho territorio.

En la primera parte se analizará la dinámica de los caudales de los cuatro ríos que atraviesan la ciudad de Cuenca (Tomebamba, Yanuncay, Machángara y Tarqui), así como la del río Cuenca, formado por la unión de estos cuatro ríos. Esta discusión se enlazará con el análisis del uso del agua potable a nivel urbano, para terminar con un Análisis Multiescalar del Metabolismo Social y Ecológico del agua para la cuenca del río Cuenca.

En la segunda parte, por otro lado, se discutirá cómo el metabolismo social del agua ha incidido en cómo el territorio de Cuenca ha sido organizado.

5.1. EL METABOLISMO DEL AGUA DE CUENCA

Figura 5.1: Los ríos de Cuenca y el uso del suelo



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Cartografía de las áreas protegidas del Ecuador.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca-Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. 2012. Uso del suelo del cantón Cuenca.

5.1.1. Los caudales de los ríos de Cuenca

La modificación del flujo hídrico, derivada de las actividades humanas y de la construcción de infraestructura, ha generado cambios en la estructura y funcionalidad de los ecosistemas acuáticos; por esta razón surgen herramientas como el caudal ecológico (Jamett y Rodrigues, 2005). El caudal ecológico se define como "el caudal que circula por un sistema hídrico capaz de mantener el equilibrio ecológico que dicho cauce sostiene en una situación natural" (Flachier, 2005). La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2003) lo llama caudal ambiental, entendiéndolo "como el régimen hídrico que se establece en un río, humedal o zona costera para

sustentar ecosistemas y sus beneficios donde hay empleos del agua que compiten entre sí y donde los caudales están regulados" (Dyson et al., 2003).

La definición de caudal ecológico que se ha discutido en la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) es *"la cantidad de agua necesaria que debe existir en un determinado cuerpo de agua para garantizar su funcionalidad ecosistémica. Es decir, que la dinámica ecológica de un ecosistema se mantenga en equilibrio, tanto en composición y estructura de especies, como en condiciones hidrológicas, facilitando de esta manera la disponibilidad de condiciones físicas del hábitat para el adecuado crecimiento y desarrollo de las especies que dependen del cuerpo de agua para cumplir su ciclo vital" (Arias y Terneus, 2012).*

De esta manera, internamente en SENAGUA, se ha diferenciado los caudales ecológicos de los caudales ambientales, los que se definen como: *"aquel régimen hídrico que se establece en un cuerpo de agua, como una alternativa que busca encontrar un equilibrio entre las necesidades del ambiente y las humanas, preservando los valores ecológicos, el hábitat natural (flora y fauna), y todas las funciones ambientales, cuya presencia contribuye a la sostenibilidad socioeconómica de los usuarios del recurso" (Arias y Terneus, 2012).*

El caudal ecológico debe ser calculado para cada caso, sin embargo, no existe una forma estandarizada de hacerlo (Flachier, 2005). Es fundamental que el caudal ecológico cumpla con el objetivo de *"conservar el patrimonio biológico del medio fluvial, compatible con la satisfacción de las demandas sociales y sólo superado por el abastecimiento doméstico en el orden de prioridades" (Aguirre y García de Vicuña, 2001).*

El método de Tennant permite estimar caudales ecológicos (de Santacruz, 2010); de acuerdo a éste, los caudales ecológicos pueden ser un 10% del caudal medio anual, para mantener el hábitat y la supervivencia de la mayoría de especies acuáticas en el corto plazo; sin embargo, recomienda que sea de un 30% del caudal medio anual, para garantizar la supervivencia de las diversas formas de vida acuáticas. Por otro lado, el Programa de Manejo Integrado de Cuenca para la Protección del Agua (MICPA) de la Empresa Pública de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado de Cuenca (ETAPA) maneja un caudal ecológico del 33% del caudal medio anual (ETAPA, 2004).

Solamente se conoce de un estudio para investigar y proponer caudales ecológicos en la zona, dicho estudio es específico para el río Yanuncay. Fue realizado por Flachier (2005), y propone un caudal ecológico del 15,44% del caudal medio anual. Por otro lado, también recomienda que

el caudal de este río luego de la captación para el agua potable de Cuenca no sea inferior a 0,44 m³/s, especificando que: "este valor es incluso inferior a los caudales mínimos registrados históricamente. Por lo tanto, debe considerarse realmente como un valor crítico o mínimo aceptable, manteniendo un principio de precaución". Adicionalmente, según la información proporcionada por ETAPA, esta empresa ha fijado un caudal, al que llama ecológico, para los tres ríos que abastecen de agua a la ciudad de Cuenca (Tomebamba, Yanuncay y Machángara). Este caudal es de 0,541 m³/s para el río Tomebamba, 0,832 m³/s para el río Machángara y 0,44 m³/s para el río Yanuncay (nótese que es el caudal mínimo aceptable recomendado por Flachier).

Las características de los ríos Tomebamba, Machángara y Tarqui, sin ser iguales, son similares a las del río Yanuncay, por lo que se puede utilizar como referencia para los otros ríos al caudal ecológico propuesto por Flachier. En este contexto, es fundamental señalar que el río Machángara tiene una particularidad que lo distingue de los otros: su caudal está regulado por dos represas hidroeléctricas ubicadas a 30 km río arriba de Cuenca (Holguín-Gonzalez *et al.*, 2013).

De esta manera, dada la multitud de datos y definiciones, para diferenciar entre los diferentes valores y los diferentes conceptos, de ahora en adelante en este trabajo se llamará caudal ambiental al 15,44% de los caudales medios, caudal ecológico al 33%, y caudal de ETAPA a los caudales definidos por esta empresa para los ríos Tomebamba (0,541 m³/s), Yanuncay (0,44 m³/s) y Machángara (0,832 m³/s).

La información de los caudales medios diarios fue proporcionada por ETAPA. Esta información se refiere a los cinco ríos, y al período 1997-2012. Los datos usados para los ríos Tomebamba y Yanuncay fueron tomados antes de las respectivas captaciones para el agua potable de Cuenca, mientras que los del río Machángara fueron tomados luego de la captación. Los correspondientes al río Cuenca, en cambio, fueron tomados antes del desagüe de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cuenca (PTAR), ubicada en el sector de Ucubamba.

Un elemento llamativo y común a los cinco ríos, es que se encuentra una gran diferencia entre los caudales máximos y mínimos durante el año, pudiendo oscilar incluso de casi cero a más de 120 m³/s en el mismo año. Para calcular la variación de los caudales, se utilizó el Coeficiente de Variación ($CV = \frac{\text{desviación estándar}}{\text{media aritmética}}$), porque es el estadístico que mejor refleja el *punto de vista* del objeto de estudio, en este caso del río (Feinsinger, 2004). El río que más variación presenta en sus caudales es el río Tarqui, cuyo coeficiente de variación es de 1,5, seguido por el río

Yanuncay (CV=1,4), el río Tomebamba (CV=1), y el río Cuenca (CV=1). Evidentemente, debido a la regulación artificial de sus caudales, mediante dos represas hidroeléctricas, el río Machángara es el que tiene el coeficiente de variación más bajo (CV=0,6).

La gran diferencia entre los caudales máximos y mínimos en todos los ríos, hace que la media aritmética no sea el estadístico idóneo para calcular los caudales típicos (o medios). Los caudales medios son fundamentales, por otro lado, para el cálculo del caudal ecológico. De acuerdo a Peter Feinsinger (2004), la mediana, por definición, representaría mejor el *punto de vista del río*, ya que es un dato estadístico que se acercaría más al caudal medio *real*, al ubicarse en la mitad de los datos. De esta manera se decidió usar la mediana para calcular los caudales medios o típicos.

Los caudales están medidos en m³/s, y esto puede hacer que las diferencias parezcan pequeñas, sobre todo en los caudales medios. Sin embargo, es muy importante recordar que 1 m³/s equivale a 1.000 l/s, por lo que variaciones que en apariencia son insignificantes, como por ejemplo de 0,29 m³/s (290 l/s) a 0,08 m³/s (80 l/s), son en realidad importantes, y sobre todo evidentes en el flujo de agua que corre por un río.

Los datos de los cinco ríos muestran que sus caudales fueron más altos en los años 1999, 2004, 2007, 2008, y 2012. De igual manera, los caudales más bajos se encuentran en los años 1998, 2003, 2005 y 2009. Es muy interesante notar que durante los años 1997-1998 hubo un fenómeno de *El Niño* fuerte (El Niño/Southern Oscillation-ENSO), y durante los años 2003-2004 uno moderado (O'Hara *et al.*, 2007; Veettil *et al.*, 2014), lo que necesariamente alteró el régimen de lluvias de la zona.

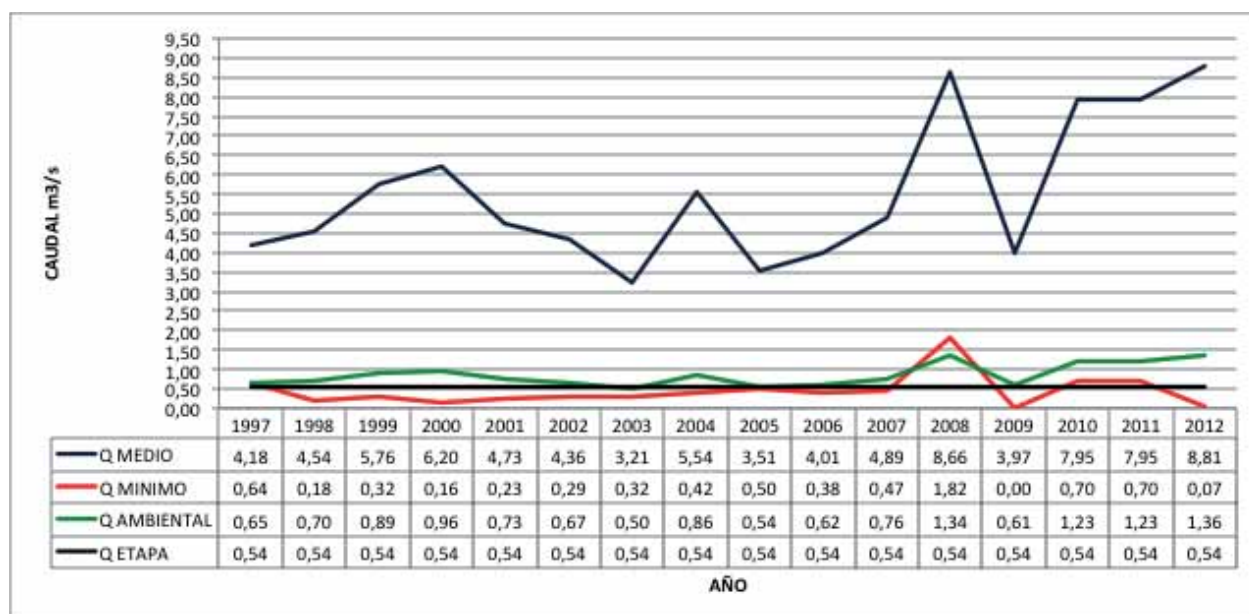
En cuanto a los meses, el período de caudales altos es de marzo a junio, y el período de caudales bajos es de agosto a octubre, cayendo ligeramente nuevamente en diciembre y enero. Aunque no se tuvo acceso a la información oficial de precipitaciones histórica para la ciudad de Cuenca del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI), se puede observar que la oscilación de caudales está relacionada directamente con el régimen de lluvias: los meses más lluviosos son marzo y abril, seguidos por febrero, marzo y octubre; mientras que los más secos son agosto, julio y septiembre, seguidos de diciembre, enero, noviembre y junio (World Climate Guide, 2014). De esta manera, octubre y febrero se pueden interpretar como meses de recuperación de caudales.

El río Tomebamba es tal vez el más simbólico para la ciudad de Cuenca. La ciudad se estableció junto a él varios cientos de años antes de la llegada de los Incas (puede ser que incluso más de 1.000 años antes), volviéndose parte esencial de la cultura de Cuenca. Sus crecidas han sido legendarias, a tal punto que luego de una de ellas (en la década de 1.960), un sacerdote católico lo bautizó y le llamó Julián Matadero (Idrovo, 2000; Jamieson y Youman, 2003).

Sus caudales medios se mantuvieron relativamente constantes de 1997 a 2007, teniendo sus extremos en los años 2000 (6,2 m³/s) y 2003 (3,2 m³/s). Sin embargo, a partir de 2008 son más altos (cerca de 8 m³/s), teniendo sus extremos en los años 2012 (8,8 m³/s) y 2009 (4 m³/s). Los caudales medios más bajos se alcanzan en los años 2003 (3,2 m³/s), 2005 (3,5 m³/s), 2006 (4 m³/s) y 2009 (4 m³/s). Por otro lado, los años de mayores caudales corresponderían a 2008 (8,7 m³/s), 2010 (8 m³/s), 2011 (8 m³/s) y 2012 (8,8 m³/s). Es fundamental señalar que la subida en los caudales medios a partir del año 2008 no se produce en los otros ríos, por lo que muy probablemente no se deba a un fenómeno natural.

La Figura 5.2 ilustra sus caudales anuales mínimos, medios, y ambientales para el período 1997-2012.

Figura 5.2: Caudales (Q) medios y mínimos por año del río Tomebamba para el período 1997-2012



Fuente: Dirección de planificación de ETAPA

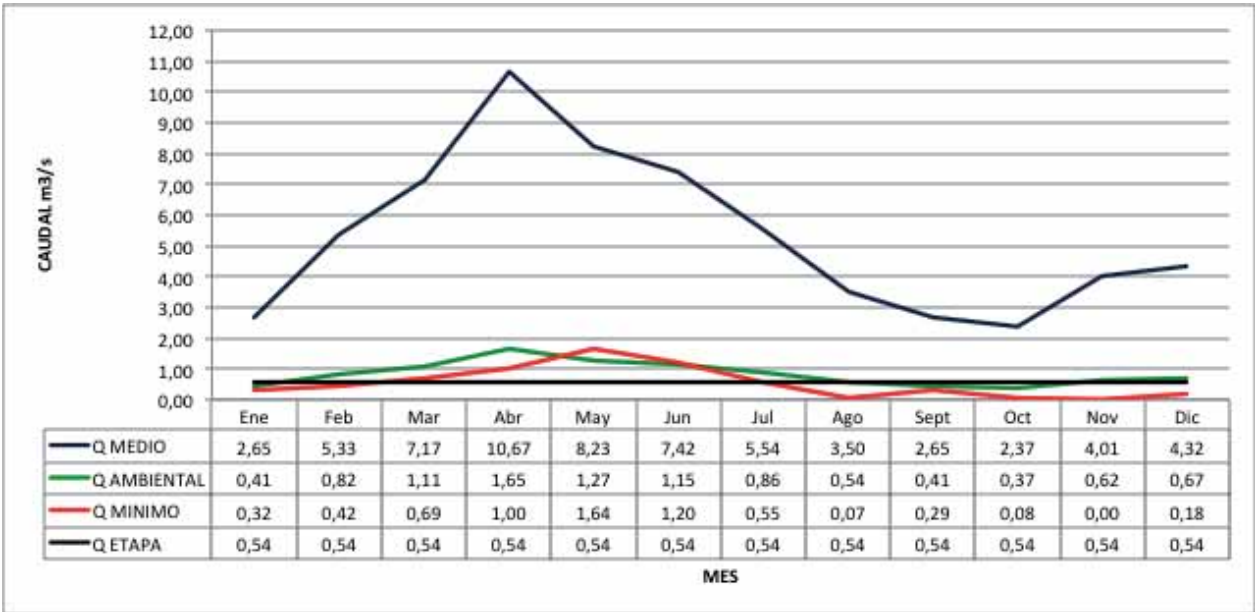
El caudal ambiental ha sido calculado como el 15,44% del caudal medio. Es preocupante observar que todos los años, a excepción de en el año 2008, los caudales mínimos han sido menores al caudal ambiental. Esto significa, que el río Tomebamba todos los años enfrentó

condiciones de severo estrés ecológico, siendo especialmente fuertes en los años 2000 (0,16 m³/s), 2003 (0,18 m³/s), 2009 (0 m³/s), y 2012 (0,07 m³/s). Es interesante notar, que el 2000 y el 2012 no sólo no son sus años más secos, sino que se encuentran entre los más húmedos. Al aplicar el caudal de ETAPA (0,54 m³/s), la situación no deja de ser preocupante, pues el caudal mínimo lo superaría solamente en cuatro años (1997, 2008, 2010 y 2011). Se debe recordar, que estos caudales han sido medidos antes de la extracción del agua para su potabilización.

Al analizar el comportamiento de los caudales medios distribuidos a nivel mensual (Figura 5.3), por otro lado, se observa claramente que el río Tomebamba posee un ciclo. Los caudales son notoriamente más altos en los meses de marzo, abril, mayo y junio, alcanzando su punto máximo en abril; y son notoriamente más bajos durante agosto, septiembre, octubre, y enero, llegando a su punto más bajo en octubre. Durante el período de caudales bajos se han producido los caudales mínimos históricos más bajos: en agosto (0,07 m³/s), octubre (0,08 m³/s), y noviembre (0 m³/s). Mientras que los caudales máximos más altos se han producido durante los meses abril (69,46 m³/s), mayo (87,85 m³/s) y junio (101,28 m³/s). De esta manera, el río Tomebamba atravesaría un período alto de marzo a junio, y un período bajo de agosto a noviembre.

La evolución mensual de los caudales mínimos muestra que el río Tomebamba tiene el riesgo de entrar en estrés ecológico durante los meses de agosto a febrero, pues estos caudales son más bajos que el caudal ambiental, e incluso que el caudal de ETAPA.

Figura 5.3: Caudales (Q) medios y mínimos por mes del río Tomebamba para el período 1997-2012

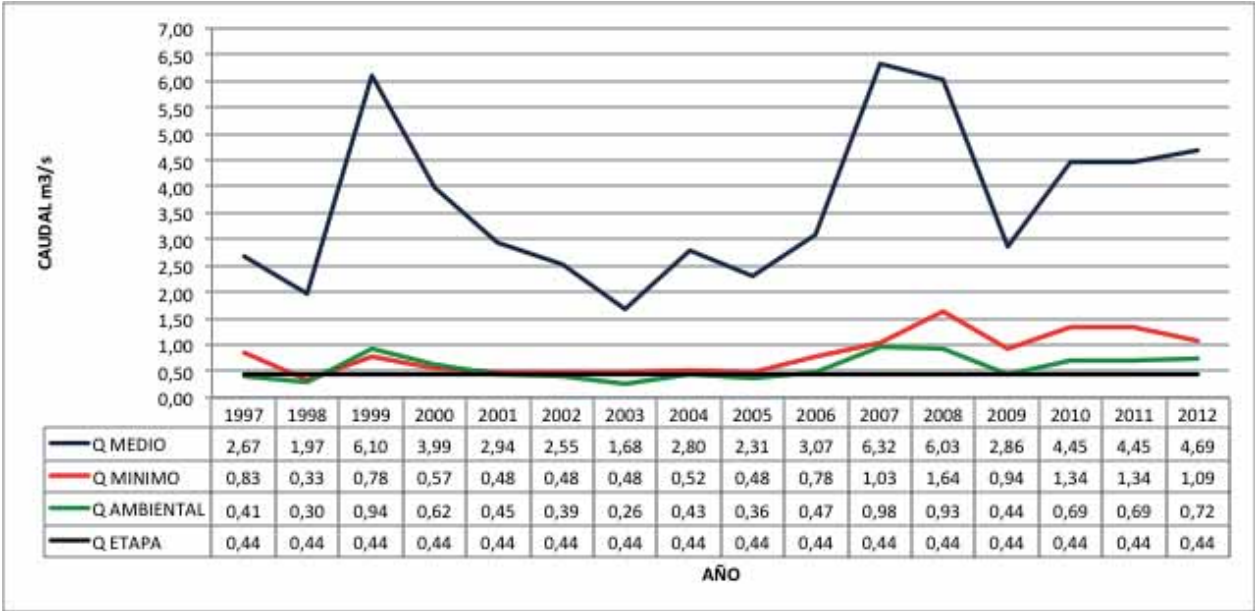


Fuente: Dirección de planificación de ETAPA

El río Yanuncay es el segundo río en importancia para la ciudad, puesto que al igual que el Tomebamba, la atraviesa íntegramente de Oeste a Este, aunque su caudal sea más bajo que el del río Tomebamba.

Los caudales medios indican que los años más secos del río Yanuncay han sido 1998 (1,97 m³/s), 2003 (1,68 m³/s) y 2005 (2,31 m³/s), mientras que los más húmedos han sido 2007 (6,32 m³/s), 1999 (6,10 m³/s) y 2008 (6,03 m³/s). La Figura 5.4 muestra los caudales anuales de este río.

Figura 5.4: Caudales medios y mínimos por año del río Yanuncay para el período 1997-2012



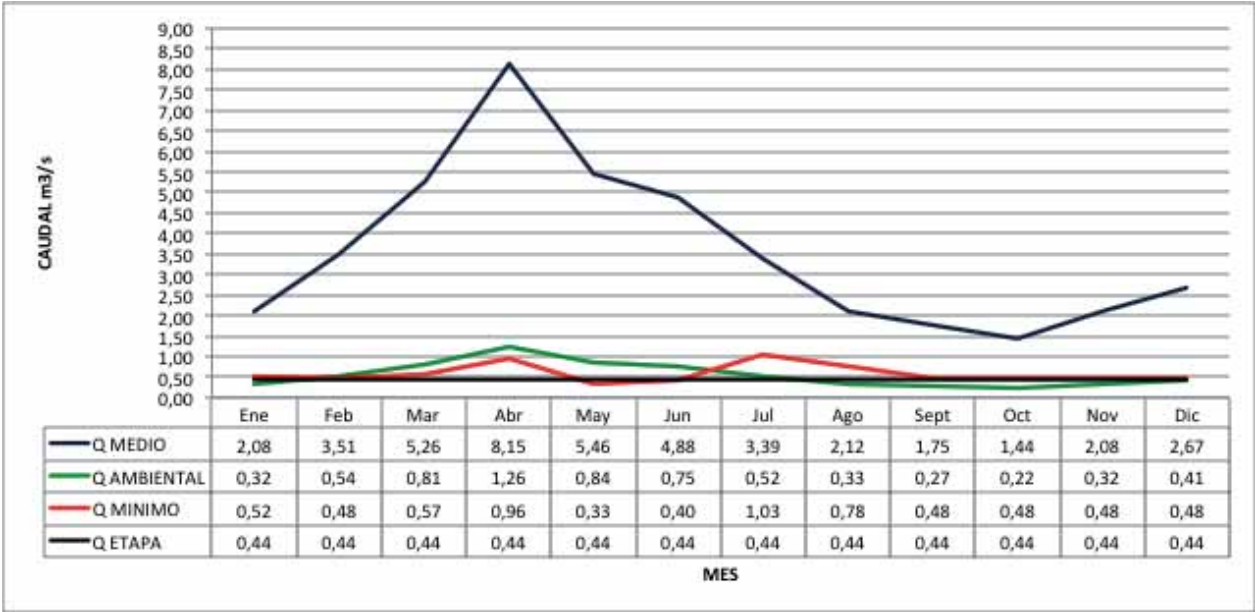
Fuente: Dirección de planificación de ETAPA

Es muy interesante notar que los caudales mínimos generalmente son mayores a los caudales ambientales, y en los dos casos que son menores (1998 y 1999), poseen valores muy cercanos a estos últimos. Adicionalmente, si se los compara con el caudal ambiental definido por ETAPA (0,44 m³/s), solamente el caudal mínimo de 1998 sería inferior. Esto significaría, que aunque estar en una situación de caudal mínimo es en si misma una situación de estrés ecológico, este río no ha enfrentado situaciones de estrés ecológico severo debido a la reducción de caudales.

El río Yanuncay, al igual que el Tomebamba, presenta claramente un ciclo anual, donde sus caudales más altos se presentan de marzo a junio, con un pico en el mes de abril, y con caudales bajos de octubre a enero, con una caída durante el mes de octubre (Figura 5.5).

Irónicamente, los años en los que sus caudales han sido muy bajos, el riesgo de estrés ecológico severo ha sido más alto de febrero a junio, pues es en estos meses justamente en los que los caudales ambientales superan a los caudales mínimos. Los mínimos históricos de los meses de mayo y junio, llegan a estar debajo incluso del caudal de ETAPA (0,44 m³/s).

Figura 5.5: Caudales medios y mínimos por mes del río Yanuncay para el período 1997-2012



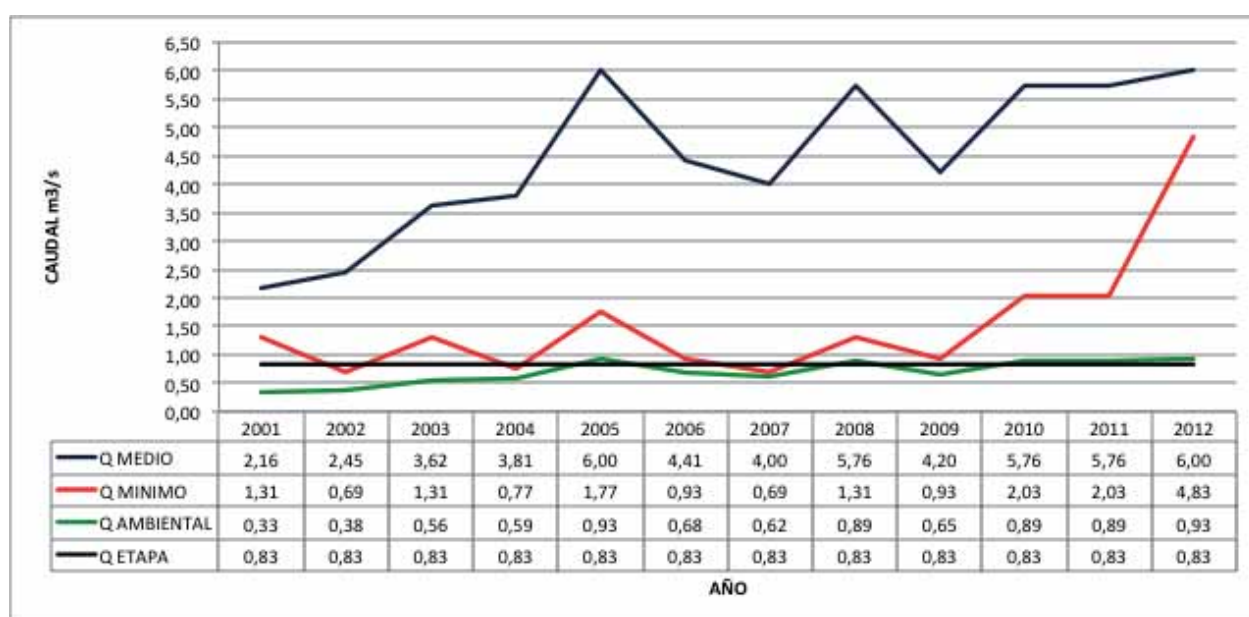
Fuente: Dirección de planificación de ETAPA

El río Machángara es el único de los cuatro que no cruza directamente por la ciudad, sin embargo, es una de sus fuentes principales de agua potable, y pasa junto a su parque industrial. Su dirección es de nor-oeste a sur-este.

Los caudales medios anuales muestran picos en los años 2005 (6 m³/s), 2008 (5,76 m³/s), 2010 (5,8 m³/s), 2011 (5,8 m³/s) y 2012 (6 m³/s) (Figura 5.6). Lo que coincide con los años de caudales altos de los otros ríos. Las caídas se producen entre los años 2001 y 2004, el aparente aumento de caudales a partir de 2005 no tiene relación con las represas, pues estas son anteriores al período en análisis. Evidentemente, debido a dichas represas, los picos y caídas de los caudales medios no son tan fuertes como los de los otros ríos.

Los caudales mínimos, por otro lado, siempre se mantienen sobre los caudales ambientales, por lo que los caudales bajos no serían un motivo de estrés ecológico severo en este río. Sin embargo, los caudales mínimos más bajos, correspondientes a los años 2002 (0,69 m³/s), 2004 (0,77 m³/s) y 2007 (0,69 m³/s) son inferiores al caudal de ETAPA (0,88 m³/s). Los caudales mínimos más altos se producen a partir del año 2010. Es interesante notar, que este es el único de los ríos en el que el caudal de ETAPA es generalmente mayor o igual que el caudal ambiental, y casi nunca es más bajo. A pesar de ello, este río recibe intensas presiones por parte de las mismas represas, y también del Parque Industrial de Cuenca.

Figura 5.6: Caudales medios y mínimos por año del río Machángara para el período 2001-2012

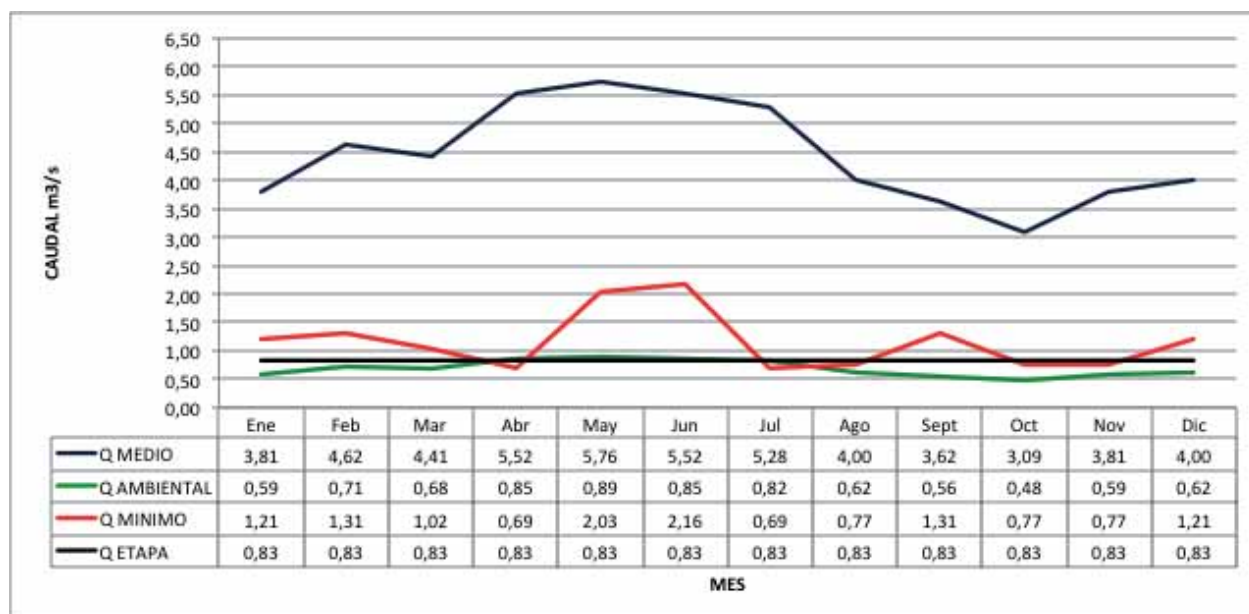


Fuente: Dirección de planificación de ETAPA

Al analizar los caudales medios a nivel mensual (Figura 5.7), se encuentra un ciclo similar al de los ríos Tomebamba, Yanuncay, sin embargo, las diferencias entre los picos y las caídas no son tan grandes (se debe recordar que este río tiene un coeficiente de variación notoriamente más bajo). Los caudales más altos se registran en los meses de abril a julio, mientras que los más bajos de septiembre a enero.

Es interesante notar, que entre los caudales mínimos históricos a nivel mensual, sí se registran eventos en los que son más bajos que los caudales ambientales, específicamente en los meses de abril y julio. Adicionalmente, son más bajos que el caudal de ETAPA en abril, julio, agosto, octubre y noviembre.

Figura 5.7: Caudales medios y mínimos por mes del río Machángara para el período 2001-2012



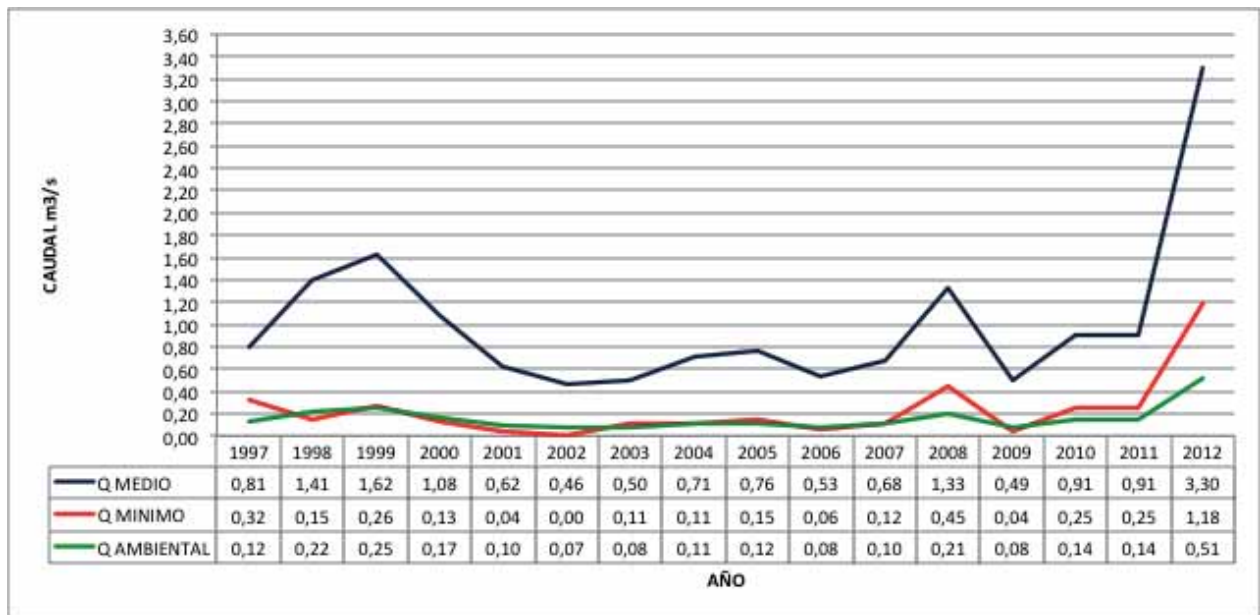
Fuente: Dirección de planificación de ETAPA

El río Tarqui es el más pequeño de los cuatro ríos que atraviesan Cuenca, llega a la ciudad con dirección de sur-oeste a nor-este. Aunque la ciudad no use el agua de este río para su potabilización, el río Tarqui es muy importante, ya que la principal zona de producción agrícola, ganadera y lechera del cantón Cuenca, se encuentra en su subcuenca.

Este río es el que presenta mayor oscilación en sus caudales, pues su coeficiente de variación es el más alto ($CV=1,5$). Los picos en sus caudales medios se encuentran en los años 1998 ($1,4 \text{ m}^3/\text{s}$), 1999 ($1,6 \text{ m}^3/\text{s}$) y 2012 ($3,3 \text{ m}^3/\text{s}$), siendo este último el más alto. Las caídas más fuertes de sus caudales medios, en cambio, se dan en los años 2002 ($0,46 \text{ m}^3/\text{s}$), 2003 ($0,5 \text{ m}^3/\text{s}$) y 2009 ($0,49 \text{ m}^3/\text{s}$), coincidiendo con los otros tres ríos (Figura 5.8).

Sus caudales mínimos son preocupantes, pues han llegado a cero (año 2002) o han sido muy cercanos a cero, como en los años 2001 ($0,04 \text{ m}^3/\text{s}$), 2006 ($0,06 \text{ m}^3/\text{s}$) y 2009 ($0,04 \text{ m}^3/\text{s}$). Adicionalmente, estos caudales son constantemente inferiores al caudal ambiental: 1998, 2000, 2001, 2002, 2006, y 2009, es decir, casi la tercera parte de los años analizados. Este río, al no ser una fuente de agua potable para la ciudad, no posee un caudal ambiental fijado por ETAPA, así como tampoco está protegido por la municipalidad.

Figura 5.8: Caudales medios y mínimos por año del río Tarqui para el período 1997-2012



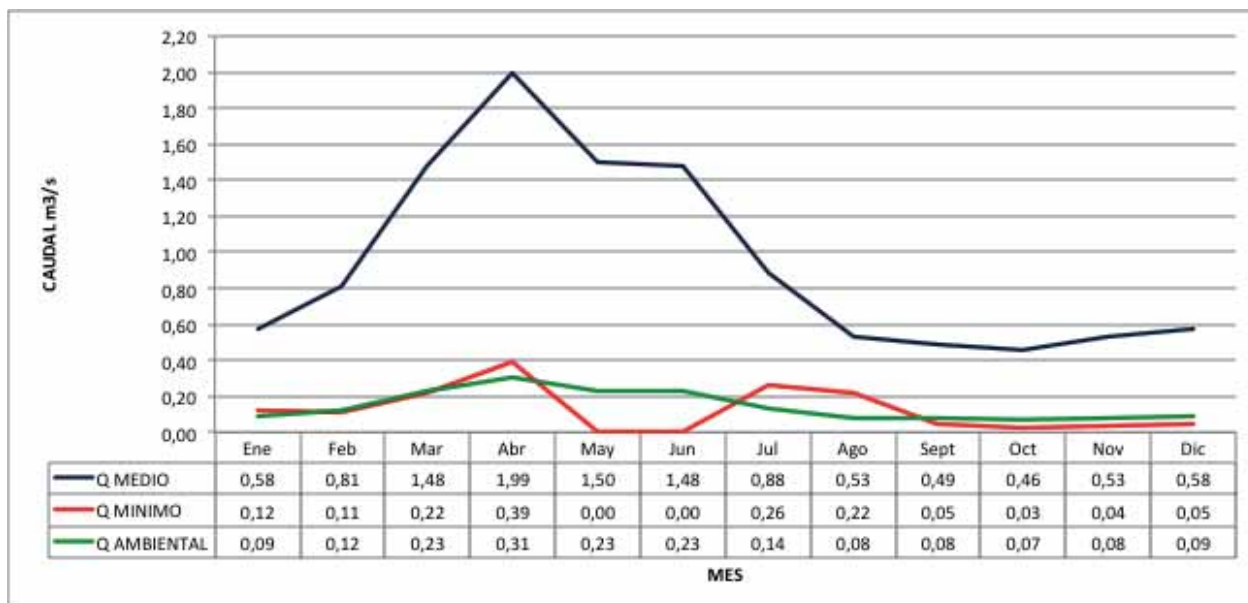
Fuente: Dirección de planificación de ETAPA

Su comportamiento tan variante, muy probablemente está relacionado con el uso del suelo de su subcuenca (sección 6.1.4). El metabolismo ecológico de los ecosistemas nativos, y sobre todo de los maduros, hace que actúen como agentes de regulación hídrica, generando menos variación en sus caudales (Holguin-Gonzalez *et al.*, 2013).

El comportamiento de sus caudales medios a nivel mensual, no diverge mayormente de los otros ríos, pues presenta sus picos en el período febrero-julio, teniendo sus puntos más altos en marzo (1,5 m³/s), abril (2 m³/s), mayo (1,5 m³/s) y junio (1,5 m³/s). Al igual que en los otros ríos, sus caudales medios más bajos se alcanzan en los meses de septiembre (0,5 m³/s) y octubre (0,45 m³/s).

Es muy importante notar que sus caudales mínimos históricos, aunque son inferiores a los caudales ambientales prácticamente todo el año (a excepción de enero, abril, julio y agosto), son muy similares ellos durante casi todos los meses. Son claramente superiores solamente en los meses de abril, julio y agosto, y notoriamente inferiores en los meses de mayo y junio (Figura 5.9).

Figura 5.9: Caudales medios y mínimos por mes del río Tarqui para el período 1997-2012



Fuente: Dirección de planificación de ETAPA

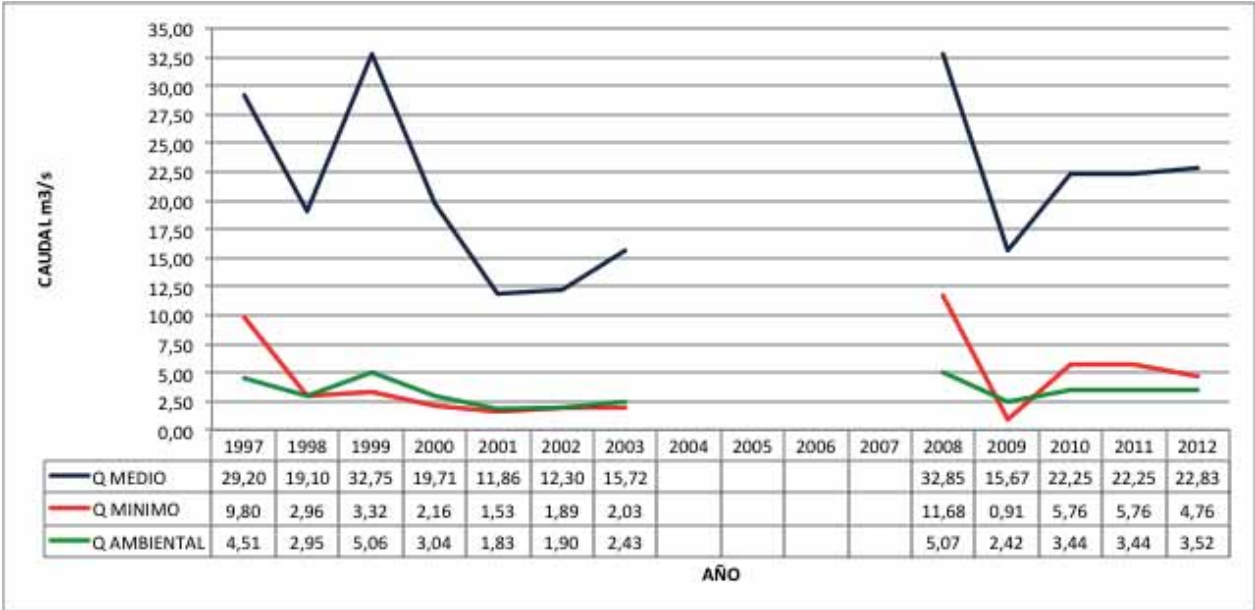
Finalmente, el río Cuenca se forma a partir de los cuatro ríos ya analizados, y posteriormente recibe los aportes de la Planta de Tratamientos de Aguas Residuales (PTAR), y de los ríos Sidcay y Jadán. No existen registros de caudales de estos dos últimos ríos, por lo que fue imposible incluirlos en el análisis; aunque, por otro lado, sus caudales son incluso menores que los del río Tarqui, por lo que su aporte no tendría mucha influencia en la dinámica del río Cuenca. En el caso concreto de este análisis, el aporte de la PTAR y de los ríos Sidcay y Jadán no tiene ninguna incidencia, ya que la estación de medición se encuentra antes de su desembocadura en el río Cuenca.

Al ser el Tomebamba el más caudaloso de los cuatro ríos, cabría esperar que sea el que más influencia tiene en la dinámica del río Cuenca, lo que aparentemente se confirmaría al tener los dos exactamente el mismo coeficiente de variación ($CV=1$). Las tendencias aparentemente son las mismas que las de los otros cuatro ríos, lamentablemente es difícil confirmarlo, ya que en las series de datos entregadas por ETAPA no existen los datos de los años 2004 a 2007.

Los caudales medios del río Cuenca tienen sus picos en los años 1997 (29,2 m³/s), 1999 (32,8 m³/s), 2008 (32,9 m³/s) y 2012 (22,8 m³/s), lo que es consistente con los caudales medios de los cuatro ríos que lo forman (Figura 5.10). Las caídas de estos caudales, por otro lado, se producen sobre todo en los años 2001 (11,9 m³/s), 2002 (12,3 m³/s), y 2009 (15,7 m³/s).

Los caudales mínimos del período 1999-2003 son ligeramente menores que los caudales ambientales, mientras que en el período 2008-2012, son menores solamente los del año 2009. Esto indicaría que desde el punto de vista cuantitativo, cuando el río Cuenca está en sus caudales mínimos, sufre estrés ecológico a causa de ellos, al igual que cualquier río en esa situación, pero que este estrés no sería severo, a diferencia de los ríos Tomebamba o Tarqui, por ejemplo.

Figura 5.10: Caudales medios y mínimos por año del río Cuenca para los períodos 1997-2003 y 2008-2012

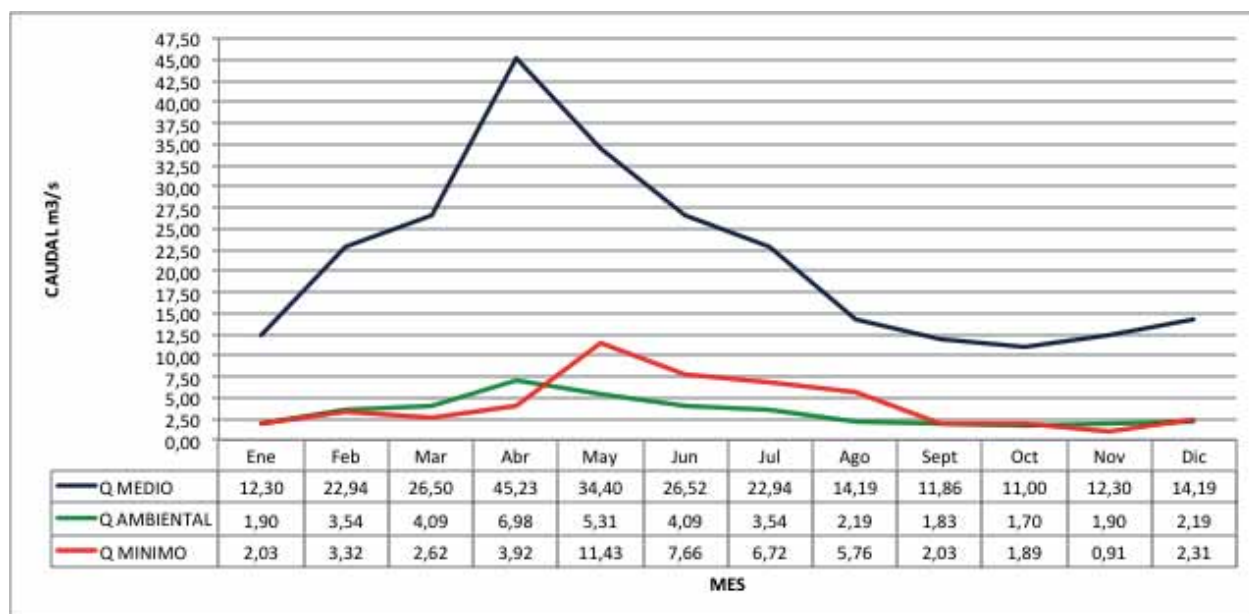


Fuente: Dirección de planificación de ETAPA

Al analizar los caudales medios a nivel mensual (Figura 5.11), es claro que el río Cuenca tiene exactamente el mismo ciclo que los ríos Tomebamba, Yanuncay, Machángara y Tarqui. Los picos de los caudales medios se producen en el período febrero-julio, y los caudales más bajos de septiembre a noviembre, subiendo apenas en diciembre, para volver a caer en enero.

Es muy interesante notar que la curva de los caudales mínimos mensuales es muy similar a la de los caudales medios, lo que indicaría que el ciclo de los caudales del río Cuenca, se cumple incluso en los períodos de poca agua. Estos caudales muestran que los riesgos de estrés ecológico severo en los años secos, se producirían en los meses de marzo y abril, meses que irónicamente se caracterizan por sus caudales altos.

Figura 5.11: Caudales medios y mínimos por mes del río Cuenca para los períodos 1997-2003 y 2008-2012



Fuente: Dirección de planificación de ETAPA

5.1.2. La apropiación del agua de los ríos de Cuenca

Como ya fue discutido en la sección 3.1.5, para poder usar el agua, ésta debe ser concesionada por el estado, actualmente representado por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA). SENAGUA posee una base de datos organizada por demarcaciones hidrográficas, para la gestión de las concesiones otorgadas. De esta manera, se ha construido la Tabla 5.1, donde se contrasta tanto los caudales medios mensuales de cada uno de los ríos, como sus caudales anuales, con el volumen de agua que tienen concesionado. El volumen de agua concesionado está expresado como un porcentaje del caudal de cada río, un valor superior al 100% significa que hay más agua concesionada que la que físicamente está disponible.

El ejercicio reveló una situación muy preocupante, especialmente para los ríos Tomebamba y Tarqui. La perspectiva anual muestra indicios de alarma, sin embargo, es la perspectiva mensual la que genera alertas que no pueden ser ignoradas.

La perspectiva anual muestra que el caudal libre del río Tarqui (9%), es decir, el caudal que no está concesionado, es inferior tanto al caudal ambiental (15,44%), y evidentemente es muy distante del caudal ecológico (33%). Por otro lado, el caudal libre de los ríos Tomebamba (28%) y Machángara (25%), es mayor que el caudal ambiental, sin embargo, es inferior al caudal ecológico. Aparentemente no habría problemas con los ríos Yanuncay y Cuenca.

Al cambiar de perspectiva, y analizar los datos desde un punto de vista mensual, la historia cambia, excepto para los ríos Yanuncay y Cuenca. Estos dos ríos no están sobreconcesionados, pues todos los meses sus concesiones dejan libre un caudal superior al caudal ecológico.

El río Tomebamba tendría concesionado un caudal mayor al disponible físicamente en los meses enero, agosto, septiembre y octubre. Tendría libre un caudal inferior al caudal ambiental en los meses de noviembre y diciembre, y finalmente, tendría libre un caudal mayor al caudal ambiental, pero menor al caudal ecológico en los meses de febrero y julio. De esta manera, las concesiones dejarían libre un caudal ecológico solamente en los meses de marzo, abril, mayo y junio.

El río Machángara, en cambio, tiene concesionado un caudal mayor al disponible físicamente en el mes de octubre. Las concesiones dejarían libre un caudal menor al caudal ambiental en los meses de enero, septiembre y noviembre. El caudal libre de los meses febrero, marzo, agosto y diciembre es mayor que el caudal ambiental, pero menor que el caudal ecológico. Finalmente, los caudales libres son mayores al caudal ecológico en los meses de abril, mayo, junio y julio.

El río Tarqui es un caso extremadamente preocupante, pues el caudal concesionado excede al caudal disponible en ocho de los 12 meses. De los cuatro meses restantes, el caudal libre es mayor al caudal ambiental, pero menor al caudal ecológico en los meses de marzo y junio. De esta manera, solamente tendría un caudal libre mayor al caudal ecológico durante los meses de abril y mayo.

En este contexto, se evidencia que los problemas que sufren los caudales de los ríos de Cuenca no son causados por fenómenos climáticos, sino más bien, por problemas en la gestión de las concesiones para el uso del agua. Como fue discutido en la sección [3.1.5](#), la municipalidad de Cuenca, a través de ETAPA, busca garantizar la dotación de agua potable para la ciudad, por lo que interviene en la gestión de las subcuencas de donde toma agua. Sin embargo, la institución rectora del agua ha sido quien ha gestionado las concesiones, y al pertenecer al gobierno central, tradicionalmente ha sido ajena a la municipalidad. Evidentemente, las concesiones de agua se han dado sin tener en cuenta los caudales de los ríos, y mucho menos sus caudales ambientales y ecológicos. Sin embargo, también es claro, que las iniciativas de gestión las subcuencas no han integrado a SENAGUA y que a la municipalidad solamente le interesa garantizar que exista suficiente caudal antes de las tomas para su agua potable, dejando eso sí un caudal ecológico que sufre nuevas extracciones de agua en el resto de su recorrido.

Tabla 5.1: La apropiación del agua de los ríos de Cuenca: contraste entre el caudal disponible cada mes y el caudal que ha sido concesionado

MES	TOMBAMBA		YANUNCAY		MACHANGARA		TARQUI		CUENCA	
	Q Río (m3/mes)	Porcentaje concesionado del caudal (%)	Q Río (m3/mes)	Porcentaje concesionado del caudal (%)	Q Río (m3/mes)	Porcentaje concesionado del caudal (%)	Q Río (m3/mes)	Porcentaje concesionado del caudal (%)	Q Río (m3/mes)	Porcentaje concesionado del caudal (%)
Ene	7.105.560	144	14.131.536	21	10.204.405	88	4.492.653	127	32.951.521	0,010
Feb	12.895.546	72	17.176.078	15	11.173.317	73	4.910.008	105	55.489.190	0,005
Mar	19.197.558	53	9.234.760	32	11.806.694	76	7.214.873	79	70.966.250	0,005
Abr	27.668.952	36	24.548.314	12	14.298.768	61	11.845.440	47	117.232.531	0,003
May	22.033.054	47	19.659.724	15	15.414.728	58	9.953.202	57	92.132.942	0,004
Jun	19.240.675	52	17.794.858	16	14.298.768	61	7.716.384	72	68.741.654	0,005
Jul	14.839.943	69	18.388.020	16	14.151.326	63	5.639.907	101	61.434.461	0,005
Ago	9.362.749	110	8.285.898	35	10.723.778	83	5.043.963	113	37.997.925	0,009
Sep	6.876.317	144	7.033.133	40	9.386.669	93	3.549.744	156	30.738.787	0,010
Oct	6.353.433	162	4.739.965	62	8.271.435	108	4.318.384	132	29.472.846	0,011
Nov	10.384.848	96	5.322.154	53	9.875.261	88	4.698.778	118	31.888.598	0,010
Dic	11.576.848	89	9.799.730	30	10.723.778	83	4.671.665	122	37.997.925	0,009
AÑO	167.535.483	72	156.114.170	22	140.328.927	75	74.055.001	91	667.044.630	0.006

Fuentes: Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), y la Dirección de Planificación de ETAPA

El agua concesionada para cualquier uso, en general, así como el agua concesionada para el uso en los hogares y/o para ser potabilizada, en particular, es el insumo fundamental para garantizar el metabolismo social del agua. Como se discute en la sección [2.2](#), y especialmente en la sección [2.2.6](#), los recursos que garantizan el metabolismo social son tomados directamente del territorio, es decir, el metabolismo social depende del territorio, el territorio incide en cómo se estructura. Sin embargo, a su vez las formas en las que se expresa el metabolismo social modifican al territorio, por lo que existiría una suerte de co-evolución que establece una relación indisoluble entre el territorio y las sociedades (Norgaard, 1994).

De esta manera, la problemática de los ríos de Cuenca hace que se torne fundamental conocer cómo se estructura su metabolismo social del agua. Este estudio se hará en dos secciones, en la primera sección se discutirá el uso del agua a nivel urbano, y en una segunda sección, se analizará el metabolismo del agua en las siete subcuencas que forman al río Cuenca.

5.2. EL METABOLISMO DEL AGUA EN EL CANTÓN CUENCA

5.2.1. El uso del agua potable a nivel urbano

El consumo de agua potable de la zona urbana es fundamental para entender el metabolismo social del agua de la ciudad de Cuenca, sin embargo, es fundamental tener claro que representa solamente el 25,2% de la extracción total de agua.

La mayor cantidad de la población de Cuenca se concentra en la zona urbana. Esta zona está abastecida de agua por la Empresa Pública Municipal de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado de Cuenca (ETAPA), teniendo una cobertura que, desde el año 2002, llega al 100% de la población urbana (Artiga, 2008).

Para la dotación del servicio, ETAPA maneja seis categorías de uso:

- Residencial: usuarios de agua potable para consumo doméstico.
- Comercial: comercios, bancos y el sector financiero en general, negocios, hostales, hoteles, oficinas particulares, empresas, actividades artesanales y pequeña industria.
- Industrial: mediana y gran industria.
- Especial sin rebaja: establecimientos educativos particulares, asociaciones sin fines de lucro, cámaras de comercio y de industrias, iglesias, clubes, y hospitales privados.

- Especial con rebaja: entidades públicas nacionales y provinciales, establecimientos educativos públicos, fundaciones sin fines de lucro, hospitales públicos y bomberos.
- Gratuito: Entidades municipales.

ETAPA tiene tres plantas de potabilización de agua para el abastecimiento de la zona urbana: El Cebollar (río Tomebamba), Tixán (río Machángara) y Soldados (río Yanuncay). Adicionalmente, posee una planta para el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad, ubicada en la zona conocida como Ucubamba. En el año 2013 los volúmenes de agua potabilizada se estimaron en 38.573.088 m³, en función de los datos reales obtenidos hasta agosto de ese año (Tabla 5.2).

El Índice de Agua No Contabilizada (IANC) es la diferencia entre el volumen total de agua potabilizada, y el consumo total de agua potable. Esta diferencia se puede deber a problemas relacionados con la medición del consumo (como diferencias en la calibración de los medidores) (pérdidas aparentes), o a pérdidas reales de agua producidas en el proceso de distribución, por ejemplo, por rupturas en la red o por robos (Mutikanga *et al.*, 2010). ETAPA no hace una diferenciación entre pérdidas reales y pérdidas aparentes. El IANC estimado para el 2013 fue de 18%. Es muy interesante notar que el IANC se ha reducido efectivamente del 45% en 1992 a 22% en 2012.

Un IANC de 22% es un dato muy interesante en el contexto del Ecuador y Latinoamérica. El IANC del Distrito Metropolitano de Quito en el 2013 fue del 28,36%, bajando al 21,29% en su zona urbana (Zevallos, 11/07/2013), mientras que, el de Guayaquil fue del 65% en 2008 (Molina, 2009) y del 59% en 2012 (El Telégrafo, 19/10/2012). En el resto de Latinoamérica, por otro lado, el IANC está por debajo del 30% solamente en Chile; en Colombia, por ejemplo, en promedio es del 43% (Sánchez y Sánchez, 2004), y en Argentina se estima que en promedio es del 40% (Lentini, 2012). En Europa, en cambio, la ciudad de Londres presenta un IANC del 33% (Nuñez *et al.*, 2010), mientras que en España se estimó que el IANC en el 2010 estaba entre el 23 y el 25% (Álvarez Paz *et al.*, 2014), y para Barcelona en el 2004 se calculó en el 20% (Nuñez *et al.*, 2010). De esta manera, el IANC estimado para el año 2013 (18%) sería un hito histórico, sin embargo, sin desconocer los importantes logros en su reducción, se debe esperar a conocer el IANC real.

Tabla 5.2: Volumen total de agua potabilizada, consumo urbano total de agua potable e Índice de Agua No Contabilizada (IANC) de Cuenca urbana para el período 1992-2013

AÑO	EXTRACCIÓN DE AGUA PARA POTABILIZACIÓN (m³/año)	CONSUMO URBANO DE AGUA POTABLE (m³/año)	POBLACIÓN URBANA ESTIMADA (INEC)**	COBERTURA DE AGUA POTABLE (%)	EXTRACCIÓN DE AGUA PARA POTABILIZACIÓN (litros por persona por día-lpd)	CONSUMO URBANO DE AGUA POTABLE (litros por persona por día-lpd)	VOLUMEN DE AGUA NO CONTABILIZADA (m³/año)	ÍNDICE ANUAL DE AGUA NO CONTABILIZADA (%)
1992	33.775.695	18.544.042	210.879	92	477,0	261,9	15.231.653	45
1993	33.851.299	17.225.549	217.416	92	463,7	235,9	16.625.750	49
1994	34.086.860	17.047.511	224.155	92	452,9	226,5	17.039.349	50
1995	33.845.953	17.484.267	231.103	92	436,1	225,3	16.361.686	48
1996	34.829.610	18.880.603	238.266	92	435,3	236,0	15.949.007	46
1997	50.680.784	21.155.527	245.652	96	588,8	245,8	29.525.257	58
1998	47.359.260	22.116.768	253.266	96	533,7	249,2	25.242.492	53
1999	46.976.421	21.313.254	261.116	96	513,4	232,9	25.663.167	55
2000	48.044.385	22.280.666	269.210	96	509,3	236,2	25.763.719	54
2001	45.696.305	22.231.733	278.995	99	453,3	220,5	23.464.572	51
2002	41.863.791	22.235.276	284.380	100	403,3	232,8	19.628.515	47
2003	41.553.281	23.103.007	289.868	100	392,7	237,3	18.450.274	44
2004	38.226.023	23.480.371	295.463	100	354,5	236,7	14.745.652	39
2005	36.941.645	24.348.070	301.165	100	336,1	240,8	12.593.575	34
2006	36.659.449	25.402.092	306.977	100	327,2	246,4	11.257.357	31
2007	35.412.351	25.353.647	312.902	100	310,1	241,3	10.058.704	28
2008	35.841.634	26.199.729	318.941	100	307,9	244,6	9.641.905	27
2009	36.549.480	27.480.301	325.097	100	308,0	251,7	9.069.179	25
2010	37.226.117	28.219.860	331.888	100	307,3	253,2	9.006.257	24
2011	37.226.117	28.901.466	338.290	100	301,5	254,4	8.324.651	22
2012	38.845.733	30.144.776	344.815	100	308,6	260,3	8.700.957	22
2013*	38.573.088	31.581.561	351.467	100	300,7	267,6	6.991.527	18

*Los datos del año 2013 han sido proyectados en función de los datos medidos hasta el mes de agosto de ese año

** Los datos de población son interpolaciones intercensales, para lo que INEC usa tasas medias acumuladas de crecimiento poblacional

Fuentes: Dirección de Planificación de ETAPA; Censos de Población y Vivienda de 1991, 2001 y 2010; y (Artiga, 2008)

El volumen de agua extraída para potabilización entre 1992 y 2013 se ha incrementado en un 14,2%, teniendo su salto más notorio entre 1996 y 1997 (45,5%) (Tabla 5.3), que se corresponde con el período final de la primera fase de los planes maestros de agua potable para la ciudad (1993-1998) (Artiga, 2008). Es muy interesante notar que el incremento del consumo de agua potable entre 1992 y 2013 (70,3%) es sensiblemente superior al incremento del volumen de agua potabilizada (14,2%), y muy cercano al crecimiento de la población en el mismo período (66,7%). De esta manera, el incremento en el consumo, parecería estar soportado principalmente por la reducción del agua no contabilizada (-54,1%), y parcialmente por el incremento del volumen de agua potabilizada (14,2%).

Tabla 5.3: Variación anual del volumen de agua potabilizada, del consumo de agua potable, de la población urbana y del agua no contabilizada

AÑO	TASA DE VARIACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DE AGUA PARA POTABILIZACIÓN (%)	TASA DE VARIACIÓN DEL CONSUMO TOTAL (%)	TASA DE VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN URBANA (%)	TASA DE VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA NO CONTABILIZADA (%)
1992	-	-	-	-
1993	0,22	-7,11	3,10	9,15
1994	0,70	-1,03	3,10	2,49
1995	-0,71	2,56	3,10	-3,98
1996	2,91	7,99	3,10	-2,52
1997	45,51	12,05	3,10	85,12
1998	-6,55	4,54	3,10	-14,51
1999	-0,81	-3,63	3,10	1,67
2000	2,27	4,54	3,10	0,39
2001	-4,89	-0,22	3,63	-8,92
2002	-8,39	0,02	1,93	-16,35
2003	-0,74	3,90	1,93	-6,00
2004	-8,01	1,63	1,93	-20,08
2005	-3,36	3,70	1,93	-14,59
2006	-0,76	4,33	1,93	-10,61
2007	-3,40	-0,19	1,93	-10,65
2008	1,21	3,34	1,93	-4,14
2009	1,97	4,89	1,93	-5,94
2010	1,85	2,69	2,09	-0,69
2011	0,00	2,42	1,93	-7,57
2012	4,35	4,30	1,93	4,52
2013*	-0,70	4,77	1,93	-19,65
TASA DE VARIACIÓN TOTAL 1992-2013	14,20	70,31	66,67	-54,10

* Los datos del año 2013 han sido proyectados en función de los datos medidos hasta el mes de agosto de ese año
Fuentes: Dirección de Planificación de ETAPA; y Censos de Población y Vivienda de 1991, 2001 y 2010

La información para analizar los consumos de cada una de las categorías de consumo de agua potable (descritas al inicio de esta sección), se encuentra disponible desde el año 2003. Los consumos anuales se encuentran en la Tabla 5.3, mientras que la Tabla 5.4 resume la proporción de consumo de cada categoría a partir de año 2003.

Tabla 5.4: Proporción del consumo que representa cada categoría del consumo total de agua potable en el área urbana de Cuenca, para el período 2003-2013

AÑO	CATEGORÍA						
	Residencial (%)	Comercial (%)	Industria (%)	Construcción (%)	Especial sin rebaja (%)	Especial con rebaja (%)	Gratuito (%)
2003	81,32	9,01	3,03	1,01	3,40	2,24	-
2004	81,18	9,51	2,80	1,11	3,04	2,36	-
2005	81,00	9,62	2,63	1,07	3,43	2,25	-
2006	80,82	9,90	2,82	0,97	3,20	2,30	-
2007	80,37	10,00	2,79	0,79	3,14	2,21	0,70
2008	80,79	9,53	2,61	0,83	3,29	2,15	0,79
2009	81,55	9,40	2,31	0,70	3,52	2,10	0,44
2010	81,70	9,43	2,62	0,53	3,39	2,06	0,27
2011	81,98	9,60	2,52	0,35	3,13	2,22	0,19
2012	81,98	9,26	2,44	0,38	3,41	2,26	0,26
2013*	82,18	8,87	2,38	0,50	3,76	2,14	0,17
PROMEDIO	81,35	9,47	2,63	0,75	3,34	2,21	0,40

* Los datos del año 2013 han sido proyectados en función de los datos medidos hasta el mes de agosto de ese año
Fuente: Dirección de Planificación de ETAPA

Es claro que el principal consumidor de agua potable es el sector de los hogares (81,4% en promedio), seguido de lejos por el sector comercial (9,5% en promedio), y luego por la categoría especial sin rebaja (sector de los servicios privados) (3,3% en promedio). Los servicios públicos (2,6% en promedio) (categorías especial con rebaja y gratuita), y la industria (2,6%) representan porcentajes muy similares, mientras que la construcción representa un porcentaje casi insignificante.

El incremento total del consumo de agua potable durante el período 2003-2013 (Tabla 5.5) ha sido de un 36,7%. La categoría que más ha incrementado su consumo es la residencial (38,2%). En ese contexto, es interesante notar que el crecimiento del consumo en este período, ha sido superior al crecimiento de la población (21%); por otro lado, la cobertura de agua potable en el mismo período alcanzó al 100% de la población (Artiga, 2008). De esta manera, este incremento en el consumo se explicaría con una subida en el consumo por conexión o por persona por día.

El consumo comercial, adicionalmente, también se incrementa en un porcentaje superior al 30% (34,6%); ya que el consumo comercial y el residencial representan aproximadamente un 90% del consumo total de la ciudad, su crecimiento explicaría el crecimiento del consumo total.

El consumo industrial tiene altos y bajos, pues hay periodos en los que se reduce, y otros en los que se incrementa, sin embargo, en términos globales sube en un 7,3%. La construcción, en cambio, experimenta una reducción del 31,5% en su consumo. Es muy interesante notar, que el consumo de los servicios privados se ha incrementado de manera importante (51,2%), así como el consumo de los servicios públicos de los gobiernos central y provincial (30,3%). Finalmente, es fundamental resaltar la drástica reducción en el consumo de la categoría gratuita, es decir, de los servicios públicos prestados por la municipalidad de Cuenca (69,7%).

Esta variación en los consumos puede deberse a cambios en el consumo a nivel individual, o a diferencias en la cantidad de conexiones de agua potable, es decir, a aumentos o reducciones en su número.

Tabla 5.5: Tasa de variación del consumo de agua potable por categoría durante el período 2003-2013

AÑO	CATEGORÍA							
	Residencial (%)	Comercial (%)	Industria (%)	Construcción (%)	Especial sin rebaja (%)	Especial con rebaja (%)	Gratuito (%)	TOTAL (%)
2003	-	-	-	-	-	-	-	
2004	1,46	7,30	-6,16	12,54	-9,08	7,01	-	1,63
2005	3,46	4,97	-2,58	-0,02	16,88	-1,17	-	3,70
2006	4,10	7,32	12,02	-5,72	-2,84	6,57	-	4,33
2007	-0,75	0,79	-1,13	-18,38	-1,87	-3,83	-	-0,19
2008	3,89	-1,47	-3,59	8,64	8,31	0,39	17,47	3,34
2009	5,86	3,46	-7,13	-12,14	11,97	2,18	-42,16	4,89
2010	2,89	3,01	16,57	-21,89	-1,07	1,10	-37,20	2,69
2011	2,76	4,24	-1,50	-31,87	-5,33	10,45	-25,20	2,42
2012	4,30	0,67	1,03	13,54	13,62	5,99	41,17	4,30
2013*	5,03	0,31	2,00	37,27	15,65	-0,96	-32,79	4,77
VARIACIÓN TOTAL 2003-2013	38,15	34,64	7,27	-31,46	51,24	30,34	-69,72	36,70

* Los datos del año 2013 han sido proyectados en función de los datos medidos hasta el mes de agosto de ese año
Fuente: Dirección de Planificación de ETAPA

La Tabla 5.6 muestra la cantidad de conexiones para cada categoría, y su incremento total en el período 2003-2013. El incremento total en el número de conexiones es del 78%, y se explica sobre todo nuevamente por los incrementos tanto en la cantidad de conexiones residenciales (78%), como comerciales (77%). Sin embargo, es muy interesante notar que el incremento en la cantidad total de conexiones, así como, el de estas dos categorías, es el doble de su incremento en el consumo. Esto significaría el crecimiento tanto en el consumo total, como en el de las categorías residencial y comercial, se debe al aumento en el número de las conexiones. Las conexiones industriales, por otro lado, se han reducido en un 11%, lo que indica que su crecimiento en el consumo se debe a un mayor consumo por cada conexión. Las categorías de construcción (62%), y especial sin rebaja (170%), presentan incrementos muy importantes en la cantidad de conexiones, todos muy superiores al incremento de sus consumos. La categoría especial con rebaja (20%), en cambio, muestra un crecimiento inferior al de su consumo. Tal vez lo más llamativo en estos datos, sea el contraste entre el incremento del 250% en la cantidad de conexiones gratuitas, y la reducción en un 69,7% en el consumo total. La Tabla 5.7 muestra que el consumo por conexión de las categorías residencial (-23%), comercial (-24%), construcción (-58%), especial sin rebaja (-44%) y gratuita (-62%) se ha reducido, mientras que el consumo de la categoría industrial (20%) y especial con rebaja (9%) se ha incrementado.

Tabla 5.6: Cantidad de conexiones de agua potable en el mes de diciembre de cada año

AÑO	CATEGORÍA							
	Residencial	Comercial	Industria	Construcción	Especial sin rebaja	Especial con rebaja	Gratuito	TOTAL
2003	58.597	3.479	269	1.102	169	215	8	63.839
2004	60.156	4.038	263	1.419	223	207	26	66.332
2005	63.479	4.640	255	1.392	225	222	29	70.242
2006	68.132	5.042	258	1.298	253	234	31	75.248
2007	74.813	5.301	251	1.306	291	242	35	82.239
2008	79.365	5.456	249	1.230	312	246	39	86.897
2009	84.598	5.771	243	1.157	365	256	23	92.413
2010	89.528	5.927	244	814	381	257	25	97.176
2011	95.567	6.082	241	575	406	261	27	103.159
2012	101.547	6.076	240	664	420	257	27	109.231
2013*	104.467	6.159	240	1.783	456	258	28	113.391
VARIACIÓN TOTAL 2003-2013 (%)	78	77	-11	62	170	20	250	78

* Los datos del año 2013 han sido proyectados en función de los datos medidos hasta el mes de agosto de ese año
Fuente: Dirección de Planificación de ETAPA

Tabla 5.7: Consumo por conexión (m³/año) de cada categoría y su variación en el período 2003-2013

AÑO	CATEGORÍA							
	Residencial	Comercial	Industria	Construcción	Especial sin rebaja	Especial con rebaja	Gratuito	TOTAL
2003	321	598	2.600	211	4.652	2.408		362
2004	317	553	2.495	184	3.205	2.677		354
2005	311	505	2.507	188	3.713	2.467		347
2006	301	499	2.776	190	3.209	2.494		338
2007	272	478	2.821	154	2.737	2.319	5.040	308
2008	267	458	2.742	178	2.766	2.290	5.314	302
2009	265	448	2.609	166	2.647	2.249	5.211	297
2010	258	449	3.029	184	2.509	2.265	3.011	290
2011	248	456	3.021	178	2.229	2.463	2.085	280
2012	243	460	3.064	175	2.448	2.651	2.944	276
2013*	248	455	3.126	89	2.607	2.616	1.908	279
VARIACIÓN TOTAL 2003-2013 (%)	-23	-24	20	-58	-44	9	-62	-23

* Los datos del año 2013 han sido proyectados en función de los datos medidos hasta el mes de agosto de ese año
Fuente: Dirección de Planificación de ETAPA

El consumo comercial por conexión es casi el doble (1,8 veces) que el consumo residencial, mientras que el industrial es 12,6 veces mayor, el consumo de las categorías especial sin rebaja y con rebaja, 10,5 veces, y finalmente, el de la categoría gratuita, 7,6 veces. Esta relación es interesante para indicar cómo se han comportado las diferentes categorías de consumo. De esta manera, con relación a la categoría residencial se ha reducido el consumo de las categorías comercial en un 1,9%, construcción en un 45,3%, especial sin rebaja en un 27,7%, y gratuita en un 58,5%. Mientras que han aumentado notablemente el consumo industrial (55,2%) y el consumo de la categoría especial con rebaja (40,2%). Estos datos, por otro lado, indican que ha habido una reducción efectiva del consumo de las categorías comercial, construcción, especial sin rebaja y gratuita, mientras que, ha habido un incremento en el consumo de las categorías industrial y especial con rebaja. Esto significaría que los comercios, las construcciones, los servicios privados, y los servicios municipales consumen menos agua por local que en el 2003, en contraste con las industrias y los servicios públicos nacionales y provinciales consumen más agua por local que en el 2003.

Es muy interesante notar, que sistema económico de Cuenca (sección [3.1.3](#)) muestra una actividad económica comercial muy fuerte, así como un crecimiento de la construcción, por lo que una reducción en el consumo por conexión es muy importante. Por otro lado, estos datos muestran que con las políticas adecuadas se puede reducir el consumo de agua en el sector público, ya que la reducción del consumo de la categoría gratuita es notable, tanto en términos absolutos, como por cada conexión. El incremento del consumo para la categoría especial con rebaja, no necesariamente se debe a un mayor desperdicio por parte del sector público nacional y provincial, puede deberse a dos factores: por un lado, a un incremento en el personal abastecido por cada conexión, y por otro, a una mayor demanda de los servicios de salud y educación pública. Estas conclusiones son fáciles de formular, luego de analizar los datos de inversión pública, del incremento en la tasa de matrículas en la educación pública, y la notoria subida en la demanda para la salud pública (secciones de salud, educación e inversión pública de la aplicación web del Sistema Nacional de Información: <http://app.sni.gob.ec/web/sni>). El consumo de agua potable del sector de la industria podría representar una alerta, aunque también podría significar un incremento en su producción.

ETAPA cumple claramente con la constitución del Ecuador, y prioriza el agua ciudadanía sobre los otros usos (Arrojo, 2009), tal como muestran los datos, por lo que es fundamental ahora enfocarse en el uso del agua potable a nivel hogares (Tabla 5.8). Arrojo (2009), sostiene que un consumo de 120 litros por persona y día (lpd) sería suficiente para garantizar la satisfacción de las necesidades fundamentales de una persona, así como, la de sus derechos ciudadanos. La Organización Mundial de la Salud, en cambio, considera que existe un acceso óptimo al agua cuando se garantizan 100 lpd (Howard y Bartram, 2003). Los resultados del consumo por persona y por día para la ciudad de Cuenca son preocupantes, si se toma como referencia cualquiera de las dos recomendaciones.

La Tabla 5.8 muestra como el crecimiento del consumo residencial absoluto en el período 2003-2013 es mayor que el crecimiento poblacional, por lo que debe explicarse también con el incremento del consumo por persona. El consumo por persona y por día para el año 2013 se estimó en 194,2 lpd, un valor excesivamente alto, al compararlo con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (100 lpd) y de Arrojo (120 lpd). A nivel anual, este valor se incrementó en todos los años, a excepción de los años 2011 y 2012. En términos globales el consumo por persona y por día se incrementó en un 9,4% para el período en análisis. A pesar de que los valores de los años 2011 y 2012 son menores a los del año 2010, su reducción es mínima

y no dejan de ser muy altos. En el año 2013 el consumo por persona y por día vuelve a superar los valores del 2010.

Tabla 5.8: Consumo de agua residencial en litros por persona y por día (lpd)

AÑO	Consumo Residencial (m ³ /año)	Población urbana**	Consumo por persona por día (l/pd)
2003	18.786.876	289.868	177,57
2004	19.061.478	295.463	176,75
2005	19.721.057	301.165	179,40
2006	20.529.468	306.977	183,22
2007	20.375.698	312.902	178,41
2008	21.167.889	318.941	181,83
2009	22.409.079	325.097	188,85
2010	23.056.619	331.888	190,33
2011	23.693.359	351.341	184,76
2012	24.711.810	358.696	188,75
2013*	25.953.582	366.099	194,23
VARIACIÓN TOTAL (%)	38,1	26,3	9,4

*Los datos del año 2013 han sido proyectados en función de los datos medidos hasta el mes de agosto de ese año

** Los datos de población son interpolaciones intercensales obtenidas a partir de los censos de 1991, 2001 y 2010, para lo que INEC usa tasas medias acumuladas de crecimiento poblacional

Fuentes: Dirección de Planificación de ETAPA y Censos de Población y Vivienda de 1991, 2001 y 2010

El consumo por persona y por día de Cuenca (194,23 lpd), es más alto que el de Quito (170 lpd) (Dávila, 06/2010), pero se ubica muy por debajo del de Guayaquil (300 lpd) (Swyngedouw, 2004). A nivel Latinoamericano está casi al mismo nivel que el promedio urbano de Argentina (180 lpd) (Lentini, 2012), está por encima del promedio europeo (165 lpd), y es significativamente más alto que el de Barcelona y su contiguo urbano (126 lpd) (Saurí, 2003). En varias conversaciones personales con técnicos de ETAPA, éstos han sostenido que entre las razones principales para el consumo tan elevado de Cuenca, están el uso de agua potable para el riego de jardines y el lavado de coches. El alto consumo de Cuenca, necesariamente está relacionado con la aparente mayor disponibilidad de agua en la zona urbana, de esta manera, sus datos son comparables con ciudades que posean también una alta disponibilidad de agua, como Quito, Guayaquil y muchas ciudades Latinoamericanas. En este contexto, es claro que los consumos altos están ligados a una disponibilidad también alta, y no solamente a consumos deficientes.

Diversos estudios demuestran que existe una relación directa entre la densidad poblacional y el consumo de agua por habitante, a mayor densidad, menor consumo (Saurí, 2003; Domene y Saurí, 2006). La densidad poblacional de Cuenca es de 47 hab/ha, siendo la ciudad de mayor densidad del Ecuador. Le siguen Quito (44 hab/ha) y Ambato (38 hab/ha). Es muy interesante notar que Guayaquil posee una densidad muy baja (9 hab/ha) (INEC, 2011a). Cuenca comparativamente posee una densidad poblacional baja, pues su densidad es equivalente a la de las ciudades españolas de menos de 100.000 habitantes (45 hab/ha), mientras que la densidad promedio para las ciudades españolas con poblaciones similares a la de Cuenca (200.000 a 500.000 habitantes) es de 66 hab/ha; aunque ciudades como Santa Coloma (171 hab/ha), Bilbao (197 hab/ha) y Oviedo (120 hab/ha) presenten valores significativamente más altos. Entre las ciudades de más de 500.000 habitantes Barcelona posee una densidad de 198 hab/ha, Madrid 85 hab/ha y Valencia 115 hab/ha (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2010).

Un ejercicio interesante es asumir que el consumo por habitante es de 120 lpd, y en función de esta suposición, calcular qué población podrían sostener los volúmenes actuales de agua potabilizada, así como los volúmenes del consumo total, del consumo residencial y del agua no contabilizada. De esta manera, si se analiza el consumo del último año para el que se tiene datos medidos (y no estimados), es decir, el año 2012, los resultados son muy interesantes:

- El volumen total de agua potabilizada podría sostener a una población equivalente a 2,6 veces la población urbana actual.
- El consumo total de agua potable de la ciudad de Cuenca podría sostener a una población equivalente a 2,1 veces la población urbana actual.
- El consumo residencial de agua potable podría sostener a una población equivalente a 1,7 veces la población urbana actual.
- El volumen de agua no contabilizada podría sostener a una población equivalente a la mitad de la población urbana actual.

Este ejercicio es muy revelador, pues indica que reduciendo el consumo por habitante, y sin afectar sus derechos ciudadanos, es decir, garantizando 120 lpd, se podría abastecer de agua potable a toda la población de Cuenca, tanto urbana, como rural, e incluso reducir la presión sobre sus ríos. Si se asume que las tasas de crecimiento poblacional actuales se mantienen, el consumo residencial actual podría sostener a la población urbana del año 2026.

Si bien, la gestión del agua en la ciudad de Cuenca, tiene indiscutibles logros en la garantía de los derechos ciudadanos tanto a nivel urbano, como rural ¹⁷, existe un considerable sobreconsumo del agua potable. El principal uso para el agua potable es el de los hogares, lo que debe mantenerse, sin embargo, su consumo es excesivamente alto, por lo que son urgente políticas que permitan reducirlo a niveles aceptables, sin afectar los derechos ciudadanos. Las políticas de reducción del consumo de los servicios privados y los servicios municipales, así como de los sectores comercial y de la construcción, han sido claramente efectivas, lo que es un logro indiscutible. Estas mismas políticas se deben aplicar a los servicios públicos nacionales y provinciales, pues estos sectores han aumentado su consumo. Aunque el sector industrial aparentemente posea un consumo bajo en términos absolutos, su consumo se ha incrementado notoriamente. Los datos de ETAPA, sin embargo, no reflejan el consumo industrial real, puesto que este sector toma agua directamente de los ríos, como lo han manifestado técnicos de ETAPA. Por otro lado, el trabajo realizado en 2010¹⁸, ya indicó una alta ineficiencia en el sector industrial, lo que será analizado nuevamente, y de forma más profunda en la siguiente sección. Sin embargo, es fundamental señalar que la sustitución de importaciones y la industrialización del país, son políticas centrales para el gobierno del Ecuador (SENPLADES, 2013), por lo que el uso del agua por parte del sector industrial debe ser estudiado para prevenir conflictos socio-ecológicos.

5.2.2. El metabolismo del agua en el cantón Cuenca: la aplicación del enfoque MuSIASEM

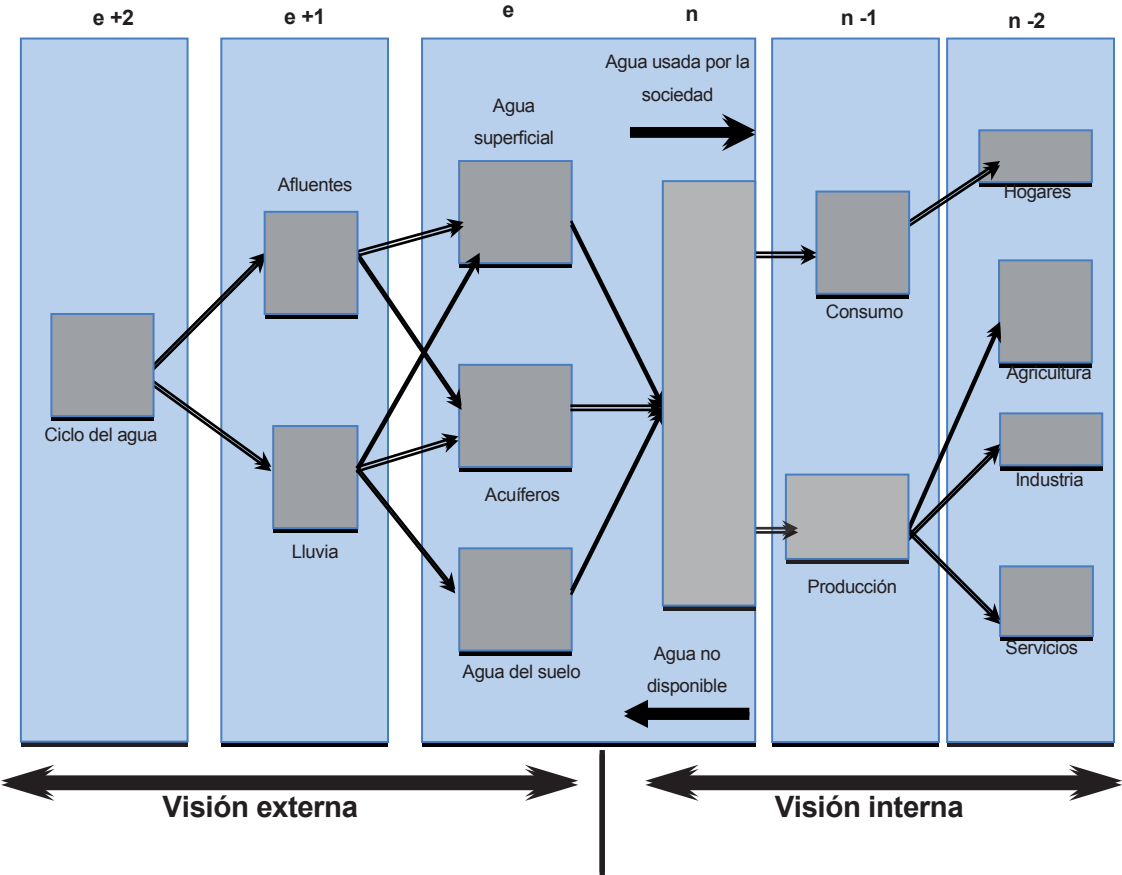
La aplicación al estudio del metabolismo del agua del enfoque del Análisis Multiescalar del Metabolismo Social y Ecológico (MuSIASEM), representa retos interesantes, pues como se discutió en la sección [3.2.3](#), el agua es a la vez un fondo y un flujo (sección [3.2.2](#)). Cristina Madrid, Violeta Cabello y Mario Giampietro (2013) han resuelto este problema: el agua como fondo es analizada con la que han llamado visión externa, pues está más allá del control humano; es decir, es vista dentro del sistema ecológico a nivel macro. El agua como flujo, en cambio, es estudiada con una visión interna, pues se analizan los procesos que se dan dentro de una sociedad, es decir, lo que una sociedad hace (Madrid y Giampietro, 2014).

¹⁷ Según la dirección de planificación de ETAPA la cobertura de agua potable a nivel rural superaría el 90%, sin embargo, al ser sistemas autogestionados por la población rural, ETAPA no mide el consumo de la población rural.

¹⁸ La investigación se realizó para la tesina titulada "Origen y uso del agua en la ciudad de Cuenca, Ecuador"

La *visión externa* se representa en los niveles $e+2$ y $e+1$. El nivel $e+2$ se refiere al ciclo del agua en su globalidad, mientras que el nivel $e+1$ se refiere al *agua azul* (el agua superficial y los acuíferos), y al *agua verde* (el agua almacenada en el suelo, que no está disponible para el uso humano, pero sí para las plantas). En este caso particular nos ocuparemos solamente del nivel e , y específicamente del *agua azul* superficial. En el contexto de la *visión externa*, es fundamental la categoría semántica de la *Recarga Ecosistémica de Agua* (EWR, por sus siglas en inglés). La EWR involucra tanto a los procesos del ciclo del agua ($e+2$), como a las entradas de agua en forma de *agua azul* ($e+1$). La categoría semántica que enlaza el sistema ecológico, con el sistema social es la *Apropiación Social del Agua* (SAW por sus siglas en inglés). La SAW se refiere tanto a la cantidad total de agua extraída para el uso humano, como a los cambios que sufre su calidad al ser metabolizada por la sociedad, es decir, es una categoría tanto cuantitativa, como cualitativa (Madrid y Giampietro, 2014). Este trabajo se enfocó solamente en la parte cuantitativa.

Figura 5.12: Esquema del patrón metabólico del agua, combinando la organización en niveles jerárquicos del patrón metabólico de la sociedad ($n-i$) con el patrón metabólico del ecosistema ($e/e+i$)



Fuente: Traducido y adaptado de (Madrid y Giampietro, 2014)

El enlace entre el sistema ecológico y el sistema social es el nivel n . La categoría semántica para analizar este nivel es el *Uso Bruto de Agua* (GWU, por sus siglas en inglés), y se refiere al volumen total de agua apropiada por la sociedad, por lo que incluye al agua no contabilizada y a las pérdidas (Madrid y Giampietro, 2014).

La *visión interna* se representa por los niveles $n-1$, $n-2$, $n-3$ (hasta $n-i$), en el caso de este estudio hemos llegado al nivel $n-3$. Existen diferentes categorías semánticas importantes para el análisis de la *visión interna*, en este trabajo se utilizan dos de ellas. La primera son las *Pérdidas Cuantitativas* (QL, por sus siglas en inglés), y se refiere a las pérdidas que se dan durante el proceso de distribución, y al agua no contabilizada. Mientras que la segunda, es el *Uso Neto de Agua* (NWU, por sus siglas en inglés), y se refiere al agua que efectivamente llega a su destino final, la que a su vez es categorizada de acuerdo a sus diferentes usos. En esta categoría son muy útiles las definiciones de Pedro Arrojo de *agua vida*, y de *agua economía*, descritas en la sección [2.2.5](#). Otras categorías semánticas que no fueron aplicadas en este caso son las *importaciones y exportaciones de agua virtual* (el agua involucrada en la producción de un producto o bien) (Madrid y Giampietro, 2014).

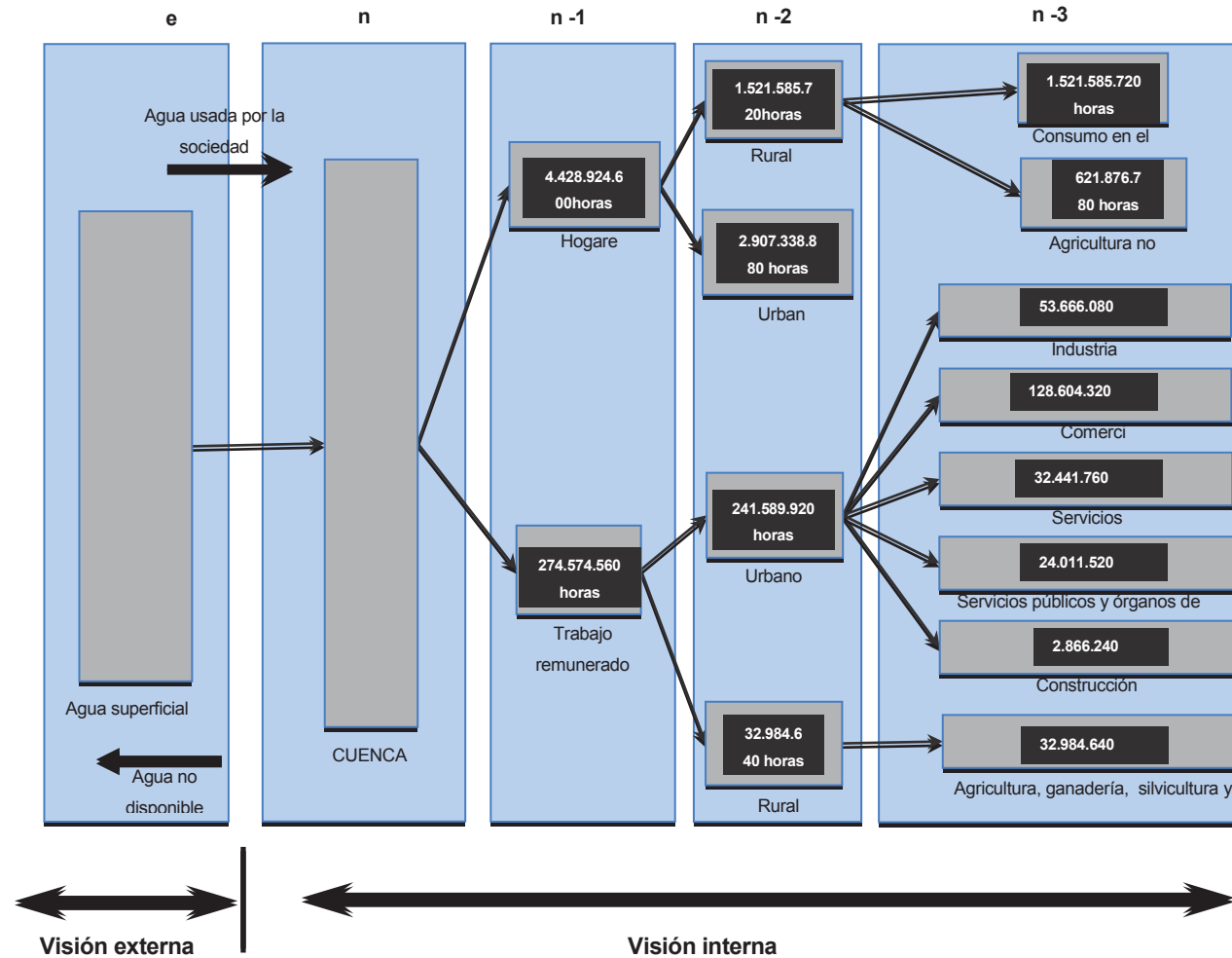
La aplicación del MuSIASEM al estudio del metabolismo del agua del cantón Cuenca, requirió del uso de distintas fuentes de información: la combinación de los datos de potabilización y consumo de agua de agua potable del año 2012 (ETAPA), con las concesiones de agua de la cuenca del río Cuenca (SENAGUA), los caudales del río Cuenca (ETAPA), el Censo Económico 2010 (INEC), el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEC), y la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua de 2012 (ESPAC-2012) realizada anualmente por el INEC.

La gramática usada para la aplicación del MuSIASEM está formada por cinco niveles (Figura 5.13):

1. El nivel e , se refiere al agua superficial disponible para la apropiación humana.
2. El nivel n , se refiere al cantón Cuenca.
3. El nivel $n-1$, se refiere al sector del trabajo remunerado, y a los hogares. Para categorizar el trabajo remunerado, se utilizó la clasificación CIIU 4, por ser la misma que usó el Censo Económico 2010.
4. El nivel $n-2$, se refiere al área urbana, y al área rural.
5. El nivel $n-3$, se refiere los diferentes sectores del trabajo remunerado, tanto a nivel urbano (industria manufacturera, comercio, servicios privados, servicios públicos y

órganos de gobierno, y construcción), como a nivel rural (agricultura, ganadería, silvicultura y pesca); así como, a la agricultura de subsistencia para los hogares.

Figura 5.13: Esquema del patrón metabólico del agua, mostrando la organización en niveles jerárquicos del patrón metabólico de Cuenca (n -i), e incluyendo el número de horas de actividad humana que consumen agua en cada uno de dichos niveles



Fuente: INEC -Censo de Población y Vivienda 2010

El agua disponible para ser usada, es decir, para su *Apropiación Social* (SAW) (nivel *e*), es el caudal anual del río Cuenca. Fue calculada a partir de la mediana de los caudales diarios este río (para los períodos 1997-2003 y 2008-2012); al caudal resultante se le añadió el volumen anual de agua potabilizada por ETAPA. Finalmente, se le restó el 15,44% correspondiente al caudal ambiental. El cálculo se realizó de esta manera, ya que la estación de medición de los caudales del río Cuenca, se encuentra antes del desfogue de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba (PTAR), por lo que el aporte de esta planta queda excluido en la medición de caudales. Según la Dirección de Planificación de ETAPA (2010), el sistema de alcantarillado de Cuenca, recoge cerca del 92% de las aguas residuales urbanas, las mismas que son tratadas en la PTAR, este volumen de agua correspondería al volumen de agua potabilizada, más el agua lluvia recogida por el alcantarillado. De esta manera, se compensaría el problema generado por la ubicación de la estación de medición de caudales.

El 8% restante de aguas servidas se depositan sin tratamiento, bien sea en los ríos, pequeños riachuelos y quebradas que se encuentran en las subcuencas de los ríos Tomebamba, Yanuncay, Machángara y Tarqui, o bien sea, directamente en estos ríos. Dichas aguas servidas son resultado de extracciones de agua para consumo doméstico ajenas a ETAPA, tomadas generalmente del mismo cuerpo de agua en el que desfogan. Es así que, al usar los caudales del río Cuenca para calcular el nivel *e*, se incluyen también a estas aguas residuales.

El *Uso Bruto de Agua* (GWU) del cantón Cuenca, es el resultado de la suma de las concesiones para todos los usos dadas por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), y del volumen total de agua potabilizada por ETAPA.

El *Uso Neto de Agua* (NWU), se calculó a tres niveles diferentes. El nivel *n-1* separa a los usos de agua del sector del trabajo remunerado, del uso de los hogares. El trabajo remunerado se refiere al agua destinada para usos industriales, comerciales, agropecuarios, servicios públicos, servicios privados y construcción, tanto por ETAPA, como la concesionada por SENAGUA. El uso de los hogares, en cambio, se refiere fundamentalmente a los usos catalogados como agua potable, y como consumo doméstico.

El nivel *n-2* separa en urbanos y rurales, tanto al trabajo remunerado, como a los hogares. El uso de los hogares urbanos es resultado de agregar el consumo residencial de ETAPA, con las concesiones urbanas para uso doméstico de SENAGUA. El consumo rural de los hogares, en

cambio, se refiere a las concesiones de SENAGUA rurales, destinadas al agua potable, al consumo doméstico, y al riego (para la producción agropecuaria de subsistencia).

El nivel $n-3$ a nivel hogares rurales, se refiere a los usos para la agricultura de subsistencia, y el consumo doméstico. El NWU de la agricultura de subsistencia fue calculado a partir de la tasa metabólica de la agricultura, usando una estimación de la población que realiza agricultura de subsistencia. Esta población se estimó en función de los resultados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua de 2012 (ESPAC-2012), como un 50% de la población rural.

Para calcular el NWU del trabajo remunerado urbano (nivel $n-3$), se sumó las concesiones de SENAGUA industriales, con el consumo de la categoría industrial de ETAPA. Los otros sectores se corresponden con las categorías de uso manejadas por ETAPA: las categorías comercial y construcción se mantuvieron con sus mismos nombres, la categoría especial sin rebaja, pasó a llamarse servicios privados, y se nombró como servicios públicos y órganos de gobierno, a la agregación de las categorías especial con rebaja y gratuita. En cambio, para calcular el NWU del trabajo remunerado rural (nivel $n-3$), se agrupó a las diferentes concesiones de SENAGUA para usos agropecuarios, en una sola categoría agrícola.

Por otro lado, las poblaciones del nivel n , del sector hogares en todos sus niveles, y del sector agrícola fueron definidas usando el Censo de Población y Vivienda 2010 (CNPV-2010). El cálculo de la población involucrada en el trabajo remunerado, en cambio, se hizo a partir del Censo Económico 2010 (CENEC-2010). Se usó el 2010 como año base para la población, debido a que los datos del CENEC son exclusivamente de ese año, y no existen proyecciones oficiales de la población empleada en cada sector económico. Adicionalmente, se usó los datos del CNPV-2010 para definir la población empleada en la agricultura, ya que el CENEC-2010 solamente abarca a quienes trabajan en plantaciones de flores (más o menos 400 personas). El CNPV-2010, en cambio, registra a 15.858 personas como empleadas en actividades agrícolas.

Finalmente, el cálculo de las horas de actividad humana se sustentó en los resultados de la *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo-2012* (ENEDS-2012), realizada anualmente por el INEC. Esta encuesta ha encontrado sostenidamente, con muy poca variación entre años, que en promedio en el Ecuador se trabaja 40 horas semanales.

De esta manera, y en función de la gramática ya descrita, se analizará la distribución de la población en sus diferentes niveles, así como, la apropiación social del agua (SAW), el uso bruto

de agua (GWU), y el uso neto de agua (NWU). Se analizará también el valor añadido bruto generado por metro cúbico de agua, para los diferentes sectores del trabajo remunerado. El agua representada por el GWU y por el NWU es un flujo, mientras que las personas, representadas por las horas de actividad humana, somos un fondo, de acuerdo al modelo de flujo y fondo Georgescu-Roegen discutido en las secciones [3.2.2](#), [3.2.3](#) y [3.2.4](#). La relación Flujo/Fondo permite calcular las tasas metabólicas de uso de un flujo, lo que a su vez, permite realizar comparaciones entre sistemas que de otra manera serían incomparables, y entre niveles y elementos del mismo sistema, que por definición con cualquier otro indicador serían también incomparables. Es así, que se ha calculado la Tasa Metabólica de la Intensidad del Uso del Agua (WMR, por sus siglas en inglés), expresada en litros por hora (l/h) (Madrid y Giampietro, 2014).

Con las consideraciones anteriores, la distribución de la población del cantón Cuenca se resume en la Tabla 5.9. Se puede observar que la población empleada representa un 26% de la población total, mientras que la población rural representa un 34% de la población total.

Tabla 5.9: Población del cantón Cuenca en el año 2010

POBLACIÓN TOTAL	505.585
Población urbana	331.888
Población rural	173.697
Población rural estimada que hace agricultura no remunerada	70.991
POBLACIÓN REMUNERADA	132.007
Industria manufacturera	25.801
Comercio	61.829
Servicios privados	15.597
Servicios públicos y órganos de gobierno	11.544
Construcción	1.378
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	15.858

Fuentes: CNPV-2010 y CENEC-2010

Al analizar cómo se distribuye el Uso Neto de Agua en el cantón Cuenca (Tabla 5.10 y Tabla 5.12), se encuentran resultados muy interesantes. Las pérdidas cuantitativas (QL) equivalen al 2,9% del consumo total. La literatura sobre agua muestra que de manera general la asignación de agua para la producción es mayor que para el consumo humano (Aguilera Klink *et al.*, 2000; Kaïka, 2003; Swyngedouw, 2004; Arrojo, 2006; Madrid y Velázquez, 2008; Madrid *et al.*, 2013a), sin embargo, en el caso del nivel *n-1* de Cuenca, la asignación para los hogares casi triplica la

asignación para la economía (trabajo remunerado). En el nivel $n-2$, mientras tanto, se ve el sector urbano concentra el 25,2% del consumo, y el sector rural 71,8%. Continuando en el nivel $n-2$, se observa que el consumo se concentra en los hogares rurales (61,1% del consumo total). Al descender al nivel $n-3$ finalmente, la imagen se aclara un poco más, pues el consumo de los hogares rurales se concentra en la agricultura de subsistencia o agricultura no remunerada (48,6% del consumo de agua total). Por otro lado, el consumo para la agricultura remunerada, llega al 10,8%. De esta manera, el sector agropecuario concentraría el 59,3% del consumo total de agua del cantón Cuenca. Es fundamental recordar que se destina el 20,6% del área total del territorio de Cuenca al sector de la Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (aunque básicamente se realice agricultura y ganadería) (14,6% para ganadería y 6,02% para agricultura), y que este sector representa apenas el 0,06% de su Valor Añadido Bruto (VAB) (secciones [3.1.2.1](#) y [3.1.3](#)).

Muy por detrás del consumo agropecuario, se encuentra el consumo industrial, que significa el 15,2% del consumo total, sin embargo, es la actividad económica que mayor demanda de agua tiene. De esta manera, la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (tanto remunerada como no remunerada), y la industria explican el 74,5% del consumo de agua de Cuenca. El resto de sectores productivos representan apenas el 1,54% del consumo total.

Finalmente, el consumo de agua de los hogares explica un 20,9% del consumo total de agua: 8,4% los hogares urbanos, y 12,5% los hogares rurales. Adicionalmente, el agua no contabilizada a nivel urbano, representa el 2,9% del consumo total, sin embargo, no existen mediciones de la cantidad de agua perdida a nivel rural en general, y a nivel urbano específicamente para el agua concesionada para uso industrial (la misma que es diferente del agua potable dotada por ETAPA usada en la industria).

Tabla 5.10: Distribución porcentual (%) en el cantón Cuenca del Uso Neto de Agua (NWU) y de sus Pérdidas Cuantitativas (QL)

NWU (%)					
N -1		N -2		N -3	
TRABAJO REMUNERADO	27,7	URBANO	16,8	Industria manufacturera	15,2
				Comercio	0,9
				Servicios privados	0,3
				Servicios públicos y órganos de gobierno	0,3
				Construcción	0,04
RURAL	10,8	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	10,8		
HOGARES	69,4	URBANO	8,4		
		RURAL	61,1	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca de subsistencia	48,6
				Consumo en el hogar	12,5
AGUA NO CONTABILIZADA (QL) (%)	2,9				

Fuentes: Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), y la Dirección de Planificación de ETAPA

Las concesiones para la extracción de agua que da SENAGUA, pueden ser organizadas por subcuencas y por determinados sectores: sector agropecuario, industria, hogares e hidroelectricidad. En la base de datos de SENAGUA no se encuentran concesiones para los sectores del comercio, los servicios privados, los servicios públicos y órganos de gobierno, y la construcción. De esta manera, a partir del número total de concesiones de cada sector, y del volumen total concesionado de cada sector, se puede calcular la proporción respectiva en cada subcuenca (

Tabla 5.11). Las subcuencas de los ríos Tomebamba, Yanuncay, Machángara, Tarqui y Cuenca concentran la mayor parte de las concesiones, y casi la totalidad de los volúmenes de agua concesionados. En la tabla no se ha incluido a las subcuencas de los ríos Jadán y Sidcay.

Tabla 5.11: Proporción en cada subcuenca del número de concesiones y del volumen de agua concesionada de cada sector

Subcuenca	Agricultura y ganadería		Industria		Hogares		Hidroelectricidad	
	Número de concesiones (%)	Volumen (%)	Número de concesiones (%)	Volumen (%)	Número de concesiones (%)	Volumen (%)	Número de concesiones (%)	Volumen (%)
Tomebamba	16	19,2	34,8	39,2	12,6	74	20	5,5
Yanuncay	10,6	9,7	15,2	14	6,2	12,6	20	8,8
Machángara	9,4	30,1	28,8	45,7	8,5	3,8	60	85,7
Tarqui	43,8	36,2	16,7	0,4	33,5	7,5	0	0
Cuenca	13,9	3,9	1,5	0,01	25,6	1,3	0	0
Total	93,70	99,10	97,00	99,31	86,40	99,20	100,00	100,00

Fuentes: Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA)

Los sectores de uso indican qué tipo de presión recibe cada subcuenca, y consecuentemente indicarían qué tipo de uso de suelo se puede esperar en ellas. De esta manera, las subcuencas que reciben mayor presión de la agricultura son la del Tarqui (36,2% del volumen total concesionado para agricultura), la del Machángara (30,1% del volumen total concesionado para agricultura), y la del Tomebamba (19,2% del volumen total concesionado para agricultura).

La industria, en cambio, se concentra en las subcuencas del Machángara (45,7% del volumen total concesionado para industria), y Tomebamba (39,2% del volumen total concesionado para industria). Es fundamental tener en cuenta que el parque industrial de Cuenca se encuentra en la subcuenca del río Machángara, y que en plena zona periurbana de la ciudad, a orillas del río Tomebamba, se encuentra una importante industria cerámica.

El abastecimiento de agua para los hogares se concentraría aparentemente en los ríos Tomebamba (74% del volumen total concesionado para los hogares), y Yanuncay (12,6% del volumen total concesionado para los hogares). Sin embargo, esto es irreal, ya que extrañamente no consta en la base de datos la concesión que debería tener ETAPA en el río Machángara, para abastecer la planta de agua potable de Tixán.

Finalmente, la hidroelectricidad se produce fundamentalmente en la cuenca alta del río Machángara (85,7% del volumen total concesionado para la hidroelectricidad), pues a pesar de existir concesiones para este sector en los ríos Tomebamba y Yanuncay, actualmente no se produce energía hidroeléctrica en ellos.

Tabla 5.12: La Apropriación Social del Agua, el Uso Bruto de Agua, y el Uso Neto de Agua del cantón Cuenca, medidos en m³/año

SAW (m ³ /año)	GWU (m ³ /año)	NWU (m ³ /año)						
E	N	N -1		N -2		N -3		
558.447.179	298.861.717	TRABAJO REMUNERADO	82.651.984	URBANO	50.256.779	Industria manufacturera	45.559.283	
						Comercio	2.792.617	
						Servicios privados	1.028.063	
						Servicios públicos y órganos de gobierno	760.860	
						Construcción	115.956	
		RURAL	32.395.204	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca		32.395.204		
		HOGARES	207.508.776	URBANO	25.091.062			
						RURAL	182.417.714	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca de subsistencia
						Consumo en el hogar		37.395.367
		AGUA NO CONTABILIZADA (QL)		8.700.957				

Fuentes: Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), y la Dirección de Planificación de ETAPA

La comparación de los consumos netos de agua del trabajo remunerado, con el Valor Añadido Bruto (en dólares del 2010), también ofrece resultados muy interesantes (Tabla 5.13).

Tabla 5.13: El Valor Añadido Bruto (VAB) en dólares estadounidenses del 2010, para cada nivel y cada uno de los sectores del cantón Cuenca

N -1		N -2		N -3	
TRABAJO REMUNERADO	6.207.345.226	URBANO	6.203.847.974	Industria manufacturera	3.710.162.498
				Comercio	2.062.538.317
				Servicios privados	86.793.655
				Servicios públicos y órganos de gobierno	318.689.231
				Construcción	25.664.273
		RURAL	3.497.252	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca de subsistencia	3.497.252

Fuente: CENEC-2010

De esta manera, con el VAB y los consumos de agua por cada sector (NWU), se ha calculado un indicador de eficiencia: el VAB por cada unidad de volumen de agua, en este caso, por cada metro cúbico (m³). Este valor indica qué valor añadido produce cada m³ de agua, un valor más bajo, significará una menor eficiencia.

Al contrastar los valores entre sí, el sector más eficiente en sentido estrictamente de generación de valor añadido es el comercio, seguido por los servicios públicos, la construcción, los servicios privados y la industria (Tabla 5.14). El sector notablemente menos eficiente es el agropecuario, pues produce 7.386 veces menos VAB/m³ que el comercio.

Resultados preliminares de estudios similares realizados en España (agricultura e industria) y en Perú (industria) (Madrid *et al.*, 2013b), muestran varias alertas en los valores obtenidos para Cuenca: el VAB por metro cúbico de agua es 23 veces menor que el de España, 33 veces menor que el de Andalucía, y 22 veces menor que el de Cataluña. Estos datos revelan una extrema ineficiencia en el sector agropecuario de Cuenca, lo que se traduce en un gran desperdicio de agua.

Los valores para la industria también son interesantes: el VAB por metro cúbico de agua es de 81,4 US\$/m³: 1,7 veces mayor que el de España, 2,8 veces mayor que el de Andalucía, 0,6 veces menor que el de Cataluña, y 0,6 veces más bajo que el de Lima. Esto indicaría que en términos de rendimiento económico, la industria cuencana está muy cerca de los niveles de Cataluña y de Lima. Sin embargo, esta perspectiva cambia radicalmente al restar del análisis el VAB

correspondiente a la industria de cables, pues solamente una fábrica, concentra el 91% del VAB industrial. Este cambio, implica una estimación, pues no se conocen los valores de consumo de cada industria. En el caso de Cuenca, el VAB no es proporcional al consumo de agua, dado que existen industrias que poseen un consumo de agua mucho mayor que una industria de cables, como por ejemplo, la industria cerámica, y sin embargo, tienen un VAB mucho más bajo. Por lo que, simplemente se calculó un consumo promedio por industria, dividiendo el consumo total de agua, para el número total de locales industriales, este valor fue restado del consumo total, obteniendo el consumo de agua estimado sin la industria de cables. El valor resultante (7,3 US\$/m³) cuenta una nueva historia, pues en términos de eficiencia son significativamente más bajos que los valores de España, Andalucía, Cataluña y Lima. Lo que nuevamente indica un alto desperdicio de agua.

Tabla 5.14: La intensidad del uso del agua (l/US\$) y el Valor Añadido Bruto por metro cúbico de agua (US\$/m³)

Nivel	SECTOR	VAB (US\$)	NWU (m ³)	VAB por m ³ (US\$/m ³)
N-1 (NWU)	Trabajo remunerado (TR)	6.207.345.226	82.651.984	75,1
N-2 (NWU)	TR urbano	6.194.903.978	50.256.779	123,4
N-3 (NWU)	Industria	3.710.162.498	45.559.283	81,4
N-3 (NWU)	Industria (sin industria de cables)	333.922.495	45.547.816	7,3
N-3 (NWU)	Comercio	2.062.538.317	2.792.617	738,6
N-3 (NWU)	Servicios privados	86.793.655	1.028.063	84,4
N-3 (NWU)	Servicios públicos y órganos de gobierno	318.689.231	760.860	418,9
N-3 (NWU)	Construcción	25.664.273	115.956	221,3
N-2 (NWU)	TR rural	12.441.248	32.395.204	0,1
N-3 (NWU)	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	3.497.252	32.395.204	0,1

Fuentes: CENEC-2010, Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), y la Dirección de Planificación de ETAPA

Estos resultados son consistentes con el cálculo de las tasas metabólicas (Tabla 5.15), es decir, el rendimiento del agua por cada hora de actividad humana. El consumo a nivel hogares se realizó estimando 24 horas diarias de uso (8.760 horas anuales), y el del sector del trabajo remunerado con ocho horas diarias de uso (2.080 horas anuales). Para calcular la tasa metabólica del agua no contabilizada, se estimó una población de 331.888 habitantes (la población urbana de Cuenca), y 8.760 horas anuales de uso.

De manera general, las tasas metabólicas de Cuenca son bastante altas, en comparación con las de otros estudios realizados en España y Perú (Madrid *et al.*, 2013b). Lo que indica un consumo mayor, a pesar de que en términos absolutos el volumen usado sea más bajo. Así por ejemplo,

las tasas metabólicas de España son: nivel n , 0,06 l/h. Nivel $n-1$, sector hogares 0,006 l/h, y sector trabajo remunerado 0,68 l/h. Nivel $n-2$ sector industria 9,7 l/h, sector agrícola 0,8 l/h, y sector servicios 0,008 l/h. En el caso de Lima, los valores son más altos que los de España, pero sin embargo, siguen siendo significativamente más bajos que los de Cuenca: nivel n , 5,6 l/h. Nivel $n-1$, sector hogares 4,7 l/h, y sector trabajo remunerado 12,09 l/h. Nivel $n-2$, sector industria 19,3 l/h, sector gobierno 28,6 l/h, y sector servicios 6,9 l/h.

Al comparar estos resultados con las tasas metabólicas de Cuenca, se ve claramente que sus consumos son excesivamente altos (Tabla 5.15 y Figura 5.14). Los valores más llamativos son los de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca remunerada (982,1 l/h), de la industria (848,9 l/h), y de la agricultura de subsistencia (233,2 l/h).

A pesar de ser los valores más bajos, las tasa metabólicas de los hogares urbanos (8,6 l/h) y rurales (24,6 l/h), también son muy altas. Tal vez, los consumos de agua por persona y por día, sirven para apreciar de mejor manera su magnitud. Estos valores, son mayores que los calculados para el agua potable distribuida por ETAPA en la zona urbana de Cuenca, pues integran a los hogares periurbanos que no tienen servicio de agua potable o que usan además agua sin tratar. De esta manera, los hogares urbanos consumen 207,1 litros por persona por día (lpd) y los hogares rurales 589,8 lpd. Valores a todas luces excesivos al compararlos con los 100 lpd recomendados por la Organización Mundial para la Salud (OMS) (Howard y Bartram, 2003) y los 120 lpd recomendados por Arrojo (2009).

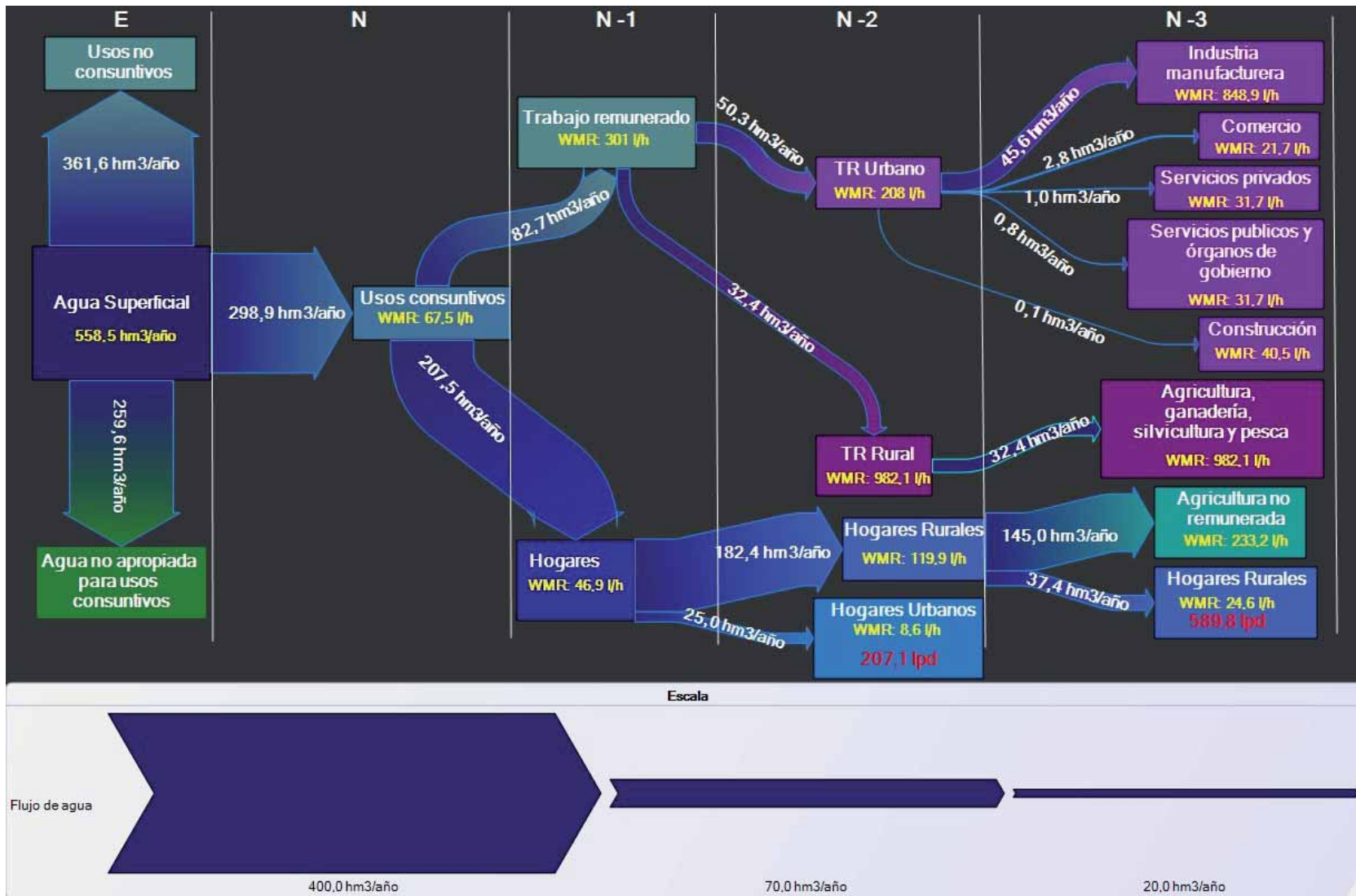
El uso de los hogares rurales, sin embargo, no se dedica exclusivamente a lo que sería el agua ciudadanía, sino también al mantenimiento de los animales, de la huerta familiar, e incluso como agua de riego para la producción agrícola a mayor escala. Aunque, no se ha podido encontrar estudios que respalden este fenómeno, una experiencia personal si lo hace. Hace varios años, asistí a las reuniones de la junta de aguas del barrio donde viven mis padres, donde no existía agua potable, sino simplemente agua no tratada para consumo doméstico suministrada por dicha junta. A pesar de que el agua no era apta para el consumo humano, cuando ETAPA por fin iba a dotar de agua potable a la zona, la gente se opuso radicalmente. No sólo en el barrio de mis padres, sino en toda la zona, y por tanto, todas las juntas de agua. El problema fundamental era el costo del agua, ya que con la instalación de medidores para el agua potable, no podrían continuar usando el agua, que supuestamente era para consumo doméstico, para el riego y el mantenimiento de sus animales. De esta manera, esta anécdota, ilustra y explica por qué los consumos de los hogares rurales son tan altos.

Tabla 5.15: Tasas metabólicas del agua (WMR) en litros por horas de actividad humana (l/h), para cada uno de los niveles y cada uno de los sectores del cantón Cuenca

N	N -1		N -2		N -3	
67,5	TRABAJO REMUNERADO	301	URBANO	208	Industria manufacturera	848,9
					Comercio	21,7
					Servicios privados	31,7
					Servicios públicos y órganos de gobierno	31,7
					Construcción	40,5
			RURAL	982,1	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	982,1
	HOGARES	46,9	URBANO	8,6		
			RURAL	119,9	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca de subsistencia	233,2
					Consumo en el hogar	24,6
AGUA NO CONTABILIZADA			3			

Fuentes: CENEC-2010, CNPV-2010, ENEDS-2012, Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), y la Dirección de Planificación de ETAPA

Figura 5.14: Representación del metabolismo del agua de la ciudad de Cuenca donde se muestran los flujos de agua en Hectómetros cúbicos (10^6 metros cúbicos) y sus tasas metabólicas en l/h



Fuentes: CENEC-2010, CNPV-2010, ENEDS-2012, Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), y la Dirección de Planificación de ETAPA

5.3. LA SUSTENTABILIDAD DEL METABOLISMO DEL AGUA EN CUENCA

El término sustentabilidad implica un problema, pues su significado cambia dependiendo de quién y en qué contexto epistemológico, académico, gramatical, social, cultural o político se use (Shearman, 1990; Norgaard, 1994), sin embargo, esta palabra puede ser vista como un modificador del significado de otra palabra, a la que le da la característica de garantizar su continuidad en el tiempo (Shearman, 1990). De esta manera, a nivel ecológico, se entenderá como garantizar la persistencia y la reproducción de los ecosistemas nativos (Fowler, 2009).

En ese contexto, entonces, y con una visión un poco más pragmática, se entenderá a sustentabilidad como la viabilidad en el tiempo de un sistema (Naredo, 1994), en este caso, la del actual sistema socio-ecológico de Cuenca, en función de su metabolismo del agua.

Una primera mirada a los datos, parecería mostrar que el metabolismo social del agua en el territorio del cantón Cuenca, no estaría sobreexplotando a este activo ecosocial (Aguilera Klink, 1994, 2001, 2006; Madrid *et al.*, 2013a). Pues, al contrastar la cantidad de agua disponible, con el consumo bruto de agua, existiría un superávit de agua de 259,6 millones de metros cúbicos por año. Sin embargo, al comparar el agua apropiada tanto para usos consuntivos (es decir, los usos que la consumen), como para usos no consuntivos (es decir, los usos que no la consumen), se tiene que, no sólo toda el agua disponible es apropiada por el sistema social de Cuenca, sino además, que existe un déficit de 102 millones de metros cúbicos por año. A pesar de dicho déficit, desde esta mirada lejana y a nivel cuantitativo (y no cualitativo), el metabolismo social del agua de Cuenca, no estaría amenazando al metabolismo ecológico, y el metabolismo urbano, no entraría en conflicto con el metabolismo rural.

Al acercarse un poco más la vista, y mirar al sistema socio-ecológico de Cuenca de forma más detallada, la perspectiva cambia, se podría decir que drásticamente. Si se analiza la situación de cada una de las subcuencas, la interpretación de los resultados definitivamente es diferente.

En el caso del río Tomebamba, el análisis de sus caudales mostró que durante varios meses al año puede sufrir de estrés ecológico, y que este estado puede ser severo. Dicho estrés ecológico significa que el sistema ecológico del río Tomebamba está en riesgo. Ahora bien, el agua de este río se destina tanto al uso urbano, para los hogares en general (74% del caudal extraído), para el agua potable de Cuenca y en la industria (39,2% del caudal extraído), como al uso rural para la producción agropecuaria (19,2% del caudal extraído) (

Tabla 5.11). Esto indica que la extracción de agua que estaría amenazando la subsistencia del río Tomebamba, se da fundamentalmente para garantizar el consumo de agua potable de la ciudad de Cuenca. Dicho consumo, como ya ha sido discutido, abastece fundamentalmente a los hogares (Tabla 5.4), aunque también en una proporción mucho más baja, a diferentes actividades económicas. El uso de agua para los hogares, entraría en conflicto con el uso de agua para la industria, revelando un potencial conflicto urbano por el agua, aunque en términos normativos, de acuerdo a la Constitución del Ecuador, la primera tendría preferencia. Los usos de agua también revelan un conflicto urbano-rural, pues el uso urbano del agua compite con el uso para la producción agropecuaria, que fundamentalmente es rural.

El caso del río Yanuncay, no es muy diferente al del río Tomebamba, aunque la presión sobre este río sea menor. Los datos de sus caudales revelan riesgos de estrés ecológico, sin ser tan fuertes como los del río Tomebamba. Las principales presiones sobre el río Yanuncay son la extracción para la industria (14% del caudal extraído), seguido por los hogares (12,6% del caudal extraído) y la producción agropecuaria (9,7% del caudal extraído). El caudal que aporta este río al sistema de agua potable de la zona urbana de Cuenca es mucho más bajo que el de los ríos Tomebamba y Machángara (ETAPA, 2013), por lo que la extracción de agua para los hogares, sería para abastecer también a hogares que no poseen agua potable. En este caso, es difícil hablar de un potencial conflicto urbano-rural por el uso del agua.

El río Machángara debe ser analizado con otra óptica, pues su cauce y su caudal han sido domesticados (Oliver, 2006). Debido a las dos represas para la producción hidroeléctrica instaladas cerca de sus nacimiento, el río Machángara no tendría problema de estrés ecológico causado por caudales bajos. Sin embargo, si existiría un conflicto entre la extracción de agua para la industria (45,7% del caudal extraído) y para la producción agropecuaria (30,1% del caudal extraído). Se podría intuir un conflicto también con la extracción para consumo, tanto para el agua vida como para el agua ciudadanía, uso que no estaría respaldado por los datos. ETAPA extrae agua de este río para la dotación de agua potable a la ciudad de Cuenca, y sin embargo, la concesión requerida no aparece en la base de datos de SENAGUA, por lo que aparentaría que no existe un potencial conflicto urbano-rural por el agua, que muy probablemente si existe. De esta manera, la subcuenca del río Machángara, revela potenciales conflictos entre el agua vida y el agua ciudadanía, con los usos agropecuarios (rurales) e industriales (urbanos). El uso industrial del agua no es un tema irrelevante en este río, ya que el Parque Industrial de la ciudad de Cuenca toma agua directamente de él.

La situación del río Tarqui es tal vez la que más preocupa, los datos indican que este río sufre estrés ecológico severo en los meses en los que sus caudales son más bajos. Por otro lado, su subcuenca no posee ningún tipo de manejo institucional, ya que Cuenca no toma agua de ella. La extracción de agua es fundamentalmente para usos agropecuarios (36,2% del caudal extraído), y parcialmente para consumo humano (7,5% del caudal extraído). El sistema ecológico de este río estaría seriamente amenazado. La situación se torna más grave, ya que la ciudad de Cuenca ha iniciado la construcción de un nuevo parque industrial en su subcuenca, lo que produciría además un conflicto entre los usos agropecuarios e industriales.

En ese contexto, es fundamental contrastar nuevamente el caudal de los ríos con el caudal concesionado (Tabla 5.1). Los resultados son claros, pues en los ríos Tomebamba, Machángara y Tarqui, en varios meses del año, el agua concesionada excede al agua disponible. De esta manera, el caudal del río Tomebamba estaría sobreconcesionado el 33,3% del año, el del río Machángara el 8,3%, y en el caso del río Tarqui el 66,6%. Por otro lado, al integrar en el análisis a los caudales ambientales (15,44%) y ecológicos (33%), se tiene que los ríos Tomebamba y Machángara sufrirían estrés ecológico (desde el punto de vista cuantitativo), el 66,6% del año, y el río Tarqui el 83,3% del año.

El río Cuenca, por otro lado, no estaría en riesgo, salvo en los años inusualmente secos, como el 2001 ó el 2009. Finalmente, la situación de los ríos Sidcay y Jadán, es desconocida. Su aporte al caudal del río Cuenca es mínimo, y sus caudales no tienen ningún tipo de seguimiento, probablemente porque aparentemente no poseen interés para la zona urbana de Cuenca. Tanto el río Jadán, como el río Sidcay, abastecen a una industria cada uno, y la extracción de agua es fundamentalmente para la producción agropecuaria y para el abastecimiento de agua a los hogares rurales que se encuentran en sus subcuencas. Aparentemente, la situación de estos dos ríos sería difícil.

De esta manera, el metabolismo del agua de la sociedad cuencana, tiene una clara tendencia hacia la insustentabilidad. Tanto los usos industrial, como agropecuario, son altamente ineficientes. Esto último, ya sea haciendo un análisis con una lógica exclusivamente económico monetaria, o ya sea desde una lógica metabólica. Es urgente el diseño y la implementación de políticas que reviertan esta situación.

El consumo de agua de los hogares, tanto a nivel urbano, como a nivel rural, por otro lado, incide de forma determinante en la insustentabilidad de la apropiación del agua de Cuenca. Sus

consumos, nivel de volúmenes por persona y por día, y a nivel de tasas metabólicas, son excesivamente altos. Por lo que, es fundamental desarrollar políticas que garanticen el agua vida y el agua ciudadanía, sin amenazar el metabolismo ecológico.

5.4. CONCLUSIONES

Aparentemente a un nivel macro, el territorio del cantón Cuenca no tendría problemas de abastecimiento de agua, puesto que su demanda de agua (298,9 hm³/año), es inferior a la cantidad de agua disponible (558,5 hm³/año). La demanda de agua equivale al 53,5% del caudal disponible, quedando libre un caudal superior al caudal ecológico (33% del caudal medio).

Sin embargo, al estudiar la dinámica de los caudales de cada uno de los ríos que forman el río Cuenca, la historia cobra otros matices, pues se ve claramente que estos ríos han atravesado situaciones de estrés ecológico tanto a nivel anual, como a nivel mensual. Estas situaciones se revelan cuando los caudales mínimos anuales y mensuales son inferiores a los caudales ambientales. Los años de caudales más bajos han sido 1998, 2003, 2005 y 2009. La caída de caudales del 2009 fue tan seria, que el país entero sufrió cortes de electricidad, debido a la falta de agua en la represa de Paute Molino (sección [3.1.1](#)) (El Universo, 11/01/2009; El Comercio, 11/06/2009, 20/11/2009, 22/11/2009). Por otro lado, los meses de caudales bajos son agosto, septiembre y octubre, mes en el que se recuperan los caudales, para volver a caer en diciembre, enero y recuperarse en febrero.

De esta manera, a pesar de que el ciclo ecológico de los ríos determina los períodos de caudales altos y bajos, la escases de agua no es un fenómeno natural. En el caso de los ríos Tomebamba y Machángara, los caudales concesionados no permitirían que estos ríos mantengan un caudal ecológico (33% del caudal medio). Los ríos Yanuncay y Cuenca, no se encuentran sobreconcesionados, adicionalmente sus caudales mínimos generalmente son más altos o muy cercanos a los caudales ambientales. El río Tarqui, en cambio, está altamente sobreconcesionado, las concesiones dejarían libre solamente un 9% de su caudal, es decir, un valor muy inferior a los caudales ambientales y a los caudales ecológicos.

A nivel mensual la perspectiva se complica, pues los ríos Tomebamba, Machángara y Tarqui estarían sometidos a estrés ecológico la mayor parte del año, específicamente desde el punto de vista cuantitativo, pues lo cualitativo no ha sido evaluado en este trabajo. Las concesiones exceden los caudales disponibles el 33,3% del año para el río Tomebamba, el 8,3% para el río Machángara, y el 66,6% en el caso del río Tarqui. Por otro lado, las concesiones no permitirían la

circulación de los caudales ambientales (15,44%) y ecológicos (33%), el 66,6% del año para los ríos Tomebamba y Machángara, y el 83,3% del año para el río Tarqui.

Esta dinámica de los caudales no se ha traducido en limitaciones en el acceso al agua en las zonas urbanas de la ciudad de Cuenca (ETAPA, 2013), la razón más probable es que las tomas de extracción de agua para las tres plantas de potabilización se encuentran en la zona media-alta de las subcuencas de los ríos Tomebamba, Machángara y Yanuncay respectivamente. Al ser ríos de altura, estas zonas no son las más aptas para las actividades agropecuarias, por lo que la mayor parte de las concesiones se encontrarían río abajo de dichas tomas. Por otro lado, esto haría suponer que no existe un conflicto evidente entre el agua potable y el agua para la producción agropecuaria. De esta manera, existe una aparente alta disponibilidad de agua en la zona urbana, lo que es sin duda una determinante fundamental para sus altos consumos de agua.

El agua extraída para su potabilización y su consumo urbano representa el 25,2% de los caudales extraídos, es decir, la cuarta parte del total de agua apropiada por la sociedad. La Empresa Pública Municipal de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado de Cuenca (ETAPA) ha dado muestras de una buena gestión, pues por ejemplo, ha satisfecho el aumento del consumo reduciendo los Índices de Agua no Facturada (IANC), y con poco incremento de la extracción de agua. El incremento del consumo no está solamente relacionado con el crecimiento de la población, sino también con el aumento del consumo por habitante, y por conexión de agua, para el caso de las actividades económicas y de servicios.

El 82% del agua potabilizada se destina al uso en los hogares, respetando lo que manda la Constitución del Ecuador, es decir, priorizando el consumo humano. Es fundamental tener claro que estos datos se refieren solamente al agua extraída para la potabilización y gestionada por ETAPA, pues como se observa en la sección [5.2.2](#), el análisis de la concesiones para el uso del agua arroja otros resultados.

El consumo urbano de agua es extremadamente alto, los consumos por habitante (194,2 lpd), están muy por encima de los consumos recomendados (120 lpd). Por otro lado, y a pesar de tener un peso mucho más bajo sobre el consumo total de agua potable, es notoria la reducción de los consumos por conexión de agua en los sectores comercial, de servicios privados y de servicios municipales. Los servicios públicos dependientes del gobierno central han incrementado levemente su consumo. Mientras tanto, aunque su incidencia en el consumo global de agua potable sea muy baja, se debe notar el aumento medio del consumo por

conexión en el sector industrial. Este hecho es relevante, ya que indica que la industria es el único sector que no ha reducido su consumo, y su incidencia en el metabolismo global del agua de Cuenca (no solamente del agua potable), es muy importante.

Las políticas de reducción del consumo de los servicios privados y los servicios municipales, así como de los sectores comercial y de la construcción, han sido claramente efectivas, lo que es un logro indiscutible.

Estos altos consumos parecerían estar ligados a dos factores: la aparente alta disponibilidad de agua en las zonas urbanas, y la baja densidad poblacional.

Para tener una mirada más completa, es fundamental integrar al sector urbano y al sector rural, así como a toda el agua apropiada, y no solamente al agua potabilizada. De esta manera, al mirar el metabolismo del agua de Cuenca de forma global, se observa que la agricultura y ganadería concentran el 59,4% del consumo total de agua, sin embargo, el 48,6% corresponde a agricultura de subsistencia, y solamente el 10,8% a agricultura remunerada. Los hogares representan un 20,9% del consumo total (8,4% los hogares urbanos, y 12,5% los hogares rurales), y la industria un 15,2%. El consumo industrial es significativamente mayor que el de los hogares urbanos, y ligeramente mayor que el de los hogares rurales.

Al contrastar los altos consumos de la agricultura de subsistencia y remunerada, y de la industria, con sus muy elevadas tasas metabólicas, es interesante notar que los valores de la agricultura remunerada (982,1 l/h) exceden en más de cuatro veces a los de la agricultura de subsistencia (233,2 l/h), mostrando una mayor eficiencia y optimización del recurso por la última. Los valores de la industria muestran también una baja eficiencia y un consumo alto: 848,9 l/h. Los valores del Valor Añadido Bruto por cada metro cúbico de agua refuerzan esta conclusión: 81,4 US\$/m³ para la industria a nivel global, 7,3 US\$/m³ sin tener en cuenta a la industria de cables, y 0,1 US\$/m³ para la agricultura remunerada (Tabla 5.14). Estos valores muestran una ineficiencia muy alta, los datos de la industria están maquillados por el valor de la industria de cables, que representa cerca del 90% del VAB de Cuenca, sin ella sus resultados son preocupantes.

Los hogares representan aproximadamente una quinta parte del consumo global de agua del cantón Cuenca. Sin embargo, sus consumos también son excesivos. Al integrar el consumo de agua potable, con el consumo de agua no potable, los hogares urbanos tienen una tasa metabólica de 8,6 l/h y un consumo de 207,1 lpd, mientras que los hogares rurales alcanzan una tasa metabólica de 24,6 l/h y un consumo de 589,8 lpd.

De esta manera, el río Tomebamba estaría fundamentalmente dedicado a la dotación de agua para los hogares (74% del caudal extraído), la industria (39,2% del caudal extraído) y la agricultura (19,2% del caudal extraído). Las principales presiones sobre el río Yanuncay son la extracción para la industria (14% del caudal extraído), seguido por los hogares (12,6% del caudal extraído) y la producción agropecuaria (9,7% del caudal extraído). El río Machángara, por otro lado, se dedica a la dotación de agua para los hogares (8,5% del caudal extraído, más el caudal tomado por la planta de Tixán), a la industria (45,7% del caudal extraído), y la producción agropecuaria (30,1% del caudal extraído). El río Tarqui se dedica fundamentalmente a la agricultura y ganadería (36,2% del caudal extraído) y parcialmente para el abastecimiento de agua a los hogares (7,5% del caudal extraído). La situación de este último río podría agravarse, pues se está construyendo un parque industrial en su subcuenca. El río Cuenca no presentaría problemas.

De esta manera, es claro que el metabolismo social del agua actual de Cuenca tiende hacia la insustentabilidad, a pesar de que no se apropia de toda el agua aparentemente disponible.

Capítulo 6: EL METABOLISMO DEL AGUA DE CUENCA, SU TERRITORIO Y EL SUMAK KAWSAY

El capítulo 6 discutirá las relaciones entre el metabolismo del agua y la organización del territorio en el caso de Cuenca, Ecuador. En ese contexto, el análisis se realizará en dos secciones diferentes.

En la primera sección, se analizará tanto la estructura del territorio de cada una de las subcuencas que se encuentran dentro del área administrativa que forma el cantón Cuenca, como el proceso de apropiación del agua, contextualizándolo de acuerdo al metabolismo que satisface: el metabolismo rural o el metabolismo urbano. En la segunda sección, en cambio, se discutirá el proceso de apropiación del agua de Cuenca, bajo el marco conceptual del Sumak Kawsay.

6.1. EL METABOLISMO DEL AGUA DE CUENCA Y LA ORGANIZACIÓN DE SU TERRITORIO

Las relaciones entre la organización de un territorio y su metabolismo social son claras, tal como se discute en la sección [2.2.6](#). Este estudio, por otro lado, se enfoca en el metabolismo social del agua, por lo que es importante aproximarse a la relación entre metabolismo social y territorio, utilizando unidades territoriales que tengan una relación estrecha con el agua, es así que las unidades ideales para ello son las cuencas hidrográficas.

Lamentablemente, las unidades político administrativas, que son las que gestionan los territorios, muy pocas veces se corresponden con unidades territoriales, como las cuencas hídricas. En el caso del cantón Cuenca, la situación no es diferente. Su territorio, como se discute en la sección [3.1.2](#), hidrográficamente se divide entre las vertientes de los Andes pacífica y amazónica. En la vertiente pacífica se encuentran seis unidades hídricas, mientras que en la vertiente amazónica se encuentra solamente una (la cuenca del río Paute). La cuenca del río Paute, a su vez, ha sido dividida a nivel regional en 18 subcuencas para facilitar su gestión, de las que siete se encuentran en el territorio del cantón Cuenca: Tomebamba, Yanuncay, Machángara, Tarqui, Cuenca, Sidcay y Jadán. Este estudio obtuvo información sobre el uso del agua solamente de la vertiente amazónica, sin embargo, como ya fue explicado en la sección [3.1.2](#), esta vertiente concentra al 98,33% de su población, por lo que cualquier estudio del metabolismo social de Cuenca necesariamente debe enfocarse en ella.

Las subcuencas de los ríos Tomebamba, Yanuncay y Tarqui se encuentran íntegramente en el territorio del cantón Cuenca, mientras que las subcuencas de los otros ríos no. De esta manera, la subcuenca del río Machángara posee un 61% de su área dentro del territorio del cantón Cuenca, la del río Cuenca un 43%, la del río Sidcay un 89%, y la del río Jadán un 72%. La municipalidad de Cuenca produce información solamente para el territorio que administra, por lo que no existiría información sobre las porciones de las subcuencas que están fuera del cantón. A pesar de esto, la información sobre el uso del suelo se encuentra completa también para las subcuencas de los ríos Machángara y Sidcay, es decir, que no se contaría con información del uso del suelo del 57% de la subcuenca del río Cuenca, y del 28% de la del río Jadán.

En términos administrativos, esta divergencia entre la estructura *natural* y político-administrativa del territorio, representa también un problema, ya que la municipalidad de Cuenca solamente puede planificar y regular el uso del suelo del territorio que está bajo su

gestión, es decir, que no tendría injerencia sobre el área de las subcuencas que está fuera de su territorio. Esto se debe a que, de acuerdo a la Constitución del Ecuador, y al Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), la planificación territorial y el control sobre el uso del suelo son competencias ejercidas por los municipios, exclusivamente sobre el territorio que administran, es decir, sobre el territorio del cantón (sección [3.1](#)).

De esta manera, el uso del suelo en cada una de las subcuencas, puede relacionarse con el uso del agua, y con su metabolismo. La discusión, entonces, giraría en torno a dichas relaciones. Adicionalmente, es muy importante señalar que la municipalidad de Cuenca tiene un proyecto de ordenanza para declarar 11 áreas protegidas municipales, distribuidas en las 21 parroquias rurales, abarcando un área de más de 8.000 ha (Diario El Mercurio, 9/11/2013). Sin embargo, este proyecto podría no concretarse, ya que la administración municipal cambió en el mes de mayo de 2014. Estas 8.000 ha se sumarían a las 8.750 ha que ya conserva en la subcuenca del río Tomebamba (microcuenca del río Mazán) (Artiga, 2008).

La Tabla 6.1, muestra en líneas generales cómo se usa el suelo en cada una de las subcuencas, mientras que, la Tabla 6.2 muestra el uso del agua en cada una de ellas. Es así que, cada una de las subcuencas presenta sus propias particularidades, por lo que es fundamental analizarlas independientemente. Se debe recordar que la concesión para agua potable que tiene la Empresa Pública de Telecomunicaciones, Agua Potable y Alcantarillado de Cuenca (ETAPA) en el río Machángara, no se encuentra en la base de datos de SENAGUA, por lo que para compensarlo se ha añadido el volumen extraído para la planta de agua potable de Tixán.

Tabla 6.1: Uso del suelo del territorio que se encuentra dentro del área administrativa del cantón Cuenca para cada una de sus subcuencas

COBERTURA DEL SUELO	RÍO TOMBAMBA (%)	RÍO YANUNCAY (%)	RÍO MACHÁNGARA (%)	RÍO TARQUI (%)	RÍO CUENCA (%)	RÍO JADÁN (%)	RÍO SIDCAY (%)
Áreas Urbanas	9,3	2,3	3,9	2,52	3,01	0,03	0,57
Agricultura	2,7	0,6	6,7	6,59	16,96	10,87	37,7
Ganadería	8,6	6,2	11,3	29,1	10,6	29,2	38,7
Bosque intervenido y plantado	3,7	3,1	1,7	20,57	3,15	13,17	2,59
Arbustos	3	2,5	3	8,9	6,32	10,03	17,85
Área quemada	0,5	1,9	0,3	0,53	0	0,06	0
Suelo degradado	0,3	0,2	0,3	0,64	1,46	0,53	1,90
Bosque húmedo montano oriental	6	4	6	15,06	0	6,52	0,34
Humedales	4	17	9	1,61	0	0	0,01
Paramo húmedo	62	62	57,8	13,77	0	1,61	0,33
Vegetación húmeda interandina	0	0	0	0,13	0,87	0,96	0
Área con información de uso de suelo	100	100	100	100	42,4	73	100

Fuentes:

- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012. Sistema de Clasificación de Los Ecosistemas del Ecuador Continental.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca-Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. 2012. Uso del suelo del cantón Cuenca.

Tabla 6.2: Proporción de los volúmenes de agua concesionados respecto al volumen total concesionado en cada subcuenca, y respecto al volumen total concesionado para cada tipo de uso

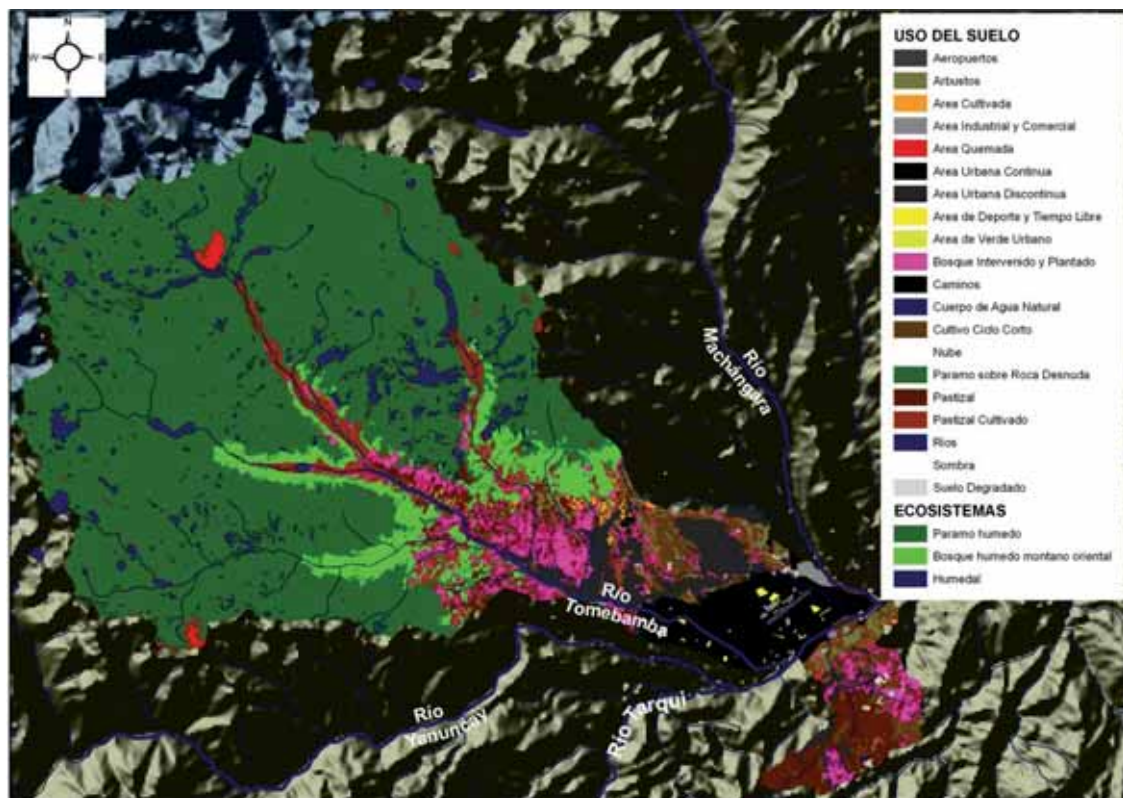
SUBCUENCA		Hogar	Agricultura y ganadería	Industria	Hidroelectricidad	Total
Río Tomebamba	Porcentaje respecto al volumen total concesionado en la subcuenca	52	24	12,5	11,5	100
	Porcentaje respecto al volumen total concesionado para el tipo de uso	64,4	19,4	38,5	5,5	22,4
Río Yanuncay	Porcentaje respecto al volumen total concesionado en la subcuenca	20,2	27,2	10,4	42,2	100
	Porcentaje respecto al volumen total concesionado para el tipo de uso	10,9	9,6	14,1	8,8	9,8
Río Machángara	Porcentaje respecto al volumen total concesionado en la subcuenca	5,5	15,2	6,1	73,2	100
	Porcentaje respecto al volumen total concesionado para el tipo de uso	16,8	30,3	46,4	85,7	55,1
Río Tarqui	Porcentaje respecto al volumen total concesionado en la subcuenca	9,9	89,8	0,3	0	100
	Porcentaje respecto al volumen total concesionado para el tipo de uso	6,0	35,7	0,4	0	11,0
Río Cuenca	Porcentaje respecto al volumen total concesionado en la subcuenca	44,3	55,7	0	0	100
	Porcentaje respecto al volumen total concesionado para el tipo de uso	0,02	0,01	0	0	0
Río Jadán	Porcentaje respecto al volumen total concesionado en la subcuenca	20,1	78,0	2,0	0	100
	Porcentaje respecto al volumen total concesionado para el tipo de uso	1,6	4,1	0,4	0	1,5
Río Sidcay	Porcentaje respecto al volumen total concesionado en la subcuenca	15,3	79,4	5,2	0	100
	Porcentaje respecto al volumen total concesionado para el tipo de uso	0,3	0,8	0,2	0	0,3

Fuente: Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA)

6.1.1. Subcuenca del río Tomebamba

El río Tomebamba es uno de los tres ríos que abastece de agua potable al área urbana de la ciudad de Cuenca. El Parque Nacional *Cajas* y los Bosques Protegidos de *Mazón*, *Llaviucu* y *Llulluchas* se encuentran en su subcuenca. Estas áreas se han constituido en símbolos muy importantes de la identidad cuencana, y en ejemplos de gestión a nivel nacional (Barnett, 1988; Lloret, 2002; Artiga, 2008; Rodríguez *et al.*, 2012).

Figura 6.1: Mapa que muestra el uso del suelo en la subcuenca del río Tomebamba



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca-Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. 2012. Uso del suelo del cantón Cuenca.
- Sáenz, M. y Á. Onofa (2005). Preguntas clave: Reporte de los ecosistemas ecuatorianos. EcoCiencia y Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) (Ed.). Quito, Ecuador.
- Instituto de Estudios de Régimen Seccional de la Universidad del Azuay. 2004. Cartografía 1:25.000 de la cuenca del río Paute.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.
- Sierra, R. (Ed.) (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Quito, Ecuador: Proyecto INAFAN/GEF-BIRB y EcoCiencia.

La subcuenca del río Tomebamba está protegida bajo la Ordenanza *de Control de la Subcuenca del Río Tomebamba Relativa a la Captación de Agua para la Planta de El Cebollar*, vigente desde el 13 de julio de 1998 (www.cuenca.gob.ec/?q=node/8725). Esta subcuenca es la única que posee una regulación de este tipo. En ella, fundamentalmente, se prohíbe antes de la captación de agua cualquier actividad productiva en la subcuenca, sea agropecuaria o industrial, y se determina la obligación de la municipalidad de conservar sus ecosistemas nativos. La captación de agua para la planta de agua potable de *El Cebollar*, se encuentra a pocos kilómetros de la ciudad de Cuenca, por lo que la prohibición abarca a prácticamente toda la subcuenca, e implica a su población rural. La planta de *El Cebollar* funciona desde 1949 (ETAPA, 2014a).

A pesar de la protección legal, los ecosistemas de ribera del río Tomebamba se han visto fuertemente afectados, y sus ecosistemas acuáticos sufren una degradación brusca en cuanto entran en el área de influencia urbana (Carrasco *et al.*, 2010). De esta manera, se demuestra el riesgo de estrés ecológico que sufre este río. El mapa del uso del suelo ilustra claramente este hecho (Figura 6.1), pues las zonas agrícolas y ganaderas, junto con los bosques intervenidos y plantados, se extienden junto a sus orillas casi en todo el recorrido del río, y su área se va ampliando según se va acercando a la zona urbana. Es muy interesante notar, que el cambio de paisaje conservado a paisaje productivo, se da en cuanto comienza a aparecer el bosque andino (o bosque húmedo montano oriental). La razón probable es el cambio de un ambiente hostil para la producción en los páramos, a un ambiente más amigable por debajo de los ellos. Los páramos son ecosistemas caracterizados y húmedo, relacionado con la altura, pues estos ecosistemas están sobre los 3.500 m s.n.m. (Mena Vásconez y Hofstede, 2006). Esto conduce a una conclusión evidente: que el metabolismo de los bosques andinos compite por espacio con el metabolismo rural.

El principal uso del suelo en esta subcuenca es para la conservación, pues los ecosistemas nativos ocupan juntos un 72% de su territorio (62% páramos, 6% bosque andino, y 4% humedales). El siguiente uso en importancia, aunque de lejos en términos de área, es el uso urbano (9,3%), seguido por la ganadería (8,6%). Estos datos muestran que la principal función de esta subcuenca es la conservación.

El 52% del volumen total de agua concesionado en esta subcuenca se destina al uso en el hogar (64,4% del volumen total concesionado en las siete subcuencas), seguido de un 24% para la producción agropecuaria (19,4% del volumen total concesionado en las siete subcuencas), y un 12,5% para la industria (38,5% del volumen total concesionado en las siete subcuencas). Es claro que la principal función del río Tomebamba es el abastecimiento de agua para los hogares, y

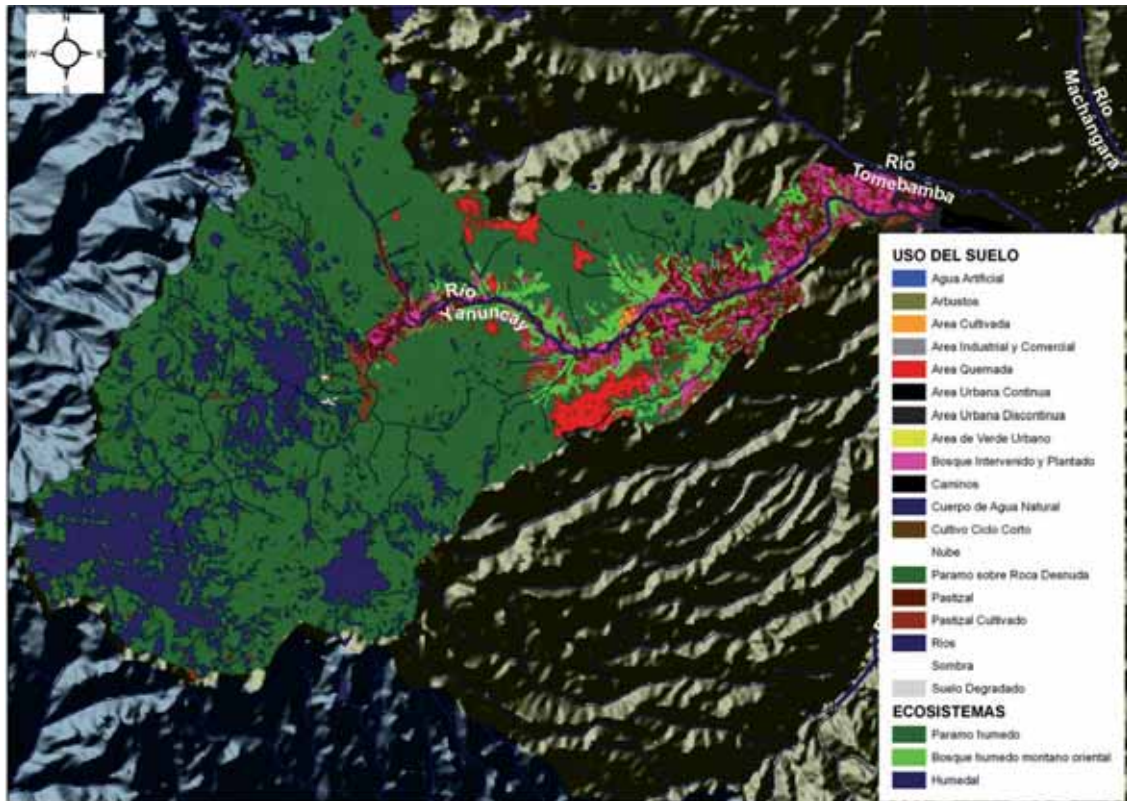
que es de vital importancia para garantizar el metabolismo doméstico en Cuenca, pues es su principal proveedor de agua. Sin embargo, este uso entra en conflicto con el uso para la producción agropecuaria, que tiene un consumo importante de agua, aunque en área no signifique mucho. Es llamativo, por otro lado, el consumo industrial de agua, que está lejos de ser el principal uso (12,5%), pero que sin embargo, es representativo para el consumo total de agua del sector industrial (38,5%).

La legislación que se refiere al uso del suelo en esta subcuenca es extremadamente estricta, y además es muy clara: el objetivo de la conservación de sus ecosistemas nativos, es garantizar la dotación de agua potable para la ciudad de Cuenca. Adicionalmente, es fundamental tener en cuenta, que ese fue el mismo objetivo para el establecimiento en su territorio de dos bosques protectores de propiedad municipal (*Mazán* y *Llulluchas*), y también, uno de los principales argumentos para que la municipalidad gestione el Parque Nacional *Cajas* (Barnett, 1988; Lloret, 2002, 2007; Artiga, 2008; Rodríguez *et al.*, 2012). Estas restricciones no solamente benefician al metabolismo doméstico, sino que también al uso industrial, pues al estar las industrias ubicadas en la cuenca baja del río, es decir, por debajo de la captación para el agua potable, no tienen ninguna restricción en el uso del agua, en contraste con el uso agropecuario.

La existencia de áreas protegidas, y de una normativa tan estricta, muestra que en la subcuenca del río Tomebamba existen actividades productivas. El uso del suelo y las concesiones de agua, por otro lado, evidencian que son agropecuarias. Este fenómeno plantea un conflicto latente entre la población rural, y la población urbana; conflicto que claramente ha ganado la población urbana, apropiándose del metabolismo rural y del metabolismo ecológico.

6.1.2. Subcuenca del río Yanuncay

Figura 6.2: Mapa que muestra el uso del suelo en la subcuenca del río Yanuncay



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca-Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. 2012. Uso del suelo del cantón Cuenca.
- Sáenz, M. y Á. Onofa (2005). Preguntas clave: Reporte de los ecosistemas ecuatorianos. EcoCiencia y Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) (Ed.). Quito, Ecuador.
- Instituto de Estudios de Régimen Seccional de la Universidad del Azuay. 2004. Cartografía 1:25.000 de la cuenca del río Paute.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.
- Sierra, R. (Ed.) (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Quito, Ecuador: Proyecto INAFAN/GEF-BIRB y EcoCiencia.

El río Yanuncay, a pesar de proveer de agua potable a la ciudad de Cuenca, no posee regulaciones específicas sobre el uso del suelo. Las regulaciones para el uso del suelo en la subcuenca del río Yanuncay, se encuentran en los Planes de Ordenamiento Territorial de sus parroquias rurales (fundamentalmente San Joaquín, Baños y una parte de Tarqui). Sin embargo, ETAPA a través de su departamento de gestión ambiental, asume la gestión de esta subcuenca en 2002, lo que involucra una intervención intensa sobre las actividades productivas y el uso del suelo (Artiga, 2008).

A pesar de ello, y al igual que en el caso río Tomebamba, sus ecosistemas de ribera se han visto fuertemente afectados, y sus ecosistemas acuáticos sufren una degradación brusca en cuanto entran en el área de influencia urbana (Flachier, 2005; Carrasco *et al.*, 2010). En este contexto, se confirmaría el riesgo de estrés ecológico al que estaría sometido este río. Sin embargo, en esta subcuenca claramente existe menos actividad humana que en las otras subcuencas, como lo ilustra la Figura 6.2. Aunque, al igual que en las otras subcuencas, los usos del suelo que muestran actividad antrópica tengan como eje al río.

Los ecosistemas nativos son la principal cobertura del uso del suelo en subcuenca del río Yanuncay, abarcando un 83% de su área total (62% los páramos, 17% los humedales y 4% el bosque andino). Los usos agropecuarios le siguen en importancia y suman un 6,8% de su territorio (6,2% ganadería, y 0,6% agricultura). La vegetación intervenida (bosque plantado e intervenido, y arbustos), ocupa un porcentaje muy similar al de los usos agropecuarios: 5,6%, lo que confirma la baja actividad productiva en esta subcuenca. Tanto las condiciones geográficas y ecológicas de la cuenca del río Yanuncay, como su historia del uso del suelo, han determinado que se constituya en un territorio fundamental para la conservación del metabolismo ecológico.

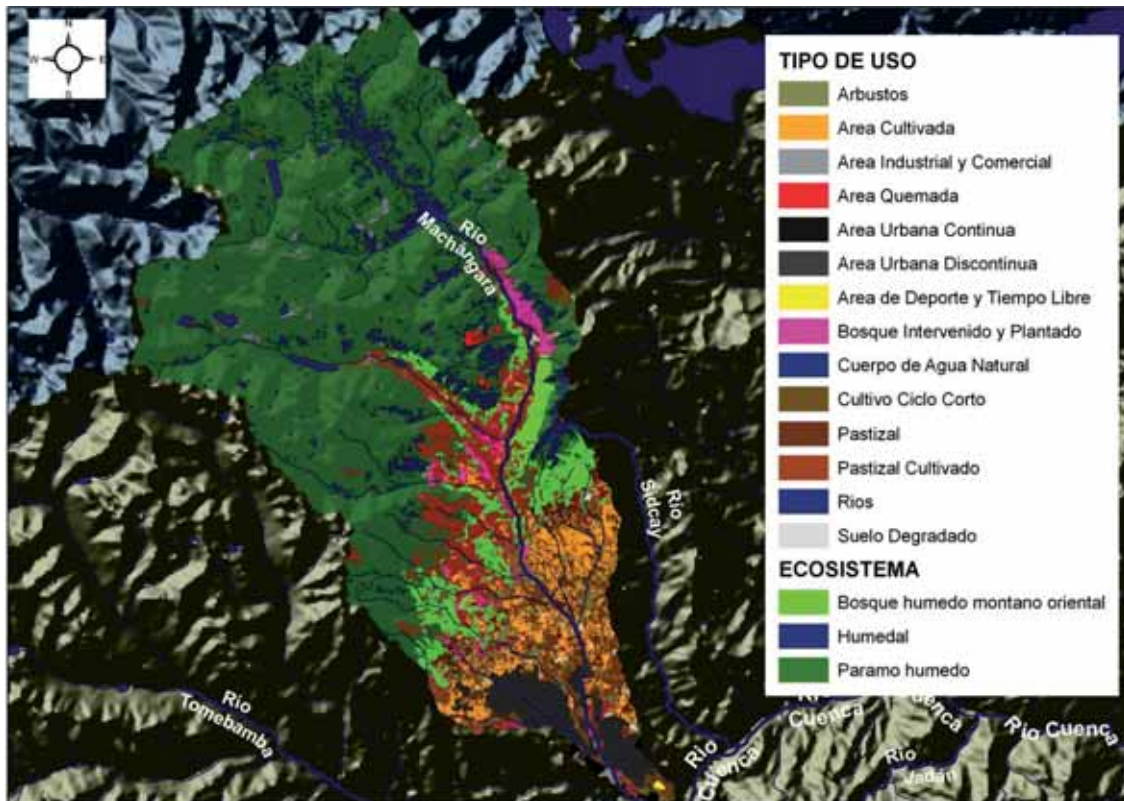
Es interesante notar, que a pesar de tener una actividad agropecuaria en apariencia baja, ésta representa el principal uso del agua en la subcuenca (27,2% de las concesiones), y no deja de ser representativo en comparación con el volumen total concesionado para agricultura y ganadería en todo el cantón (9,6%). El uso de agua para los hogares, es el segundo uso en importancia, representa el 20,2% del volumen total concesionado en la subcuenca del río Yanuncay, y el 10,9% de lo concesionado para los hogares en Cuenca. Finalmente, el uso industrial no deja de ser importante, pues representa un 10,4% del agua concesionada en la subcuenca, y el 14,1% del total de agua concesionada en Cuenca para uso industrial. Estos datos muestran un posible conflicto entre el uso de agua para los hogares, y el uso de agua para la producción agropecuaria.

Al igual que en el caso del río Tomebamba, existiría una forma de apropiación urbana del metabolismo rural y ecológico. La intervención directa en la gestión subcuenca del río Yanuncay, a través del departamento de gestión ambiental de ETAPA, muestra el control urbano que se ejerce sobre ella. Por otro lado, el hecho de que la empresa de agua potable sea la institución que lidere el manejo de dicha subcuenca, evidencia claramente que el sentido del control es garantizar el metabolismo del agua a nivel urbano. Adicionalmente, su aporte de agua para la actividad industrial, es también representativo en el contexto de Cuenca, por lo

que aunque no sería la principal causa para la apropiación urbana de su metabolismo rural y ecológico, es muy probablemente un factor importante.

6.1.3. Subcuenca del río Machángara

Figura 6.3: Mapa que muestra el uso del suelo en la subcuenca del río Machángara



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca-Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. 2012. Uso del suelo del cantón Cuenca.
- Sáenz, M. y Á. Onofa (2005). Preguntas clave: Reporte de los ecosistemas ecuatorianos. EcoCiencia y Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) (Ed.). Quito, Ecuador.
- Instituto de Estudios de Régimen Seccional de la Universidad del Azuay. 2004. Cartografía 1:25.000 de la cuenca del río Paute.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.
- Sierra, R. (Ed.) (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Quito, Ecuador: Proyecto INAFAN/GEF-BIRB y EcoCiencia.

El caso del río Machángara es similar al del río Yanuncay, en términos de gestión, pero por otro lado, es tan importante como el río Tomebamba para la dotación de agua potable para la ciudad de Cuenca (Artiga, 2008). La planta de agua potable de *Tixán* entra en funcionamiento en 1997 (ETAPA, 2014a), y en 1998 comienza la intervención de ETAPA en la gestión de la subcuenca del río Machángara, a través de la conformación de un consejo de cuenca (Lloret, 2002; Artiga,

2008). A nivel normativo, su uso del suelo está regulado en los Planes de Ordenamiento Territorial de las parroquias rurales que se encuentran en su territorio (Checa, Chiquintad, Sinincay, Sayausí, Octavio Cordero Palacios, Ricaurte, y Sidcay), irónicamente las juntas parroquiales de estas parroquias, quienes constitucionalmente deben diseñar los Planes de Ordenamiento Territorial en coordinación con la municipalidad de Cuenca, no forman parte del mencionado consejo de cuenca (ETAPA, 2014b).

Los ecosistemas nativos son la principal cobertura de uso del suelo en la subcuenca del río Machángara (57,8% de páramo, 9% de humedales y 6% de bosque andino), al igual que en las dos subcuencas anteriores. Las actividades agropecuarias, por otro lado, ocupan un 18% de su territorio (6,7% en agricultura, y 11,3% en ganadería). Como muestra la Tabla 6.1, juntos estos dos grupos de tipos de uso de suelo representarían el 90% de su área.

Se debe recordar, que para compensar la falta de información sobre las concesiones de agua potable a ETAPA, se incluyó el volumen de agua potabilizada en la planta de Tixán, sin embargo, este volumen es menor al que efectivamente se extrae, y también menor al concesionado. Por otro lado, los datos de esta subcuenca están distorsionados por los grandes volúmenes usados en hidroelectricidad (un uso no consuntivo), por parte de sus dos hidroeléctricas (Saucay y Saymirín). En ese contexto, el principal uso es el agropecuario, que representa el 15,2% de lo concesionado en la subcuenca, y el 30,3% de lo concesionado para la agricultura y ganadería en Cuenca. Le sigue en importancia el uso industrial, que representa un 6,1% del total de la subcuenca, y 46,4% del total de la industria. Es fundamental tener en cuenta que el parque industrial de Cuenca se encuentra aquí. Finalmente, los hogares consumen un 5,5% del agua apropiada de la subcuenca, y su consumo representa el 16,8% del total extraído para los hogares en Cuenca.

Tanto los datos de uso de suelo, como los datos de uso del agua, muestran que existe un conflicto por espacio y por agua entre la extracción de agua para los hogares, la que requiere de un metabolismo ecológico saludable, y los usos agropecuarios. Las dos hidroeléctricas podrían servir como paliativo, debido a su regulación de los caudales, y al agua que reservan. El uso industrial, adicionalmente, no compite en espacio con los otros usos, pero si compite por agua.

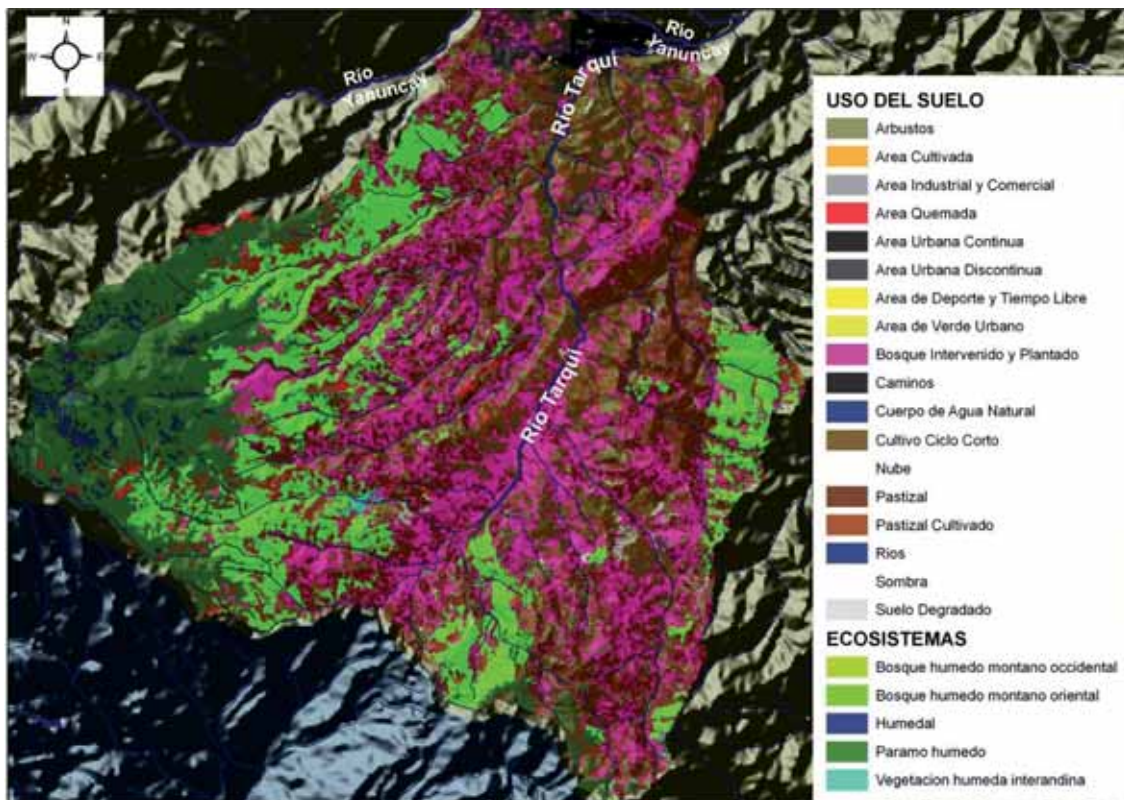
De esta manera, en la subcuenca del río Machángara también existiría una apropiación urbana del metabolismo rural y del metabolismo ecológico. Esta se operativiza a través del consejo de cuenca, que tiene una conformación mayoritariamente tecnocrática y urbana (a excepción de las juntas de regantes): la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA); el Instituto Nacional de Riego

(INAR); la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC), a través de la Empresa Pública de Generación Eléctrica para el Austro (ELECAUSTRO); la Empresa Pública de Telecomunicaciones, Agua Potable y Alcantarillado de Cuenca (ETAPA); la Universidad de Cuenca; el Ministerio del Ambiente; la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Machángara; y, el Gobierno Provincial del Azuay. Al igual que con las otras dos subcuencas, el objetivo fundamental del control es principalmente garantizar la dotación de agua potable para la zona urbana, y tangencialmente para la industria.

6.1.4. Subcuenca del río Tarqui

La subcuenca del río Tarqui no tiene ningún tipo de intervención por parte de la municipalidad de Cuenca, aunque al igual que todas las otras subcuencas, el uso de suelo de su territorio estaría regulado en los planes de ordenamiento territorial de las parroquias rurales que contiene. Es muy importante notar que el río Tarqui no es una fuente de agua potable para la ciudad de Cuenca, lo que explicaría por qué la municipalidad no ha intervenido en la gestión de esta subcuenca. Por otro lado, las principales haciendas ganaderas del cantón Cuenca se encuentran en la subcuenca del río Tarqui.

Figura 6.4: Mapa que muestra el uso del suelo en la subcuenca del río Tarqui



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.

- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca-Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. 2012. Uso del suelo del cantón Cuenca.
- Sáenz, M. y Á. Onofa (2005). Preguntas clave: Reporte de los ecosistemas ecuatorianos. EcoCiencia y Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) (Ed.). Quito, Ecuador.
- Instituto de Estudios de Régimen Seccional de la Universidad del Azuay. 2004. Cartografía 1:25.000 de la cuenca del río Paute.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.
- Sierra, R. (Ed.) (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Quito, Ecuador: Proyecto INAFAN/GEF-BIRB y EcoCiencia.

Como se puede observar en la Tabla 6.1, el principal uso del suelo en la subcuenca del río Tarqui es la ganadería (29,1% de su territorio), seguido por los bosques intervenidos y plantados (20,6% de su territorio), mientras que la agricultura representa un 6,6% de su territorio. Al recorrerla, es fácil notar que los bosques intervenidos y plantados, son principalmente plantaciones de *Pinus radiata*. A pesar de la orientación claramente productiva de esta subcuenca, es interesante notar, que existen áreas importantes de Bosque Andino (15% de su territorio) y de páramos (13,8% de su territorio).

El 89,8% del volumen total de agua concesionada en la subcuenca del río Tarqui se destina a la agricultura y ganadería, aunque el uso del suelo muestra que fundamentalmente esta agua se usaría en ganadería. Su uso para agricultura y ganadería, por otro lado, representa el 35,7% del uso total del cantón Cuenca, siendo la subcuenca que más agua destina para ello en dicho cantón. Mientras tanto, el uso para los hogares representa apenas un 9,9% del uso total de la subcuenca, y un 6% del uso total en el cantón.

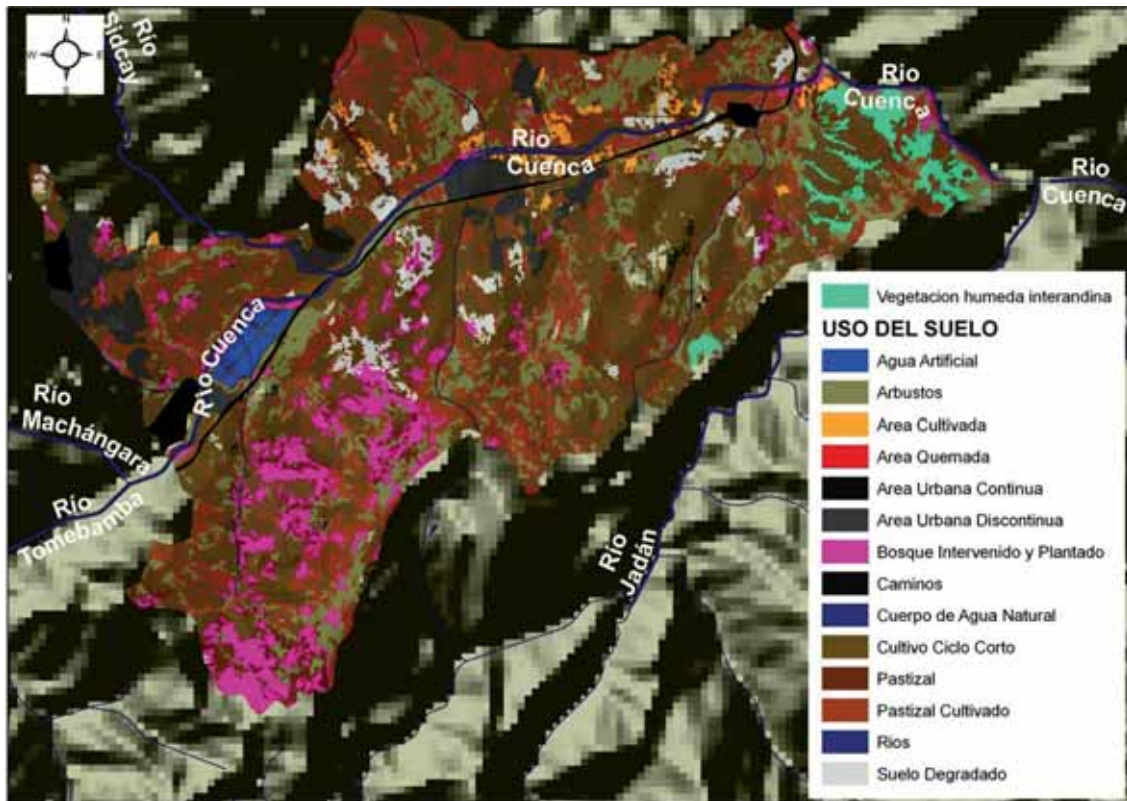
El río Tarqui es el río más amenazado de los cinco ríos evaluados en el capítulo cinco, mostrando un riesgo muy alto de estrés ecológico por falta de agua. Evidentemente, esto es causado por el consumo ganadero. Por otro lado, el metabolismo del agua de la agricultura y la ganadería, mostró ser altamente ineficiente. Estos dos hechos juntos indican que puede existir un conflicto entre el uso de agua para los hogares, y el uso del agua para la producción agropecuaria. Al buscar en Google las palabras *agua* y *Tarqui*, aparece una larga lista de conflictos. Adicionalmente, se hizo una revisión constante de la prensa, durante todo el período de duración de esta investigación; dicha revisión confirma la existencia del conflicto.

El uso de suelo de esta subcuenca, y su relación con el metabolismo del agua, abre una nueva pregunta, todavía sin una respuesta clara. Aunque no se tiene información sobre la tenencia de la tierra en la subcuenca del río Tarqui, el conocimiento de la ciudad permite suponer que pertenece fundamentalmente a la clase urbana media alta, y alta. Esto lleva a cuestionarse si el

poder de la clase terrateniente urbana, ha incidido en la ausencia de regulaciones restrictivas y claras sobre el uso del suelo en esta subcuenca.

6.1.5. Subcuenca del río Cuenca

Figura 6.5: Mapa que muestra el uso del suelo en la subcuenca del río Cuenca



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca-Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. 2012. Uso del suelo del cantón Cuenca.
- Sáenz, M. y Á. Onofa (2005). Preguntas clave: Reporte de los ecosistemas ecuatorianos. EcoCiencia y Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) (Ed.). Quito, Ecuador.
- Instituto de Estudios de Régimen Seccional de la Universidad del Azuay. 2004. Cartografía 1:25.000 de la cuenca del río Paute.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.
- Sierra, R. (Ed.) (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Quito, Ecuador: Proyecto INAFAN/GEF-BIRB y EcoCiencia.

La subcuenca del río Cuenca es un caso un tanto complicado para ser analizado. Pues, la cartografía que describe las distintas coberturas de uso de suelo en el territorio del cantón Cuenca, solamente tiene información del 42,4% de esta subcuenca, por lo que los resultados del uso del suelo se basan en esta área. La información de las concesiones de agua, por otro lado, si se refiere a toda la subcuenca.

Esta subcuenca, al igual que la subcuenca del río Tarqui, no posee más regulaciones en el uso del suelo, que las determinadas en los Planes de Ordenamiento Territorial de las parroquias rurales.

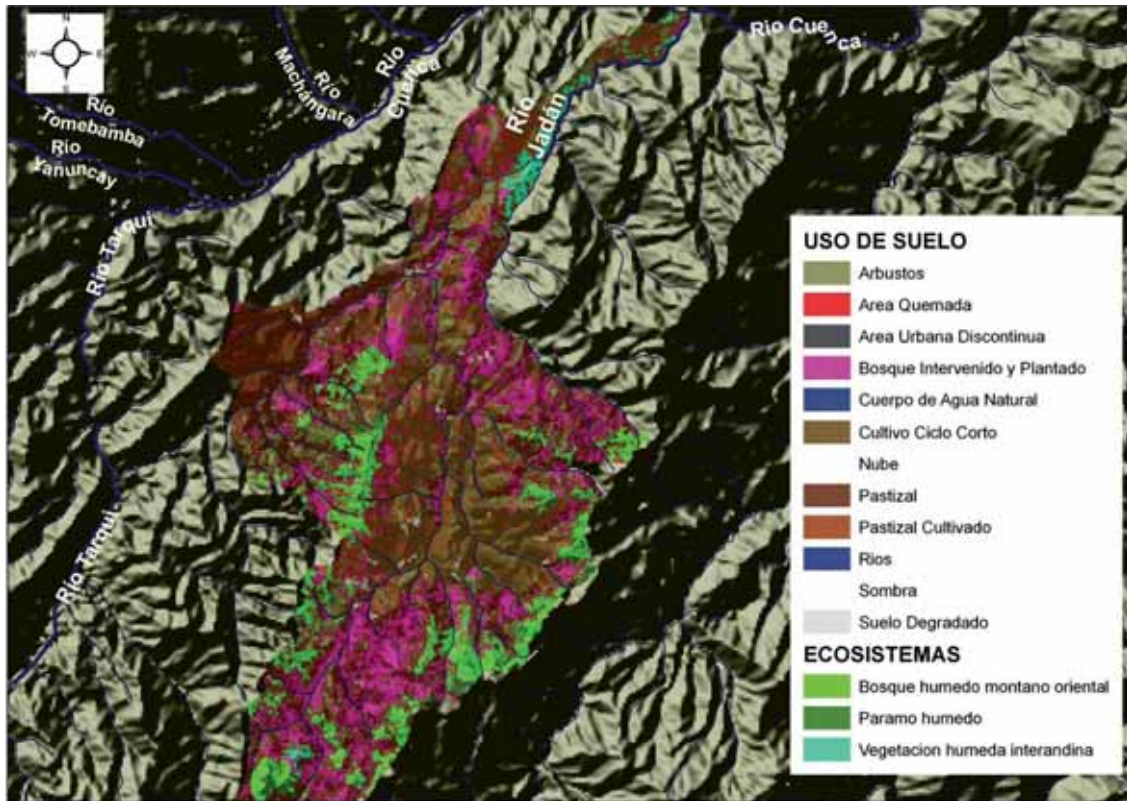
Como se puede observar en la Figura 6.5, que representa el área de la que se tiene información de uso de suelo en la subcuenca del río Cuenca, el principal uso del suelo es la agricultura, la que representa un 17% del territorio total de esta subcuenca, mientras que la ganadería representa un 10,6%. Estos valores muy probablemente serán significativamente más altos, ya que las tendencias en el uso del suelo del resto de la subcuenca parecerían mantenerse. Es muy interesante notar, que en el área analizada prácticamente no existen ecosistemas nativos (apenas un 0,9% de vegetación húmeda interandina). Finalmente, las áreas urbanas representan un 3% del territorio total de esta subcuenca (Tabla 6.1).

La agricultura representa un 55,7% del volumen total de agua concesionado en esta subcuenca, sin embargo, representa solamente un 0,02% del volumen total concesionado en el cantón Cuenca para la agricultura. Los hogares representan el 44,3% restante de las concesiones, pero representan apenas un 0,01% del volumen total concesionado para los hogares (Tabla 6.2).

Tanto los planes de ordenamiento territorial de la ciudad de Cuenca, como la planificación nacional, determinan que esta subcuenca es el área hacia la que naturalmente debe crecer la ciudad de Cuenca (SENPLADES, 2009, 2013). Esto necesariamente implica un conflicto entre el uso de suelo urbano y el uso de suelo agropecuario. En términos de uso de agua, no habría conflicto en esta subcuenca, ya que existe agua suficiente tanto para el uso agropecuario, como para el uso en los hogares. El problema sin embargo, sigue siendo el altísimo desperdicio que se da en estos dos tipos de uso, como se discutió en las secciones [5.2](#) y [5.3](#).

6.1.6. Subcuenca del río Jadán

Figura 6.6: Mapa que muestra el uso del suelo en la subcuenca del río Jadán



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca-Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. 2012. Uso del suelo del cantón Cuenca.
- Sáenz, M. y Á. Onofa (2005). Preguntas clave: Reporte de los ecosistemas ecuatorianos. EcoCiencia y Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) (Ed.). Quito, Ecuador.
- Instituto de Estudios de Régimen Seccional de la Universidad del Azuay. 2004. Cartografía 1:25.000 de la cuenca del río Paute.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.
- Sierra, R. (Ed.) (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Quito, Ecuador: Proyecto INAFAN/GEF-BIRB y EcoCiencia.

El río Jadán es uno de los dos ríos de los que no se tiene información sobre sus caudales, lo que muestra la poca importancia que tiene para la ciudad de Cuenca, desde lógica de la dotación de agua. La subcuenca del río Jadán tampoco tiene ningún tipo de regulación sobre el uso del suelo, a excepción de los Planes de Ordenamiento Territorial Parroquiales. Se tiene información de la cobertura de uso del suelo del 73% de su territorio, es decir, que la discusión que sigue excluye a una cuarta de esta subcuenca. Sin embargo, es previsible que las tendencias se mantengan en el territorio restante. Es importante señalar que los porcentajes han sido

calculados sobre el área total de la subcuenca, y no solamente sobre el área de la que se tiene información.

El principal uso del suelo de la subcuenca del río Jadán es la ganadería (29,2% de su territorio), seguido del bosque intervenido y plantado (13,2%). A diferencia de la subcuenca del río Tarqui, en la subcuenca del río Jadán los bosques plantados son bosques abandonados de eucalipto. La agricultura, por otro lado, representa el 10,9% de su territorio. Respecto a los ecosistemas nativos, el bosque andino ocupa un 6,5% de su territorio. Es claro que esta subcuenca se dedica fundamentalmente a las actividades agropecuarias (Tabla 6.1).

Los datos sobre el volumen de agua que usa cada actividad confirman lo anterior. El 78% del agua concesionada en la subcuenca se destina a la agricultura y ganadería, mientras que el 20% se destina a los hogares, y un 2% a la industria (Tabla 6.2). La proporción del consumo de esta subcuenca, con relación al consumo de cada actividad en el contexto del cantón Cuenca, muestra que en términos de agua la subcuenca del río Jadán es de baja importancia. Así, el uso para la agricultura y ganadería representa un 4,1% del total de Cuenca, y el de los hogares un 1,6%.

Lamentablemente, no se puede establecer si existe un conflicto de uso de agua, entre los hogares y la agricultura y ganadería, o la industria, porque no se conocen los caudales de este río. Sin embargo, cuando se recorre el río Jadán casi siempre aparenta tener poca agua, pero esta observación es relativa, puesto que no se conocen de estudios sobre su caudal, y especialmente, sobre su caudal ecológico.

A nivel de uso del suelo, por otro lado, es evidente un conflicto entre los usos agropecuarios y el mantenimiento de los ecosistemas nativos, y de su metabolismo ecológico, fundamental para garantizar la salud del río. Es evidente que la razón principal, es que este río no tiene interés urbano, porque no abastece de agua potable ni a la ciudad, ni a la industria.

6.1.7. Subcuenca del río Sidcay

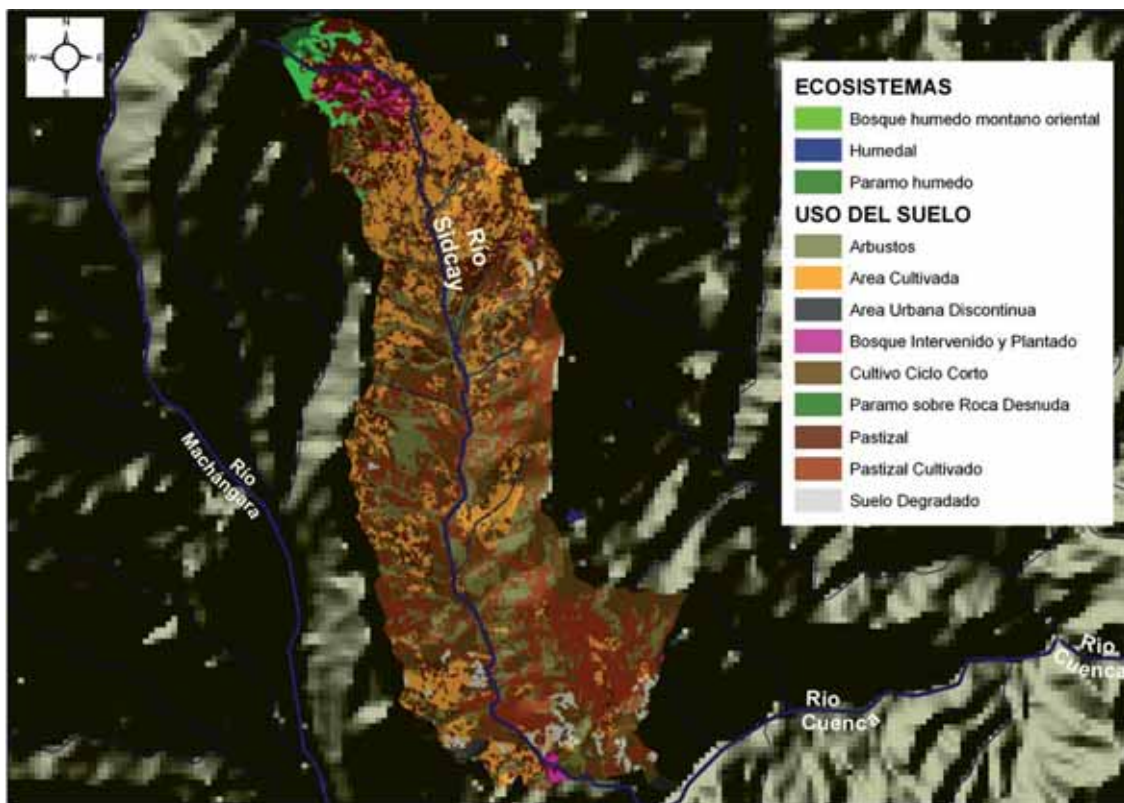
La subcuenca del río Sidcay es la más pequeña de las siete. Tampoco posee ningún tipo de regulación sobre el uso del suelo, a excepción de las de los Planes de Ordenamiento Territorial Rurales.

El principal uso del suelo de la subcuenca del río Sidcay es la ganadería, la misma que ocupa un 38,7% del territorio, seguida de la agricultura, que ocupa un 37,7%. Es muy interesante notar

que la cobertura de uso denominada *arbustos*, representa un 17,9% de su territorio (Tabla 6.1). Los arbustos se han interpretado como ecosistemas altamente intervenidos, que indican que la vegetación nativa está en una etapa temprana de regeneración, probablemente debido al abandono del terreno (sección 3.1.2.2). Es fundamental señalar que prácticamente no existen ecosistemas nativos remanentes en esta subcuenca.

El 79,4% del volumen total de agua concesionado en esta subcuenca se dedica a la agricultura y ganadería, sin embargo, representa apenas el 0,8% del volumen total concesionado en Cuenca para estas actividades. Los hogares, por otro lado, representan un 15,3% del agua concesionada en la subcuenca, y apenas un 0,3% del total del agua concesionada para los hogares en este cantón (Tabla 6.2).

Figura 6.7: Mapa que muestra el uso del suelo en la subcuenca del río Sidcay



Elaboración propia

Fuentes:

- INEC. 2012. División Política del Ecuador.
- Jarvis, A.; H.I. Reuter; A. Nelson y E. Guevara (2008). Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>). RASTER. Hole-filled SRTM for the Globe Version 4.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. 2013. Cartografía base del Ecuador.
- Ilustre Municipalidad de Cuenca-Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. 2012. Uso del suelo del cantón Cuenca.
- Sáenz, M. y Á. Onofa (2005). Preguntas clave: Reporte de los ecosistemas ecuatorianos. EcoCiencia y Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) (Ed.). Quito, Ecuador.
- Instituto de Estudios de Régimen Seccional de la Universidad del Azuay. 2004. Cartografía 1:25.000 de la cuenca del río Paute.
- Secretaría Nacional del Agua. 2013. Unidades hidrográficas del Ecuador según la metodología PFAFSTETTER.
- Sierra, R. (Ed.) (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Quito, Ecuador: Proyecto INAFAN/GEF-BIRB y EcoCiencia.

Al igual que con la subcuenca del río Jadán, al no conocer los caudales del río Sidcay, es muy difícil determinar si existen conflictos por el uso del agua, fundamentalmente entre el consumo de los hogares, y el consumo agrícola. Sin embargo, es claro que los usos del suelo agropecuarios han desplazado a los ecosistemas nativos, lo que amenazaría la salud del río. Es interesante notar, que es la subcuenca que tiene el porcentaje más alto de suelos degradados (1,9%), lo que indica la calidad del manejo del suelo, y podría estar relacionado con el abandono de terrenos que produce el alto porcentaje de *arbustos*.

Es claro que el río Sidcay, al igual que el río Jadán, tiene muy poca importancia para el área urbana de Cuenca, lo que se traduce en que no haya un monitoreo de sus caudales, en el escaso monitoreo y regulación del uso del suelo, y en la prácticamente desaparición total de sus ecosistemas nativos.

6.2. LA APROPIACIÓN HUMANA DEL AGUA EN CUENCA EN EL CONTEXTO DEL SUMAK KAWSAY

Aunque el paradigma del Sumak Kawsay ya fue discutido en la sección [2.4.1](#), es fundamental resaltar los principios que consideramos esenciales para poder aplicarlo a la discusión del metabolismo social del agua en Cuenca.

El Sumak Kawsay no se refiere al crecimiento económico o al progreso, se refiere a las relaciones entre los seres humanos, y de los seres humanos con la naturaleza, se refiere a la vida comunitaria, a los ancestros, al pasado y al futuro, todo a la vez (Larrea Maldonado, 2010). Es un paradigma ecocéntrico. Implica una vida digna, una vida en armonía entre los seres humanos, y también de la humanidad con el cosmos, se debe recordar que la idea de cosmos, implica también al sistema socio-ecológico. Puede ser definido como *"la consecución del florecimiento de todos y todas en paz y armonía con la naturaleza, y la prolongación indefinida de las culturas humanas"* (Ramírez, 2010).

El concepto de sustentabilidad ecológica, o la interdependencia armoniosa de la sociedad y la naturaleza, está contenido en el Sumak Kawsay (Roa-Avenidaño, 2009), pero con una diferencia fundamental: la sustentabilidad es un ideal, mientras que la armonía y el balance son un prerequisite para el Sumak Kawsay. Por lo tanto, el Sumak Kawsay es imposible sin un

sistema ecológico saludable (Hernández, 2009; Roa-Avendaño, 2009), sin que la *Pachamama* (la madre y el origen de la vida) esté bien y sana (Bautista, 2011).

El Sumak Kawsay tiene profundas implicaciones políticas, pues es impensable sin libertad, equidad, igualdad, justicia social (distributiva y productiva) y justicia ambiental (Acosta, 2011). El Sumak Kawsay debe ser traducido en políticas que sean consistentes con él (Houtart, 2010; Radcliffe, 2012).

Es así que, al mirar bajo la lupa del Sumak Kawsay el metabolismo social del agua y el uso del suelo de Cuenca, se hace evidente una apropiación urbana del metabolismo rural y ecológico, en el caso de las subcuencas de los ríos Tomebamba, Yanuncay y Machángara. Lo que se ha expresado en el control urbano del uso del suelo a nivel rural. Dicha apropiación se concreta por diversas vías, entre ellas, la imposición de áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad, la restricción en los usos productivos del suelo, y la priorización de los usos urbanos del agua sobre los rurales. Las áreas de conservación de la biodiversidad, han sido una constante fuente de conflictos con las comunidades rurales, justamente por las afectaciones a las actividades productivas derivadas de la conservación. Un buen ejemplo de esto, es el Parque Nacional Cajas, que ha tenido constante conflictos con las comunidades rurales que le rodean (CEMAPRIMES, 2001; Rodríguez *et al.*, 2012).

En apariencia, los programas de conservación del cantón Cuenca, enfocados en las tres subcuencas proveedoras de agua potable para la ciudad, estarían en armonía con la noción de sustentabilidad ecológica, y con el paradigma del Sumak Kawsay. Sin embargo, al ser pensados, diseñados e implementados desde lo urbano, y con una lógica urbana se transforman en una suerte de imposición y de control de lo rural. Esto contrasta claramente con la idea de la vida digna y en armonía entre los seres humanos, pues lo urbano le arrebató la posibilidad de una vida digna a lo rural. Lograr un ecosistema saludable en esas condiciones no sólo no es deseable, sino que es un contrasentido para el Sumak Kawsay.

De esta manera, el sistema de conservación de las subcuencas del Tomebamba, Yanuncay y Machángara, se iría contra el principio del Randi-Randi, es decir, atentaría contra la reciprocidad y la redistribución. Esto no significa que para vivir de acuerdo al paradigma del Sumak Kawsay se tenga que sacrificar a los ecosistemas nativos y su metabolismo, todo lo contrario, significa que se debe garantizar su existencia y reproducción, pero garantizando

también libertad, equidad, igualdad, justicia social (distributiva y productiva) y justicia ambiental.

Las subcuencas de los ríos Tarqui, Jadán y Sidcay, en cambio, contrastan fuertemente con lo anterior. En ellas, predominan los usos ganaderos, agrícolas y, en el caso del río Tarqui, las plantaciones forestales de especies exóticas. Se han conservado los ecosistemas nativos solamente en las áreas que no son útiles o buenas para la producción, como los páramos. Se ha sacrificado el metabolismo ecológico, lo que implica también la salud de los ríos, en nombre de la producción agropecuaria. Todo esto se contrapone también con el paradigma del Sumak Kawsay, pues se está sacrificando la sustentabilidad ecológica, la salud del ecosistema, se está enfermando conscientemente a la *Pachamama*.

La subcuenca del río Cuenca, finalmente, se caracteriza por procesos muy particulares, pues al ser la confluencia de los seis ríos, y al ser la más baja con respecto al nivel del mar, ha sido el lugar natural de los asentamientos humanos. En estos momentos existe un claro conflicto entre la urbanización y la producción agropecuaria. El reto fundamental para la ciudad de Cuenca, es gestionar ese conflicto de acuerdo a los principios del Sumak Kawsay.

Es muy importante notar que la propiedad de la tierra en la vertiente amazónica del cantón Cuenca, se caracteriza por una minifundización extrema (SENPLADES, 2009, 2013), sin embargo, existen indicios importantes de que los latifundios se concentran en las zonas más productivas de la subcuenca del río Tarqui, y parcialmente la subcuenca del río Jadán, desplazando a los minifundios hacia las zonas menos productivas. Desde el punto de vista de la justicia en la distribución de la tierra, esto se iría también en contra del *Randi-Randi*, y por tanto, sería incompatible con el Sumak Kawsay.

Es claro que el metabolismo del agua ha estado directamente relacionado en cómo se ha organizado el territorio del cantón Cuenca, sin embargo, muchas de las áreas de conservación que se encuentran en dicho territorio, fueron establecidas para garantizar los caudales y controlar el aporte de sedimentos en las represas hidroeléctricas del río Paute (sección [3.1.2.3](#)). Por lo que un estudio del metabolismo energético del Ecuador es fundamental, para poder discutir esta problemática desde el Sumak Kawsay. Sin embargo, normalmente el mayor consumo de electricidad se produce en los centros urbanos, y sobre todo, por parte de su actividad económica (Ramos Martín, 2001; Ariza Montobio, 2013). Por lo que una primera mirada podría indicar que existiría una apropiación urbana del metabolismo rural y ecológico,

ya no sólo por parte de la ciudad de Cuenca, sino de las principales ciudades del Ecuador, como Quito y Guayaquil.

6.3. CONCLUSIONES

Las siete subcuencas que se encuentran en la vertiente oriental del territorio del cantón Cuenca, pueden ser organizadas en dos grupos: las que proveen de agua a la ciudad, y las que no. Sin embargo, en todas se hace evidente un conflicto entre las actividades productivas, los procesos de urbanización y la existencia de los bosques nativos andinos. El metabolismo social del agua requiere de la existencia de ecosistemas nativos, pues el ciclo del agua depende directamente del metabolismo ecológico. Sin embargo, la demanda de suelo para las diferentes actividades productivas y para la urbanización amenaza la existencia de estos ecosistemas. Irónicamente, tanto estas actividades, como el metabolismo social, dependen directamente del metabolismo ecológico para sus existencia.

El primer grupo está formado por las subcuencas de los ríos Tomebamba, Yanuncay y Machángara. En estos tres ríos se evidencia una suerte de proceso de eco-gubernamentalidad (Goldman, 2005; Himley, 2009; Ward, 2013), donde se ha priorizado el metabolismo urbano, tanto de Cuenca (a nivel agua), como del Ecuador (a nivel energético), sobre el metabolismo rural. Las tres subcuencas han sido intervenidas, tanto territorialmente, como institucionalmente, para garantizar la conservación de sus ecosistemas nativos. De esta manera, en ellas se ha priorizado la conservación, sobre el metabolismo de su población rural.

Aunque el conflicto parecería más débil en el río Yanuncay, en las tres subcuencas se revela un conflicto entre la conservación de los ecosistemas nativos y la producción agropecuaria. Adicionalmente, es claro también un conflicto entre la producción agropecuaria, la producción industrial y el agua potable para los hogares.

En el capítulo cinco se discutió ya cómo los caudales de los ríos de Cuenca están sobreconcesionados, es decir, que se ha autorizado a usar más agua de la que físicamente tienen estos ríos (sección [5.1.2](#)). Este sobre-concesionamiento agudiza los conflictos por agua entre los diferentes usos, conflictos que además son crónicos. Las tres subcuencas presentan una competencia directa entre la producción agrícola y al dotación de agua potable para la ciudad. Esta competencia es muy fuerte en el caso del río Tomebamba, fuerte en el caso del río Machángara y leve en el caso del río Yanuncay. El conflicto se expresa por dos vías: una vía territorial y una vía de uso de agua. Territorialmente se produce un conflicto de uso, pues la

ciudad impone medidas de conservación para garantizar el metabolismo ecológico y, de esa manera, garantizar la dotación de agua; estas medidas afectan a la población rural que no puede garantizar su propio metabolismo al ver restringida sus posibilidades de producción. La segunda vía, también se produce entre la ciudad y la población rural, pero es directamente por el uso del agua, pues se prioriza el uso para el consumo humano, sobre el uso para la producción agrícola.

Por otro lado, en la sección [5.2.2](#), se muestra cómo el uso de agua para la industria es mayor que el uso de agua para los hogares. Las concesiones industriales se concentran en las subcuencas de los ríos Tomebamba (38,5% del agua usada por la industria), Yanuncay (14,1% del agua usada por la industria) y Machángara (46,4% del agua usada por la industria) (Tabla 6.2). De esta manera es claro también que existe una fuerte competencia entre el agua para los hogares, el agua para la agricultura, y el agua para la industria. Sin embargo, de acuerdo a la constitución del Ecuador, primero se debe satisfacer las necesidades de los dos primeros usos, para poder usar el agua para la producción industrial.

El segundo grupo está formado por los ríos Tarqui, Sidcay, Jadán y Cuenca. Estos ríos no proveen de agua a la ciudad de Cuenca, por lo que específicamente desde esta lógica carecerían de importancia para la zona urbana. Esto se refleja en que el territorio de sus subcuencas no ha sido intervenido ni territorial, ni institucionalmente, para garantizar la conservación de los ecosistemas nativos.

En la subcuenca del río Tarqui se encuentra un porcentaje importante de ecosistemas nativos, los que compiten territorialmente con la ganadería, las plantaciones forestales de especies exóticas, y la agricultura. A nivel uso de agua, existe una competencia muy fuerte entre el uso para la ganadería y el uso para la agricultura, y adicionalmente, de estas dos con el uso para los hogares. Es fundamental tener claro que el río Tarqui está sobreconcesionado, por lo que esta competencia muy probablemente se traduciría en conflictos serios.

Los ríos Jadán y Sidcay, en cambio, prácticamente no poseen ecosistemas nativos. La actividad agropecuaria simplemente los ha erradicado. Es claro que su salud ecológica está en riesgo, puesto que el sistema ecológico que los mantiene ha sido seriamente afectado. Aunque no se conoce los caudales de estos ríos, por lo que no se puede saber si han sido sobreconcesionados, la evidencia de las otras subcuencas muestra que muy probablemente si lo han sido. Seguramente en la zona existen serios conflictos por el acceso al agua.

Finalmente, el río Cuenca por su caudal no presenta competencia entre los diferentes usos del agua. Por otro lado, es la zona natural de expansión urbana de Cuenca, por lo los conflictos podrían presentarse a nivel territorial entre los usos agropecuarios y urbanísticos.

El metabolismo del agua en Cuenca presenta incompatibilidades directas con el Sumak Kawsay, pues en el caso del primer grupo de ríos, se garantiza el bienestar de la población urbana, en detrimento de la calidad de vida de la población rural. Esta dinámica es contraria al principio del *Randi-Randi* (la reciprocidad y la redistribución), y también contrasta con la búsqueda de una vida digna y en armonía entre los seres humanos. Si quiere hablar de Sumak Kawsay, no se debe enfrentar a la *Pachamama* y a la persona, y este tipo de dinámicas lo hace. La armonía entre la *Pachamama* y la sociedad no es posible si la conservación implica menoscabar la calidad de vida de la gente.

En el segundo grupo de ríos sucede lo contrario, pues se ha sacrificado la sustentabilidad ecológica para la producción ganadera y agrícola, lo que es directamente opuesto al Sumak Kawsay, puesto que no se puede sacrificar a la *Pachamama*.

Tanto, la competencia a nivel territorial entre la población rural y la población urbana, así como la competencia por el acceso al agua, deben ser estudiadas mayor profundidad, para poder proponer políticas que enfrenten esta problemática en el contexto del Sumak Kawsay. Aunque no se ha tenido acceso a estudios sobre la inequidad en la distribución de la tierra en esta zona, los diagnósticos realizados por SENPLADES en 2009 y 2013, muestran que en el Ecuador la inequidad en la distribución de la tierra es muy alta, sin embargo, el área de Cuenca se caracteriza por una profunda minifundización, aunque en la subcuenca del río Tarqui existan grandes Latifundios. Muy probablemente, la minifundización se deba a la dificultad de acceso a la tierra productiva, y esta búsqueda de tierra productiva es la que presionaría a la población rural a transformar los ecosistemas nativos en áreas de producción agropecuaria, desencadenando la competencia territorial entre los ecosistemas nativos y la producción agropecuaria.

Si tomamos nuevamente la definición del Sumak Kawsay de Ramírez (2010) "*la consecución del florecimiento de todos y todas en paz y armonía con la naturaleza, y la prolongación indefinida de las culturas humanas*", se hace evidente que la organización territorial del cantón Cuenca, y su metabolismo social del agua, son incompatibles con este paradigma.

Capítulo 7: CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo fue "*estudiar los procesos de apropiación humana del agua en el cantón Cuenca, Ecuador, y sus relaciones con la estructuración del territorio*". Se escogió al Ecuador por haber adoptado el paradigma del *Sumak Kawsay* como política de estado, y por los profundos cambios institucionales que se están produciendo en este país, esperando que este trabajo sea un grano de arena más en el camino hacia la sustentabilidad ecológica. Adicionalmente, la calidad de la información disponible también fue un factor importante para la decisión. En ese contexto, la ciudad de Cuenca, es un referente dentro del país, e incluso a nivel internacional, debido a su gestión del agua y también a sus esfuerzos en la conservación de la biodiversidad. Por lo que se consideró que era un caso de estudio ideal. El trabajo se realizó tanto a nivel físico, como a nivel perceptual.

7.1. CONCLUSIONES METODOLÓGICAS

Este trabajo combinó dos tipos de metodologías, una que permitiera estudiar la subjetividad humana, y otra que estudiara el sistema socio-ecológico de forma física y multiescalar.

La metodología usada para estudiar la subjetividad humana fue el método Q. Este método, como cualquier otro método, tiene ventajas y desventajas. Tal vez, entre sus fortalezas más importantes esté el hecho que permite evidenciar las contradicciones inherentes al pensamiento humano. Lo hace ya que las reflexiones y los detalles sobre los temas indagados, son planteados por las personas entrevistadas, pues de ellas surgen los alegatos (*statements*) con los que trabaja. Este sencillo detalle, que podría parecer superficial, es trascendente, ya que evidencia sutilezas y percepciones que muy probablemente pueden no ser consideradas por la quien realiza la investigación. Su fortaleza fundamental es, sin embargo, el hecho que compara y contrasta el pensamiento de personas de forma integral, y no de respuestas a preguntas específicas. Este proceso es el que le permite, a través de los diferentes análisis matemáticos que utiliza, correlacionar a las personas en factores, que son traducidos en discursos sociales específicos. Esto último es profundamente diferente a contrastar preguntas, como sucede en una encuesta.

Una de sus fortalezas a nivel operativo, irónicamente, es percibida como una debilidad. Esta fortaleza consiste en que el método Q requiere entrevistar a una cantidad de personas aparentemente baja. Al ser los alegatos el universo de datos, el tamaño de muestra debe estar relacionado con dichos alegatos, y no con las personas, por lo que la cantidad de gente que se

necesita para ser entrevistada generalmente es pequeña, y puede ser manejada por una sola persona. Sin embargo, esta ventaja puede ser percibida como una debilidad, ya que es común confundir el universo de datos, es decir, que se asume que dicho universo está formado por personas, y no por alegatos. Si se produce dicha confusión, evidentemente la muestra tomada debería estar formada por personas, y en ese caso el tamaño de muestra fijado parecería insuficiente.

Las debilidades de Q no necesariamente están relacionadas con el tamaño de muestra. Consideramos que estas debilidades están más relacionadas con el diseño de la investigación y con el análisis de datos:

8. El primer problema con el que uno se encuentra al aplicar este método, es que no está claro cómo definir cuánta gente entrevistar para obtener el concurso inicial de alegatos, así como, cuantas clasificaciones Q se requieren. Es decir, que no se pudo encontrar un método claro para calcular cuál es el tamaño de muestra de alegatos, y tampoco para calcular la cantidad mínima de clasificaciones Q para que los resultados sean representativos.
9. El segundo problema, en cambio, se refiere a la selección de quienes deben ser entrevistados, y de quienes deben realizar la clasificación Q. Esto depende directamente de la discrecionalidad de quien investiga.
10. El tercer problema, más que un problema, es un error común. Para poder aplicar cualquiera de los dos análisis factoriales con los que trabaja Q, es decir, el análisis de componentes principales (PCA) o el análisis de centroides, se requiere inducir una distribución normal de los datos en las clasificaciones Q. De lo contrario, ya que no todas las clasificaciones Q poseen una distribución normal de los datos, solamente se puede aplicar el análisis de centroides, debido a que el PCA es una prueba estadística propia de la estadística paramétrica. Es un error común aplicar un PCA a datos que no responden a una distribución paramétrica.
11. Finalmente, la última debilidad, se refiere a la estructuración de la narrativa de los discursos. Para hacerlo, se requiere mucha rigurosidad, y seguir estrictamente las entrevistas realizadas, tanto para la obtención del concurso inicial de alegatos, como durante la realización de las clasificaciones Q. Se debe recordar que es el análisis estadístico del método Q el que define los factores, y por tanto, los discursos, lo que elimina drásticamente la incidencia de quien investiga. Sin embargo, si la investigadora o investigador no se ciñe a las entrevistas, la narrativa que construya

puede contaminarse de manera importante con sus percepciones. Esta contaminación es inevitable, sin embargo, se puede reducir de manera importante su incidencia.

El problema del tamaño de muestra, podría ser resuelto aplicando un método propio de la ecología de poblaciones. En esta rama de la ecología, raramente se conoce el tamaño de la población que se está investigando, por lo que es muy difícil definir el tamaño de muestra. Para enfrentar este problema, se utiliza el método de captura y recaptura. Dicha metodología consiste en capturar a los individuos, marcarlos y liberarlos, y se considera que se ha alcanzado un tamaño de muestra representativo, cuando la tasa de recapturas supera un límite previamente definido. Traduciendo esto al método Q, se podría realizar entrevistas hasta que la tasa de alegatos repetidos alcance unos límites previamente establecidos.

En el caso particular de este trabajo, las debilidades identificadas no fueron un problema, porque por un lado, en las entrevistas se evidenció una alta repetición de alegatos, lo que indica que el tamaño de muestra fue lo suficientemente grande con relación al universo de alegatos. Y por otro lado, debido a los objetivos del trabajo, para la realización de las clasificaciones Q se trabajó exclusivamente con las instituciones relacionadas con el territorio, escogidas de acuerdo a la Constitución del Ecuador, y a los actores clave con los que trabaja la municipalidad de Cuenca. Esto permitió cubrir a la mayor parte de ellas, excediendo los tamaños de muestra calculados por cualquier método que pueda ser aplicado. Adicionalmente, el método estadístico usado fue el análisis de centroides, y se siguió estrictamente las entrevistas para la estructuración de las narrativas.

La aplicación en este trabajo del método Q fue fundamental para poder entender cómo se problematizan los fenómenos socio-ecológicos, y consecuentemente cómo se gestionan, por parte de las instituciones públicas responsables.

El Análisis Multiescalar del Metabolismo Social y Ecológico (MuSIASEM), en cambio, es un método que estudia de manera física los flujos de materiales, energía o agua que van del sistema ecológico al sistema socio-ecológico, y cómo se distribuyen dentro de este último. El MuSIASEM es un método extremadamente potente y robusto, y permite evaluar, entre muchas cosas la sustentabilidad de un sistema. Su principal característica es que contextualiza al sistema en estudio en una jerarquía determinada, permitiendo contrastar a los sistemas que lo contienen, con los diferentes subsistemas que lo conforman. El MuSIASEM, por otro lado, es un método muy adaptable, pues se puede subir en la jerarquía tanto como sea necesario, así como también, descender en ella. Esto significa que realmente permite evidenciar cómo se comporta

el metabolismo de una sociedad, así cómo, cuáles son los procesos que determinan su sustentabilidad o insustentabilidad. Un elemento relevante a destacar, es que el estudio de los niveles superiores de la jerarquía requiere trabajar con datos absolutos a nivel físico, por lo que se trabaja con el universo completo de datos (y no con muestras), lo que le da a este método una fortaleza y una rigurosidad muy importantes. El MuSIASEM requiere de muestreo solamente cuando se analiza el metabolismo a nivel hogares. Este método, por otro lado, permite también hacer análisis multitemporales, con lo que se pueden identificar tendencias, fundamentales para la producción de políticas. Este método permite explotar gran parte del potencial que la información cruda tenga.

El MuSIASEM, por su robustez y flexibilidad, tiene un potencial enorme como herramienta de apoyo a la producción de políticas públicas, y también como apoyo a otras disciplinas como la biología de la conservación, o la ecología política.

La desventaja fundamental del MuSIASEM se refiere a la disponibilidad y a la calidad de la información con la que se trabaja. Independientemente de si la información es pública o privada, ésta no siempre es levantada, sistematizada y organizada adecuadamente, o simplemente no se levanta. Por otro lado, existe mucha información que puede ser considerada como sensible o estratégica, nuevamente tanto a nivel público como privado, lo que hace que acceder a ella sea muy difícil o imposible. Por ejemplo, la extracción y producción de agua potable es muy sensible para una empresa privada, mientras que es una obligación transparentarla para una empresa pública.

En el caso de te trabajo, los resultados de la aplicación de un enfoque sistémico y multiescalar han revelado interacciones y procesos, que son difícilmente evidenciados al hacer estudios de forma fraccionada. De esta manera, la aplicación del MuSIASEM ha sido fundamental para poder construir una imagen del metabolismo del agua de Cuenca, y su problemática socio-ecológica.

Finalmente, la combinación de los dos métodos, el método Q y el MuSIASEM, ha permitido contrastar entre un realidad percibida y una realidad física. Este contraste ha sido fundamental para evidenciar parte de los procesos que permiten explicar la estructuración del uso del suelo en un territorio, en este caso, el territorio del cantón Cuenca.

7.2. CONCLUSIONES SOBRE LOS RESULTADOS

7.2.1. *La apropiación humana del agua en el cantón Cuenca*

La ciudad de Cuenca, se asienta en la vertiente amazónica del territorio del cantón Cuenca, que es donde vive el 95% de su población. En esta vertiente y dentro del territorio de este cantón, existen siete subcuencas, sin embargo, la ciudad toma agua de tres de esos ríos: el Tomebamba, el Yanuncay y el Machángara. Lamentablemente, no se consiguió información sobre los caudales de dos de las siete subcuencas: las de los ríos Jadán y Sidcay.

A nivel global, se encontró que el cantón Cuenca usa menos agua de la que está disponible. La demanda de agua equivale al 53,5% del caudal disponible, quedando libre un caudal superior al caudal ecológico (33% del caudal medio). Sin embargo, al estudiar cada subcuenca de forma independiente, la historia cambia drásticamente, pues existen evidencias de que los ríos Tomebamba, Yanuncay, Machángara, Tarqui, estarían sometidos frecuentemente a situaciones de estrés ecológico severo, e indicios de que también lo estarían los ríos Sidcay y Jadán. Esto demuestra que es fundamental, y tal vez indispensable, que la problemática socio-ecológica sea estudiada con un enfoque sistémico y multiescala, es decir, que se analicen y comparen varios niveles del sistema al mismo tiempo.

Todos los ríos poseen un ciclo anual similar. Comienzan el año en enero con caudales bajos; dichos caudales se comienzan a recuperar en febrero, para alcanzar sus máximos en abril, mayo y junio. En julio comienzan a caer; los meses de caudales más bajos son agosto, septiembre y octubre. En octubre se comienzan a recuperar, pero vuelven a caer en diciembre y enero. Los meses de estrés ecológico serían julio, agosto, septiembre, octubre, diciembre y enero.

De manera general, los años de estrés ecológico severo fueron 1998, 2003, 2005 y 2009. La caída de caudales del 2009 fue tan seria, que el país entero sufrió cortes de electricidad, debido a la falta de agua en la represa de Paute Molino (El Universo, 11/01/2009; El Comercio, 11/06/2009, 20/11/2009, 22/11/2009).

A pesar del ciclo ecológico de los ríos, la escases de agua no es natural, es un fenómeno socialmente construido. Los caudales de los ríos Tomebamba, Machángara y Tarqui se encuentran sobreconcesionados, especialmente el último. Esto significa que se ha autorizado el uso de más agua que la que físicamente disponen estos ríos, lo que causaría las drásticas caídas de sus caudales en los períodos que ecológicamente se corresponden con caudales bajos, y teniendo impacto a nivel local y nacional. Los ríos Yanuncay y Cuenca, no se encuentran

sobreconcesionados, adicionalmente sus caudales mínimos generalmente son más altos o muy cercanos a los caudales ambientales.

A nivel anual, las concesiones de agua de los ríos Tomebamba y Machángara, no permitirían que circule el caudal ecológico (33% del caudal medio). El río Tarqui, por otro lado, está altamente sobreconcesionado, pues las concesiones dejarían libre solamente un 9% de su caudal, es decir, un valor muy inferior a los caudales ambientales y a los caudales ecológicos.

A nivel mensual la perspectiva es más grave, pues los ríos Tomebamba, Machángara y Tarqui estarían sometidos a estrés ecológico la mayor parte del año. Estos ríos están sobreconcesionados, lo que necesariamente se traduce en estrés ecológico muy severo. El río Tomebamba se encuentra sobreconcesionado en los meses enero, agosto, septiembre y octubre; el río Machángara durante el mes de octubre; y el río Tarqui durante los meses de enero, febrero, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, es decir, en ocho de 12 meses. Adicionalmente, los caudales concesionados impedirían la circulación de un caudal ambiental (15,44% del caudal medio), también en varios meses del año. En el caso del río Tomebamba esto se produce durante los meses de noviembre y diciembre; en el río Machángara durante los meses de enero, septiembre y noviembre; y en el río Tarqui, esto no sucedería. Finalmente, los caudales concesionados evitarían la circulación de un caudal ecológico durante los meses de febrero y julio en el río Tomebamba; febrero, marzo, agosto y diciembre, en el río Machángara; marzo y junio, en el río Tarqui.

En este contexto, el río Tomebamba estaría sometido a un estrés ecológico muy severo durante cuatro meses al año, el río Machángara durante un mes al año, y el río Tarqui durante ocho meses al año. Adicionalmente, se generarían situaciones de estrés ecológico severo (es decir, que no circularía el caudal ambiental), durante dos meses en el río Tomebamba, tres meses en el río Machángara, y no sucedería en el río Tarqui. Finalmente, se presentaría situaciones de estrés ecológico (es decir, caudales inferiores al caudal ecológico), durante dos meses al año, en el caso del río Tomebamba; cuatro meses, en el caso del río Machángara; y dos meses en el caso del río Tarqui. De esta manera, estos ríos sufrirían algún nivel de estrés ecológico durante la mayor parte del año: ocho meses los ríos Tomebamba y Machángara, y 10 meses el río Tarqui.

Esta dinámica de los caudales no se ha traducido en limitaciones en el acceso al agua en las zonas urbanas de la ciudad de Cuenca, la razón más probable es que las tomas de extracción de agua para las tres plantas de potabilización se encuentran en la zona media-alta de las subcuencas de los ríos Tomebamba, Machángara y Yanuncay respectivamente. Al ser ríos de

altura, estas zonas no son las más aptas para las actividades agropecuarias, por lo que la mayor parte de las concesiones se encontrarían río abajo de dichas tomas. Por otro lado, esto haría suponer que no existe un conflicto evidente entre el agua potable y el agua para la producción agropecuaria. De esta manera, existe una aparente alta disponibilidad de agua en la zona urbana, lo que es sin duda una determinante fundamental para sus altos consumos de agua.

De esta manera, el río Tomebamba estaría fundamentalmente dedicado a la dotación de agua para los hogares (74% del caudal extraído), la industria (39,2% del caudal extraído) y la agricultura (19,2% del caudal extraído). Las principales presiones sobre el río Yanuncay son la extracción para la industria (14% del caudal extraído), seguido por los hogares (12,6% del caudal extraído) y la producción agropecuaria (9,7% del caudal extraído). El río Machángara, por otro lado, se dedica a la dotación de agua para los hogares (8,5% del caudal extraído, más el caudal tomado por la planta de Tixán), a la industria (45,7% del caudal extraído), y la producción agropecuaria (30,1% del caudal extraído). El río Tarqui se dedica fundamentalmente a la agricultura y ganadería (36,2% del caudal extraído) y parcialmente para el abastecimiento de agua a los hogares (7,5% del caudal extraído). La situación de este último río podría agravarse, pues se está construyendo un parque industrial en su subcuenca. El río Cuenca no presentaría problemas.

El agua extraída para la potabilización y el consumo urbano representa el 25,2% de los caudales extraídos, es decir, la cuarta parte del total de agua apropiada por la sociedad. La Empresa Pública Municipal de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado de Cuenca (ETAPA) ha dado muestras de una buena gestión, pues por ejemplo, ha satisfecho el aumento del consumo reduciendo los Índices de Agua no Facturada (IANC), y con poco incremento de la extracción de agua. El incremento del consumo no está solamente relacionado con el crecimiento de la población, sino también con el aumento del consumo por habitante, y por conexión de agua, para el caso de las actividades económicas y de servicios.

Con el objetivo de poder comparar los datos, los consumos de la población fueron medidos en litros por habitante y por día (lpd), mientras que los consumos de los establecimientos fueron medidos para cada conexión: una conexión es igual a un local. De esta manera, el 82% del agua potabilizada se destina al uso en los hogares, respetando lo que manda la Constitución del Ecuador, es decir, priorizando el consumo humano. Sin embargo, el consumo en los hogares es extremadamente alto, pues los consumos por habitante (194,2 lpd), están muy por encima de los consumos recomendados (120 lpd). El 18% del agua potable restante es consumida por el sector comercial (8,9%), la construcción (0,5%), la industria (2,4%), los servicios privados (3,8%), por

los órganos de gobierno y servicios públicos nacionales y provinciales (2,1%), y por los órganos de gobierno y servicios municipales (0,2%).

Es muy interesante notar, que ha habido una reducción notoria en los consumos por conexión del comercio, de los servicios privados, y de los servicios municipales; esto se puede traducir como un aumento en la eficiencia, o como una reducción del desperdicio. Se ha encontrado un leve aumento en el consumo de los órganos de gobierno y servicios públicos, dependientes de los gobiernos central y provincial. Esto probablemente se deba al crecimiento del aparato estatal, y a la mayor inversión en la salud y educación públicas. A pesar de que el consumo industrial de agua potable tiene una baja incidencia sobre el consumo global, es muy importante señalar que su consumo por conexión ha aumentado. Este hecho es relevante debido a que el consumo industrial global de agua en el cantón Cuenca (que abarca al consumo industrial de agua potable), es superior al consumo de agua de los hogares urbanos y de los hogares rurales.

Los altos consumos de agua de Cuenca, podrían estar ligados tanto a la aparente alta disponibilidad de agua en las zonas urbanas, como a la baja densidad poblacional. Sin embargo, se debe destacar que las políticas municipales para la reducción del consumo de agua aplicadas sobre los sectores de servicios privados y municipales, así como, sobre los sectores comercial y de la construcción, han sido altamente efectivas.

Al alejar un poco la mirada del agua potable, para poder una visión global del metabolismo del agua de Cuenca, aparecen nuevos matices en la fotografía. De esta manera, al estudiar en su globalidad a la vertiente amazónica del territorio de este cantón, se hace evidente que la agricultura y ganadería es la actividad que más agua consume (59,4% del consumo total): el 48,6% se destina a la agricultura de no remunerada, y el 10,8% a la agricultura remunerada. La industria consume un 15,2% del consumo total, los hogares rurales un 12,5% y los hogares urbanos 8,4%.

Para poder profundizar en el metabolismo social del agua, los consumos absolutos no son suficientes. Por esta razón, las tasas metabólicas de cada sector, expresadas en litros por hora de actividad humana, revelan procesos muy importantes (Tabla 5.15). Un valor mayor, muestra un consumo mayor de agua, y una eficiencia más baja. Para tener un parámetro de referencia, se ha comparado los valores obtenidos para Cuenca, con los valores preliminares obtenidos para España y Lima (Perú) (Madrid *et al.*, 2013b). Las tasa metabólicas de Cuenca, siempre son notoriamente más altas. El nivel n de Cuenca es de 67,5 l/h, mientras que el de España es 0,06

l/h y el de Lima 5,6 l/h. En el nivel $n-1$ la tendencia se mantiene. El valor del trabajo remunerado de Cuenca es de 301 l/h, mientras que el de España es de 0,68 l/h y el de Lima 12,09 l/h. Al detallar más los valores, y saltando directamente al nivel $n-3$ de Cuenca, es muy interesante notar que la tasa metabólica de la agricultura no remunerada (233,2 l/h), es más de cuatro veces inferior a la de la agricultura remunerada (982,1 l/h). La tasa metabólica de la industria es de 848,9 l/h. Comparando estos datos con los de España y Perú, se encuentra que son valores excesivamente altos. Así por ejemplo, las tasas metabólicas de España para la agricultura y la industria son de 0,8 l/h y de 9,71 l/h respectivamente, mientras que la tasa de la ciudad de Lima para la industria es de 19,3 l/h. Las tasa metabólicas de los otros sectores remunerados también son altas, aunque no de forma tan llamativa como la industria y la agricultura. Así, la tasa del sector de servicios de Cuenca es de 31,7 l/h, siendo 0,008 l/h para España y 6,9 l/h para Lima. Mientras que, la tasa del sector servicios públicos y órganos de gobierno de Cuenca es de 31,7 l/h, y la de Lima es de 28,6 l/h; no se tiene este valor para España. Es claro que el sector del trabajo remunerado de Cuenca es altamente ineficiente en su consumo de agua, lo que se podría traducir en desperdicios de agua significativos. Los valores del Valor Añadido Bruto por cada metro cúbico de agua refuerzan esta conclusión: 81,4 US\$/m³ para la industria a nivel global, 7,3 US\$/m³ sin tener en cuenta a la industria de cables, y 0,1 US\$/m³ para la agricultura remunerada. Estos valores muestran una ineficiencia muy alta, los datos de la industria están maquillados por el valor de la industria de cables, que representa cerca del 91% del VAB de Cuenca, sin ella sus resultados son preocupantes.

Los hogares representan aproximadamente una quinta parte del consumo global de agua del cantón Cuenca. Sin embargo, sus consumos también son excesivos. Los hogares urbanos tienen una tasa metabólica de 8,6 l/h y un consumo de 207,1 lpd, mientras que los hogares rurales alcanzan una tasa metabólica de 24,6 l/h y un consumo de 589,8 lpd. La tasa metabólica de los hogares españoles es de 0,006 l/h, mientras que la de los hogares limeños es de 4,71 l/h.

De esta manera, el metabolismo del agua de la sociedad cuencana, tiene una clara tendencia hacia la insustentabilidad. Tanto los usos industrial, como agropecuario, son altamente ineficientes. Esto último, ya sea haciendo un análisis con una lógica exclusivamente económico monetaria, o ya sea desde una lógica metabólica. Es urgente el diseño y la implementación de políticas que reviertan esta situación.

El consumo de agua de los hogares, tanto a nivel urbano, como a nivel rural, por otro lado, incide de forma determinante en la insustentabilidad de la apropiación del agua de Cuenca. Sus

consumos, nivel de volúmenes por persona y por día, y a nivel de tasas metabólicas, son excesivamente altos. Por lo que, es fundamental desarrollar políticas que garanticen el agua vida y el agua ciudadanía, sin amenazar el metabolismo ecológico.

7.2.2. El territorio, el agua y las percepciones la naturaleza, el territorio, el paisaje, la biodiversidad, lo urbano, lo rural y sus relaciones

Las percepciones sobre la naturaleza, el territorio, el paisaje, la biodiversidad, lo urbano, lo rural y sus relaciones, revelaron la forma en la que estos elementos son problematizados, a través de los discursos sociales presentes en las instituciones relacionadas directa e indirectamente con la gestión del territorio. Dichos discursos, de acuerdo a Hajer (1995), son indispensables para entender los fundamentos de las políticas públicas, y cómo han problematizado los fenómenos que éstas pretenden enfrentar.

En ese contexto, se identificaron cuatro discursos, a los que se les dio un nombre simplemente para poder reconocerlos: conservacionista, tecnocrático, desarrollista y sistémico. Se encontró que ninguno de ellos es compatible con el Sumak Kawsay, por lo que tampoco lo serán las políticas públicas relacionadas con el territorio, el paisaje, la biodiversidad, lo urbano, lo rural y sus relaciones. Contrariamente al Sumak Kawsay, los cuatro discursos se sostienen en una dicotomía entre la sociedad y la naturaleza. Por otro lado, su percepción de naturaleza se enmarca en la idea de la naturaleza metropolitana, es decir, la naturaleza como un espacio para el ocio y la contemplación, y no como una sistema del que depende la humanidad, y que contiene al sistema social. Sin embargo, en estos discursos la naturaleza no es solamente un lugar de ocio, es también una fuente de crisis.

Los discursos conservacionista y tecnocrático, son dos formas distintas de expresión de la *modernización ecológica*. Mientras que el discurso conservacionista se sostiene en la necesidad de tutelar y proteger a la naturaleza de su enemigo principal, la humanidad, el discurso tecnocrático, busca garantizar esa conservación a través de la ciencia, la tecnología y las instituciones. El discurso sistémico se podría interpretar como una evolución de estos dos discursos, pero sin embargo, no termina de separarse de la idea de la modernización ecológica. En estos tres discursos la naturaleza es una entidad que se debe tutelar, pero también es una fuente de crisis, es decir, una amenaza que hay que controlar y domesticar. Sin embargo, el discurso sistémico muestra que Cuenca se ha estado preguntando sobre sus relaciones socio-ecológicas, y que una problematización sistémica y compleja es posible. El discurso desarrollista, en cambio, no es nada más que una clara expresión local, del discurso del

desarrollo de la economía neoclásica moderna, una forma del llamado *neoliberalismo criollo* (SENPLADES, 2007).

Como sostiene Heynen (2003), explorar las diferentes nociones de naturaleza es fundamental para entender los procesos económicos, políticos y culturales que gobiernan la metabolización humana del sistema ecológico. Es claro que el Sumak Kawsay implica una drástica transformación de estos procesos, y por tanto, de la concepción de la naturaleza. Sin embargo, este paradigma no ha penetrado en la institucionalidad cuencana, que es la que debería aplicarlo (y muy probablemente en la sociedad mestiza ecuatoriana), y en la organización de su administración pública. Consecuentemente, el Sumak Kawsay no es el origen, y no ha producido las políticas que regulan a la sociedad cuencana, y tampoco el aparataje institucional que éstas requieren.

La gestación del Sumak Kawsay en Cuenca, por tanto, es posible, pero para que germine este paradigma debe ser discutido profundamente en cada una de las esferas de la sociedad cuencana, a través de un verdadero diálogo intercultural y de saberes.

Los discursos encontrados ayudan a entender cómo se ha organizado el territorio del cantón Cuenca, de tal manera que permita garantizar el metabolismo social del agua a nivel urbano, e incluso el abastecimiento de agua a las represas hidroeléctricas del río Paute, que ahora son indispensables para el Ecuador. Es claro que a nivel de gestión, la municipalidad de Cuenca ha intervenido en las subcuencas que abastecen de agua a la ciudad, es decir, las de los ríos Tomebamba, Yanuncay y Machángara. En ellas, las decisiones sobre el uso del suelo se han tomado ejerciendo un tutelaje de lo urbano sobre lo rural y sobre la naturaleza. Sin embargo, también se hace evidente la idea del ser humano como enemigo de la naturaleza, lo que ha legitimado la apropiación urbana del metabolismo rural, la que se ha expresado a través de política y normas que establecen serias restricciones en las actividades productivas de la población rural en estas subcuencas. En las entrevistas realizadas, todas las personas entrevistadas le dieron una importancia muy grande a la conservación de la naturaleza. Esto se ha expresado en las áreas protegidas y en las iniciativas de conservación de los ecosistemas nativos, las que se concentran en las tres subcuencas proveedoras de agua. Irónicamente, los discursos conservacionista y tecnocrático dejan de tener relevancia, y la idea de la conservación se cae a pedazos, en las subcuencas donde la ciudad de Cuenca no tiene intereses de agua, o donde los terratenientes tienen propiedades y haciendas, como la subcuenca del río Tarqui, en este caos, claramente quien está detrás de las decisiones sobre la organización territorial es el discurso desarrollista.

De esta manera, los discursos conservacionista y tecnocrático, no son solamente una expresión del discurso de la *modernización ecológica*, sino que se han consolidado como formas de *eco-gobernamentalidad*, que permiten que lo urbano controle y domine a lo rural usando a la conservación de la biodiversidad como excusa.

7.2.3. *La apropiación del agua y el territorio*

Las siete subcuencas que se encuentran en la vertiente oriental del territorio del cantón Cuenca, pueden ser organizadas en dos grupos: las que proveen de agua a la ciudad, y las que no. Sin embargo, en todas se hace evidente un conflicto entre las actividades productivas, los procesos de urbanización y la existencia de los bosques nativos andinos. El metabolismo social del agua requiere de la existencia de ecosistemas nativos, pues el ciclo del agua depende directamente del metabolismo ecológico. Sin embargo, la demanda de suelo para tanto para diferentes actividades productivas, como para la urbanización, amenaza la existencia de estos ecosistemas. Irónicamente, estas actividades, y el metabolismo social, dependen directamente del metabolismo ecológico para sus existencia.

Los ríos Tomebamba, Yanuncay y Machángara se dedican fundamentalmente a la dotación de agua para la ciudad de Cuenca, aunque también en un grado más bajo, para la agricultura y la industria. En estos tres ríos se evidencia una suerte de proceso de eco-gobernamentalidad (Goldman, 2005; Himley, 2009; Ward, 2013), donde se ha priorizado el metabolismo urbano, tanto de Cuenca (a nivel agua), como del Ecuador (a nivel energético), sobre el metabolismo rural. Las tres subcuencas han sido intervenidas, tanto territorialmente, como institucionalmente, para garantizar la conservación de sus ecosistemas nativos. De esta manera, en ellas se ha priorizado la conservación, sobre el metabolismo de su población rural.

Aunque el conflicto parecería más débil en el río Yanuncay, en las tres subcuencas se revela un conflicto entre la conservación de los ecosistemas nativos y la producción agropecuaria. El sobre-concesionamiento de sus caudales, por otro lado, generaría y profundizaría conflictos entre los usos agrícolas, en los hogares e industriales. Las tres subcuencas presentan una competencia directa entre la producción agrícola y al dotación de agua potable para la ciudad. El conflicto se expresa por dos vías: una vía territorial y una vía de uso de agua. Territorialmente se produce un conflicto de uso, pues la ciudad impone medidas de conservación para garantizar el metabolismo ecológico y, de esa manera, garantizar la dotación de agua; estas medidas afectan a la población rural que no puede garantizar su propio metabolismo al ver restringida sus posibilidades de producción. La segunda vía, también se

produce entre la ciudad y la población rural, pero es directamente por el uso del agua, pues se prioriza el uso para el consumo humano, sobre el uso para la producción agrícola. Adicionalmente, las concesiones industriales se concentran en las subcuencas de los ríos Tomebamba (38,5% del agua usada por la industria), Yanuncay (14,1% del agua usada por la industria) y Machángara (46,4% del agua usada por la industria). De esta manera es claro también que existe una fuerte competencia entre el agua para los hogares, el agua para la agricultura, y el agua para la industria.

El segundo grupo está formado por los ríos Tarqui, Sidcay, Jadán y Cuenca. Estos ríos no proveen de agua a la ciudad de Cuenca, por lo que en ese contexto, no tienen importancia para la zona urbana. Esto se refleja en que el territorio de sus subcuencas no ha sido intervenido ni territorial, ni institucionalmente, para garantizar la conservación de los ecosistemas nativos.

En la subcuenca del río Tarqui se encuentra un porcentaje importante de ecosistemas nativos, los que compiten territorialmente con la ganadería, las plantaciones forestales de especies exóticas, y la agricultura. A nivel uso de agua, existe una competencia muy fuerte entre el uso para la ganadería y el uso para la agricultura, y adicionalmente, de estas dos con el uso para los hogares. Es fundamental tener claro que el río Tarqui está sobreconcesionado, por lo que esta competencia muy probablemente se traduzca en conflictos serios.

Los ríos Jadán y Sidcay, en cambio, prácticamente no poseen ecosistemas nativos. La actividad agropecuaria simplemente los ha erradicado. Es claro que su salud ecológica está en riesgo, puesto que el sistema ecológico que los mantiene ha sido seriamente afectado. Aunque no se conoce los caudales de estos ríos, por lo que no se puede saber si han sido sobreconcesionados, la evidencia de las otras subcuencas muestra que muy probablemente si lo han sido. Seguramente en la zona existen serios conflictos por el acceso al agua.

Finalmente, el río Cuenca por su caudal no presenta competencia entre los diferentes usos del agua. Por otro lado, es la zona natural de expansión urbana de Cuenca, por lo los conflictos podrían presentarse a nivel territorial entre los usos agropecuarios y urbanísticos.

7.2.4. La apropiación del agua y el Sumak Kawsay

Ramírez (2010) ha definido al Sumak Kawsay como *"la consecución del florecimiento de todos y todas en paz y armonía con la naturaleza, y la prolongación indefinida de las culturas humanas"*. Mientras que, Larrea Maldonado (2010) sostiene que el Sumak Kawsay ya no se refiere al crecimiento económico o al progreso, que este paradigma se refiere a las relaciones entre los

seres humanos, de los seres humanos con la naturaleza, se refiere a la vida comunitaria, a los ancestros, al pasado y al futuro, todo a la vez. En ese contexto, se hace evidente que la organización territorial del cantón Cuenca, y su metabolismo social del agua, son incompatibles con este paradigma.

Tanto el metabolismo social del agua, como la organización del territorio del cantón Cuenca, contrastan de manera muy fuerte con el paradigma del Sumak Kawsay. Pues, las dinámicas de apropiación humana del agua, y sus relaciones con el territorio, parecerían ir en contra de la idea del *Randi-Randi* (la reciprocidad y la redistribución), así como, serían opuestas a la consecución de una vida digna y en armonía entre los seres humanos. Esto es claro cuando se prioriza el bienestar de la población urbana, afectando seriamente al metabolismo social de la población rural. Esta apropiación urbana del metabolismo rural que se produce sobre todo en las subcuencas de los ríos Tomebamba, Yanuncay y Machángara, genera a su vez una competencia directa entre la población rural y el sistema ecológico, sobre todo los bosques andinos. Por otro lado, el Sumak Kawsay se sostiene en la armonía entre las personas y la *Pachamama*. Esta competencia generada por las estructuras de poder de la sociedad cuencana, produce un enfrentamiento entre la población rural y la *Pachamama*. La armonía entre la *Pachamama* y la sociedad no es posible si la conservación implica menoscabar la calidad de vida de la gente.

Por otro lado, la dinámica de los ríos de los que Cuenca no se abastece de agua, parecería ser la contraria. En estas subcuencas se ha sacrificado la sustentabilidad ecológica para la producción ganadera y agrícola. Cuidar y mantener a la *Pachamama* es indispensable en el contexto del Sumak Kawsay, pues no se puede saber ser (*Runakay*) sin ella. El Sumak Kawsay no se sostiene en el tener, sino en el ser, estar, sentir y hacer.

El Sumak Kawsay tiene profundas implicaciones políticas, pues es impensable sin libertad, equidad, igualdad, justicia social (distributiva y productiva) y justicia ambiental. Por eso es fundamental repensar y reconceptualizar las políticas que gobiernan la organización del territorio de Cuenca, y el acceso al agua.

Tanto, la competencia a nivel territorial entre la población rural y la población urbana, así como la competencia por el acceso al agua, deben ser estudiadas mayor profundidad, para poder proponer políticas que enfrenten esta problemática en el contexto del Sumak Kawsay. Los diagnósticos realizados por SENPLADES en 2009 y 2013, muestran que en el Ecuador la inequidad en la distribución de la tierra es muy alta, sin embargo, el área de Cuenca se

caracteriza por una profunda minifundización, aunque en la subcuenca del río Tarqui existan grandes Latifundios. Muy probablemente, la minifundización se deba a la dificultad de acceso a la tierra productiva, y esta búsqueda de tierra productiva es la que presionaría a la población rural a transformar los ecosistemas nativos en áreas de producción agropecuaria, desencadenando la competencia territorial entre los ecosistemas nativos y la producción agropecuaria.

7.3. RECOMENDACIONES DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Es claro que en Cuenca no se ha interiorizado como sociedad al paradigma del Sumak Kawsay, por eso es fundamental que se inicie un proceso de debate social, profundo e intercultural, sobre este tema. Sería muy importante que esto se llevada como un proceso de investigación-acción.

La Constitución del Ecuador (2008), en su artículo 262 define que los Gobiernos Regionales tienen la competencia exclusiva para la conformación de los consejos de cuencas hidrográficas. Al no existir todavía estos gobiernos, aplicando el principio de subsidiaridad, esta competencia se traslada al estado central. La cuenca del río Paute tenía un consejo para su gestión (CGPaute), sin embargo, esta institución es eliminada y absorbida por la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) en el año 2012.

De acuerdo a la nueva Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, en vigencia desde el 6 de agosto de 2014, los Consejos de Cuenca están liderados por la autoridad única del agua, actualmente SENAGUA, y están conformados tanto por representantes de las asociaciones de usuarios, como por representantes de los gobiernos autónomos descentralizados. Sin embargo esto últimos pueden actuar solamente en el ámbito de su jurisdicción (artículos 25 y 26).

Dada la desaparición de CGPaute, y la nueva normativa vigente, la situación de los ríos que atraviesan el cantón Cuenca, hace que sea urgente conformar un nuevo consejo de cuenca para el río Paute. La misma Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, en sus artículos 28 a 30, regula lo que denomina como planificación hídrica. De esta manera, dicha ley define que se debe elaborar tanto un Plan Nacional de Recursos Hídricos, como distintos Planes de Gestión Integral de Recursos Hídricos por cuenca Hidrográfica. Dichos planes deben ser elaborados por la autoridad única del agua. El Plan Nacional de Recursos Hídricos debe ser puesto a consideración del Consejo Intercultural y Plurinacional del Agua; mientras que los Planes de Gestión Integral de Recursos Hídricos deben ser puestos a

consideración del respectivo consejo de cuenca. De esta manera, es fundamental que la cuenca del río Paute cuente con su Plan de Gestión Integral para sus Recursos Hídricos.

Como fue discutido en la sección [3.1.2](#), SENAGUA ha utilizado la clasificación jerárquica PFAFSTETTER para la demarcación de las unidades hidrográficas del Ecuador. La cuenca del río Paute, correspondería al nivel 5 de este sistema. Se considera que los consejos de cuenca en el Ecuador deben conformarse para las unidades hidrográficas de nivel 5, puesto que hacerlo para las demarcaciones de nivel 4 implicaría territorios demasiado amplios y generaría consejos inmanejables, mientras que en cambio, hacerlo con lo que serían las demarcaciones de nivel 6, generaría demasiados consejos de cuenca que muy probablemente chocarían en sus gestión.

Por otro lado, los resultados de este trabajo muestran que el monitoreo de los ríos y la gestión de las autorizaciones de uso del agua, deben darse como mínimo en las demarcaciones hídricas que corresponderían al nivel 6 de la clasificación PFAFSTETTER, como serían los ríos Tomebamba, Yanuncay, Machángara, Tarqui, Cuenca, Jadán y Sidcay.

La nueva Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, cambia la figura de las concesiones de derechos de uso y aprovechamiento del agua, por autorizaciones de uso y aprovechamiento de agua. Este trabajo, a pesar de haber encontrado que los ríos están sobreconcesionados, no hizo un análisis de la concentración en las concesiones. La primera disposición transitoria de la nueva ley, obliga a SENAGUA a revisar todas las concesiones en un plazo de un año. Esto debe ser una oportunidad para hacer una revisión exhaustiva de cada una de las ex-concesiones, para eliminar el sobreconcesionamiento de los ríos, y para redistribuir y democratizar el acceso al agua.

Los ríos Tarqui, Tomebamba, y Machángara están sobreconcesionados, lo que amenaza tanto su salud ecológica, como el metabolismo social del agua del cantón Cuenca. Es fundamental una alianza y coordinación profunda entre ETAPA y SENAGUA para producir políticas públicas que enfrenten esta problemática. Es trascendente que dichas políticas involucren a la sociedad civil, tanto rural, como urbana.

El río Tarqui es el más amenazado de los siete ríos, la presión por los usos agrícolas y próximamente por el uso industrial lo tiene sometido a un estrés ecológico severo constante, es indispensable y urgente intervenir en esta cuenca, así como establecer políticas para prevenir, controlar y reducir el desperdicio del agua.

No se conoce el estado de los ríos Sidcay y Jadán, la situación del uso de suelo en sus cuencas, y la cantidad de concesiones de agua que poseen, llevan a suponer que podrían estar en riesgo. Es fundamental iniciar su monitoreo, y de forma participativa, construir su problemática y enfrentarla.

El consumo agrícola y ganadero de agua es el más importante en el cantón Cuenca, por lo que es fundamental trabajar con quienes se dedican a estas actividades, para diseñar estrategias y políticas que se traduzcan en la reducción del consumo de agua, garantizando el acceso democrático a ella, y reduciendo el desperdicio tanto como sea posible. Es fundamental recordar que sus tasas metabólicas son exageradamente altas (982,1 l/h), lo que demuestra un alto desperdicio, y significativas ineficacias e ineficiencias en su uso y distribución.

El consumo industrial también es muy importante, de hecho es mayor que el consumo de los hogares urbanos. Por otro lado, sus tasas metabólicas también son impresionantemente altas (848,9 l/h), demostrando nuevamente desperdicio, ineficiencia e ineficacia. Las industrias en el cantón Cuenca, están agrupadas y ubicadas en zonas específicas de la ciudad, por lo que podrían construir plantas de tratamiento para las aguas de alcantarillado, y utilizar estas aguas para sus procesos productivos. De esta manera, se reduciría significativamente la presión sobre los ríos, así como la presión sobre el agua potable.

El consumo de los hogares es también significativamente alto: los hogares urbanos consumen 207,1 lpd y poseen una tasa metabólica de 8,6 l/h, mientras que los hogares rurales consumen 589,8 lpd y tienen una tasa metabólica de 24,6 l/h. Es fundamental profundizar este estudio hacia el consumo en los hogares, sin embargo, técnicos de la Empresa Pública de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado de Cuenca (ETAPA), sostienen que el alto consumo a nivel urbano se produce, entre otros factores, debido al lavado de los coches y al riego de los jardines. En el caso de los hogares rurales, se podría presumir que el agua que supuestamente es para consumo del hogar (es fundamental recordar que no necesariamente es potable), se utiliza también para el riego de la huerta familiar y para los animales. Tanto la problemática urbana, como la rural, podrían ser enfrentadas con políticas tendientes a estimular e instalar sistemas colectores de agua lluvia que sirvan para el riego de jardines, huertas y para los animales. El lavado de coches, por otro lado, se puede desestimular con tarifas progresivas y diferenciadas. Finalmente, como la evidencia lo muestra, una excelente forma de reducir el consumo de agua potable, es a través de políticas que impulsen la densificación de la ciudad. El objetivo debe ser reducir el consumo a 120 lpd.

Al reducir el consumo residencial de agua potable a 120 lpd, es decir, sin afectar los derechos ciudadanos de la población, el volumen actual total de agua potabilizada podría abastecer a una población de 880.664 personas. Esto significa que toda la población de Cuenca, tanto la urbana, como la rural, tendría acceso al agua y se tendría capacidad para dotar de agua a 375.079 personas más (la población urbana de Cuenca proyectada al 2014 es de 373.496). Por otro lado, al conseguir esta reducción en el consumo individual, el consumo residencial urbano actual podría abastecer de agua a la población urbana proyectada para el 2026.

Finalmente, la construcción de políticas para enfrentar la problemática del agua del cantón Cuenca, debe ser gestada de manera participativa y democrática. La situación actual no puede mantenerse.

7.4. CONCLUSIÓN FINAL

Es claro que la apropiación humana del agua en Cuenca, está directamente relacionada con la organización de su territorio. De hecho, parecería ser un factor determinante a la hora de la construcción de las políticas que gobiernan tanto al territorio, como al agua. A pesar de que Cuenca es una ciudad famosa por sus políticas y prácticas de conservación, tanto de la biodiversidad, como del agua, se ha encontrado que estas prácticas son incompatibles con el Sumak Kawsay. Pues, son una expresión de la modernización ecológica, y se han aplicado como herramientas de eco-gubernamentalidad que han permitido garantizar el control de lo urbano sobre lo rural.

A pesar de la aparente alta disponibilidad de agua en la vertiente amazónica del territorio del cantón Cuenca, sus ríos parecerían enfrentar serios problemas de estrés ecológico, directamente relacionados con un metabolismo social del agua excesivo e insustentable.

De esta manera, la hipótesis de este trabajo, parecería estar bastante cercana a la problematización que hemos manejado y construido: *"Las necesidades metabólicas de agua de la ciudad de Cuenca le obligan a crear áreas de conservación para garantizar su satisfacción, esto genera una forma de apropiación urbana de los metabolismos rural y ecológico"*. Sin embargo, la realidad contada por esta investigación, la excede, debido a las claras evidencias de insustentabilidad, de sobreconsumo, y muy probablemente, de inequidad en la distribución y el acceso al agua.

7.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

Este trabajo ha abierto muchas preguntas. La primera, y la más directa, es sobre el metabolismo del agua a nivel de los hogares, es fundamental para poder complementar este estudio. A más largo plazo, y continuando con el estudio del metabolismo social, seguiré investigando el metabolismo de la energía, de los alimentos, y de los materiales en Cuenca. Aunque mi intención es seguir ampliando estos estudios al resto del país. Tengo ya un contacto preliminar con la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo para el tema del agua.

Adicionalmente, me apasiona también el tema de las percepciones y de la problematización, por lo que estoy trabajando en el diseño de un programa de investigación-acción, para hacer un diagnóstico a nivel barrial de lo que la ciudadanía percibe como problemas ambientales en Cuenca. La investigación-acción tiene la ventaja que empodera y compromete a la gente.

Evidentemente, las cosas pueden cambiar, y variarán dependiendo de las circunstancias, pero mientras tanto mi intención es trabajar en estas líneas de investigación a corto y mediano plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, A. (2009). *La maldición de la abundancia*. Quito, Ecuador: Abya Yala.

——— (2011). Sólo imaginando otros mundos, se cambiará éste. Reflexiones sobre el Buen Vivir. En: Farah, Ivonne y Vasapollo Luciano (Eds.). *Vivir bien: ¿Paradigma no capitalista?* 189-208. La Paz, Bolivia: CIDES-UMSA.

Adriaanse, A.; S. Bringezu; Y. Moriguchi; E. Rodenburg; D. Rogich y H. Schültz (1997). *Resource Flows: The Material Basis of Industrial Economies*. World Resources Institute.

Aguilera Klink, F. (1994). Agua, economía y medio ambiente: interdependencias físicas y la necesidad de nuevos conceptos. *Revista de estudios agrosociales* (167): 113-130.

——— (2001). Cambios sociales e institucionales para la gestión ambiental. *Ecología Política* (22): 31-40.

——— (2006). Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales. *Polis [En línea]* 14.

Aguilera Klink, F. y V. Alcántara (1994). De la economía ambiental a la economía ecológica. En: Aguilera Klink, Federico y Vincent Alcántara (Eds.). *De la economía ambiental a la economía ecológica* 9-21. Edición Electrónica Revisada. Economía Crítica 10. Barcelona, España: Icaria Editorial.

Aguilera Klink, F.; E. Pérez-Moriana y J. Sánchez-García (2000). The social construction of scarcity. The case of water in Tenerife (Canary Islands). *Ecological Economics* 34 (2): 233-245.

Aguirre, A. y B. García de Vicuña (2001). Conceptos básicos para la aplicación del caudal ecológico en los ríos ibéricos. En: 105-116. España: Institución Fernando el Católico.

Albán, F. (2011). La utopía republicana, estudio introductorio. En: Albán, Fernando (Ed.). *La utopía Republicana: Textos Políticos* 9-63. Pensamiento Político Ecuatoriano.

Quito, Ecuador: Ministerio de Coordinación Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados.

Alcaldía de Cuenca (2012a). División del Territorio del Cantón Cuenca. Fecha de consulta: 16/03/2012. Consultado en: http://www.cuenca.gov.ec/?q=page_divisionterritorio.

——— (2012b). Cuenca, Patrimonio Cultural de la Humanidad. Fecha de consulta: 16/03/2012. Consultado en: http://www.cuenca.gov.ec/?q=page_patrimoniocultural.

Allen, T. (1987). Hierarchical complexity in ecology: a noneuclidean conception of the data space. *Vegetatio* 69 (1-3): 17-25.

Allen, T.; J. Tainter; C. Pires y T. Hoekstra (2001). Dragnet Ecology—"Just the Facts, Ma'am": The Privilege of Science in a Postmodern World. *BioScience* 51 (6): 475-485.

Allen, T.F.H. y T.W. Hoekstra (1990). The confusion between scale-defined levels and conventional levels of organization in ecology. *Journal of Vegetation Science* 1 (1): 5-12.

Álvarez Paz, M.; E. Castellví Arasa; M. Monzó Llopis y C. Verdú Sandoval (2014). Efficiency in distribution systems: review on managing non-revenue water. Cermerón Romero, M. (Ed.). *Aqua papers* 4.

Andersson, K.; E. Eklund; M. Lehtola y P. Salmi (2009). Introduction: Beyond the rural-urban divide. En: Andersson, Kjell; Erland Eklund; Minna Lehtola y Pekka Salmi (Eds.). *Beyond the Rural-Urban Divide: Cross-Continental Perspectives on the Differentiated Countryside and Its Regulation* 1-21. Research in rural sociology and development 14. Emerald Group Publishing Limited.

Arias, V. y E. Terneus (2012). *Análisis del marco legal e institucional para caudales ecológicos/ambientales en el Ecuador*. Consultoría. Quito, Ecuador: UICN.

Ariza Montobio, P. (2013). Large-scale Renewable Energy? A transdisciplinary view on conflicts and trade-offs in the implementation of renewable energy. Tesis de Ph.D., Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.

Arizpe, N. (2012). Understanding agricultural change: integrated analysis of societal

metabolism at different scales. Tesis Doctoral, Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona.

Arrojo, P. (2006). Los retos éticos de la nueva cultura del agua. *Polis [En línea]* 14.

——— (2009). El reto ético de la crisis global del agua. *Relaciones Internacionales* (12): 33-53.

Artiga, R. (2008). El agua y el medio ambiente en Cuenca, Ecuador. En: Moscoso, Julio; Oakley Stewart y Luis Egocheaga (Eds.). *El Agua como Recurso Sustentable y de uso múltiple: Políticas para su utilización en zonas urbanas y periurbanas de América Latina y El Caribe* 115-131. Santiago de Chile, Chile: Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.

Asamblea Constituyente (20/10/2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito, Ecuador.

Asamblea Nacional del Ecuador (19/10/2010). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización*. Quito, Ecuador.

Ayres, R.U. y U.E. Simonis (1994). *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*. Industrial metabolism: restructuring for sustainable development. United Nations University Press.

Barnett, A. (1988). Rio Mazan-A People's Forest. *The Ecologist* 18 (2/3): 80.

Barrett, G.; J. Peles y E. Odum (1997). Education: Transcending processes and the levels-of-organization concept. *BioScience* 47 (8): 531-535.

Barry, J. y J. Proops (1999). Seeking sustainability discourses with Q methodology. *Ecological Economics* 28 (3): 337-345.

Bautista, R. (2011). Hacia una constitución del sentido significativo del "vivir bien". En: Farah, Ivonne y Vasapollo Luciano (Eds.). *Vivir bien: ¿Paradigma no capitalista?* 93-123. La Paz, Bolivia: CIDES-UMSA.

Bebbington, A. (1996). Organizations and intensifications: Campesino federations, rural

livelihoods and agricultural technology in the Andes and Amazonia. *World Development* 24 (7): 1161-1177.

Bebbington, A.; R. Abramovay y M. Chiriboga (2008). Social Movements and the Dynamics of Rural Territorial Development in Latin America. *World Development* 36 (12): 2874-2887.

Berkes, F. y C. Folke (1992). A systems perspective on the interrelations between natural, human-made and cultural capital. *Ecological Economics* 5 (1): 1-8.

Boulding, K. (1956). General Systems Theory—The Skeleton of Science. *Management Science* 2 (3): 197-208.

Brown, S. (1980). *Political subjectivity: applications of Q methodology in political science*. USA: Yale University Press.

——— (1993). A Primer on Q Methodology. *Operant Subjectivity* 16 (3/4): 91-138.

——— (1998). The History and Principles of Q Methodology in Psychology and the Social Sciences. Fecha de consulta: 20/03/2012. Consultado en: <http://facstaff.uww.edu/cottlec/QArchive/Bps.htm>.

Brundtland, H.; M. Khalid; S. Agnelli; S. Al-Athel; B. Chidzero; L. Fadika; V. Hauff et al. (1987). *Nuestro futuro común*. Oslo, Noruega: Organización Mundial de Naciones Unidas.

Bullard, R.D. (1983). Solid Waste Sites and the Black Houston Community. *Sociological Inquiry* 53 (2-3): 273-288.

——— (1994). Overcoming Racism in Environmental Decisionmaking. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development* 36 (4): 10-44.

Bullard, R.D. y G.S. Johnson (2000). Environmentalism and Public Policy: Environmental Justice: Grassroots Activism and Its Impact on Public Policy Decision Making. *Journal of Social Issues* 56 (3): 555-578.

Buytaert, W.; V. Iñiguez y B.D. Bièvre (2007). The effects of afforestation and cultivation

on water yield in the Andean páramo. *Planted Forests and Water Including selected papers from a special session of the World Congress of the International Union of Forest Research Organisations, Brisbane 8-13 August 2005* 251 (1-2): 22-30.

Carrasco, M.C.; R. Pineda y R. Pérez (2010). Calidad del hábitat en los ríos Tomebamba y Yanuncay en Ecuador. *CIENCIA@UAQ* 3 (2): 13-26.

CELEC (2013). Corporación Eléctrica del Ecuador. Fecha de consulta: 20/11/2013. Consultado en: http://www.celec.com.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=91&Itemid=269&lang=es.

CEMAPRIMES (2001). *Plan de Manejo Integral del Parque Nacional Cajas*. Cuenca, Ecuador.

Cifrić, I. y A. Svirčić (2005). Socio-Ecological Metabolism of Rural Society. En: Koprivanac, Natalija (Ed.). *Environmental Management: Contribution to Solution* 39-47. 1st International Symposium on Environmental Management. Zagreb, Croatia: Faculty of Chemical Engineering and Technology-University of Zagreb.

CISMIL y Gobierno Provincial del Azuay (2006). *Objetivos de desarrollo del milenio, estado de situación 2006: Provincia del Azuay*. Cuenca, Ecuador.

Clark, B. y J.B. Foster (2010). The dialectic of social and ecological metabolism: Marx, Mészáros, and the absolute limits of capital. *Socialism and Democracy* 24 (2): 124-138.

CONAIE (2012). LA PLURINACIONALIDAD DESDE LA CONAIE - YouTube. Fecha de consulta: 24/07/2013. Consultado en: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=yJ2sFNAp7GM.

Congreso Nacional de la República del Ecuador (1992). *Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre*. Codificación 2004. Quito, Ecuador.

Consejo Cantonal de Cuenca (13/07/1998). *Ordenanza de Control de la Subcuenca del Río Tomebamba Relativa a la Captación de Agua para la Planta de El Cebollar*. .

Cordero, D. (2008). Esquemas de pagos por servicios ambientales para la conservación

de cuencas hidrográficas en el Ecuador. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 17 (1): 54-66.

Cordero, I. (2013). Evaluación de la gestión territorial de la cuenca del río Paute: estrategias y líneas de acción para superarlas. Tesis de Maestría, Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.

Curtis, H.; N.S. Barnes y A. Schnek (2008). *Biología/ Biology*. Madrid, España: Editorial Medica Panamericana.

Daly, H. (1974). The Economics of the Steady State. *The American Economic Review* 64 (2): 15-21.

Dávila, L. (06/2010). Agua que no has de beber... debes proteger: Entrevista a Othón Zevallos. *Newsletter de la Cámara de Industrias y Comercio Ecuatoriano-Alemana* (06/2010).

Declaración Europea por una Nueva Cultura del Agua. (2004). Fecha de consulta: 19/07/2013. Consultado en: <http://www.unizar.es/fnca/euwater/docu/declaracioneuropea.pdf>.

Diario El Mercurio (7/03/2012). Gestiones de ex CG Paute continuarán con Senagua. Fecha de consulta: 27/08/2014. Consultado en: <http://www.elmercurio.com.ec/324613-gestiones-de-ex-cg-paute-continuaran-con-senagua/>.

——— (11/09/2013). Areas naturales de Cuenca se blindarán con ordenanza. *Diario El Mercurio* (11/09/2013).

Diario Hoy (23/06/1998). INECEL AL UMBRAL DE SU FIN. *Diario Hoy* (23/06/1998).

Diaz Maurin, F. (2013). The Viability and Desirability of Alternative Energy Sources: Exploring the Controversy over Nuclear Power. Tesis Doctoral, Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.

Dien, J. (2010). Evaluating two-step PCA of ERP data with Geomin, Infomax, Oblimin, Promax, and Varimax rotations. *Psychophysiology* 47 (1): 170-183.

Dobson, A. (1998). *Justice and the Environment: Conceptions of Environmental Sustainability and Theories of Distributive Justice*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Domene, E. y D. Saurí (2006). Urbanisation and water consumption: Influencing factors in the metropolitan region of Barcelona. *Urban Studies* 43 (9): 1605-1623.

Dyson, M.; G. Bergkamp y J. Scanloned. (2003). *Caudal: Elementos esenciales de los caudales ambientales*. UICN-ORMA.

Eisenmenger, N.; J. Ramos Martín y H. Schandl (2007). Análisis del metabolismo energético y de materiales de Brasil, Chile y Venezuela. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 6: 17-31.

El Comercio (6/11/2009). Paute se acerca al mínimo operable. *El Comercio* (6/11/2009), sec. Actualidad.

——— (20/11/2009). El embalse de Paute sigue en 1 972 metros. *El Comercio* (20/11/2009), sec. Actualidad.

——— (22/11/2009). Paute estuvo ayer apagada durante 6 horas. *El Comercio* (22/11/2009), sec. Actualidad.

El Telégrafo (19/10/2012). ECAPAG: queda para cosas básicas por despachar. *El Telégrafo* (19/10/2012).

——— (21/11/2013). Cuatro obras dan premio a Cuenca. Fecha de consulta: 21/11/2013. Consultado en: <http://www.telegrafo.com.ec/regionales/regional-sur/item/cuatro-obras-dan-premio-a-cuenca.html>.

El Universo (1/11/2009). Paute se queda sin agua y empiezan cortes eléctricos. *Diario El Universo* (1/11/2009), sec. Economía.

Eldredge, N. y S.J. Gould (1972). Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism. *Models in paleobiology* 82: 115.

Erb, K.-H. (2012). How a socio-ecological metabolism approach can help to advance our understanding of changes in land-use intensity. *Ecological Economics* 76 (0): 8-14.

ETAPA (2004). *Estudio hidrológico de los planes maestros, II etapa*. Cuenca, Ecuador: ETAPA.

——— (2013). *Auditoria técnica y de gestión de ETAPA EP correspondiente a los años 2010, 2011 y 2012: primer informe*. Cuenca, Ecuador.

——— (2014a). Potabilización: Información general. Página web institucional. Fecha de consulta: 17/04/2014. Consultado en: http://www.etapa.net.ec/Agua/agua_pot_inf_gen.aspx.

——— (2014b). Protección de Fuentes Hídricas: Consejo de la cuenca del Machángara. Página web institucional. Fecha de consulta: 17/04/2014. Consultado en: http://www.etapa.net.ec/DGA/dga_pro_fue_hid_con_cue_mac.aspx.

Faber, M.; R. Manstetten y J.L.R. Proops (1995). On the conceptual foundations of ecological economics: A teleological approach. *Ecological Economics* 12 (1): 41-54.

Falconí-Benítez, F. (2001). Integrated Assessment of the Recent Economic History of Ecuador. *Population & Environment* 22 (3): 257-280.

Farina, A. y A. Belgrano (2006). The Eco-field Hypothesis: Toward a Cognitive Landscape. *Landscape Ecology* 21 (1): 5-17.

Farrell, K. (2011). Snow White and the Wicked Problems of the West: A Look at the Lines between Empirical Description and Normative Prescription. *Science, Technology & Human Values* 36 (3): 334-361.

Farrell, K. y K. Mayumi (2009). Time horizons and electricity futures: An application of Nicholas Georgescu-Roegen's general theory of economic production. *Energy* 34 (3): 301-307.

Farrow, A.; C. Larrea; G. Hyman y G. Lema (2005). Exploring the spatial variation of food poverty in Ecuador. *Special Issue: Poverty and Food Security Mapping* 30 (5-6): 510-531.

Feinsinger, P. (2004). *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*. La Paz, Bolivia: FAN.

- Fischer, F. y M.A. Hajer (1999). Beyond Global Discourse: The Rediscovery of Culture in Environmental Politics. En: Fischer, Frank y Maarten A. Hajer (Eds.). *Living with Nature: Environmental Politics as Cultural Discourse* 1-20. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Fischer-Kowalski, M. (1998). Society's Metabolism: The Intellectual History of Materials Flow Analysis, Part I, 1860-1970. *Journal of Industrial Ecology* 2 (1): 61-78.
- Flachier, A. (2005). *Determinación del caudal ecológico del río Yanuncay, Cuenca, Ecuador*. Cuenca, Ecuador: Empresa de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado de Cuenca (ETAPA).
- Flores, J. (2008). *Lucha Social, Herencia Histórica: Una mirada reflexiva de la Constitución 2008*. Quito, Ecuador: CONAIE/ECUARUNARI.
- Forrester, J. (1971). Counterintuitive behavior of social systems. *Technological Forecasting and Social Change* 3 (C): 1-22.
- Forsyth, T. (2008). Political ecology and the epistemology of social justice. *Conversations Across the Divide The Time and Place for Political Ecology: The Life-Work of Piers Blaikie* *Biocomplexity in Coupled Human-Natural Systems: The Study of Population-Environment Interactions* 39 (2): 756-764.
- Foster, J.B. (2004). *La ecología de Marx: materialismo y naturaleza*. El viejo topo. España: El Viejo Topo.
- Fowler, C. (2009). *Systemic Management: Sustainable Human Interactions with Ecosystems and the Biosphere*. New York, USA: Oxford University Press.
- Funtowicz, S.O. y J.R. Ravetz (1990). *Uncertainty and Quality in Science for Policy*. Law in Eastern Europe. Springer.
- Funtowicz, S.O. y J.R. Ravetz (1992). The good, the true and the post-modern. *Futures* 24 (10): 963 - 976.
- (1994a). The worth of a songbird: ecological economics as a post-normal science. *Ecological Economics* 10 (3): 197-207.

——— (1994b). Uncertainty, complexity and post-normal science. *Environmental Toxicology and Chemistry* 13 (12): 1881-1885.

Gallopin, G.; P. Gutman y H. Maletta (1989). Empobrecimiento Global, desarrollo sostenible y medio ambiente: un enfoque conceptual. *Revista Internacional de Ciencias Sociales* 121: 403-428.

Gandy, M. (2004a). Rethinking urban metabolism: water, space and the modern city. *City: analysis of urban trends, culture, theory, policy, action* 8 (3): 363-379.

——— (2004b). Rethinking urban metabolism: water, space and the modern city. *City: analysis of urban trends, culture, theory, policy, action* 8 (3): 363-379.

——— (2006a). Urban nature and the ecological imaginary. En: Heynen, Nikolas; Maria Kaïka y Eric Swyngedouw (Eds.). *In the Nature of Cities: Urban political ecology and the politics of urban metabolism* 62-72. Routledge: Taylor and Francis Group.

——— (2006b). Planning, anti-planning and the infrastructure crisis facing Metropolitan Lagos. *Urban Studies* 43 (2): 371-396.

Georgescu-Roegen, N. (1994). ¿Qué puede enseñar a los economistas la termodinámica y la biología? En: Aguilera Klink, Federico y Vincent Alcántara (Eds.). *De la economía ambiental a la economía ecológica* 188-198. Edición Electrónica Revisada. Economía Crítica 10. Barcelona, España: Icaria Editorial.

——— (1971/1999). *The entropy law and the economic process*. EEUU: iUniverse.

Giampietro, M. (1994). Using hierarchy theory to explore the concept of sustainable development. *Futures* 26 (6): 616-625.

——— (2003). *Multi-Scale Integrated Analysis of Agroecosystems*. Advances In Agroecology. Reino Unido: CRC PressINC.

Giampietro, M.; T. Allen y K. Mayumi (2006). The epistemological predicament associated with purposive quantitative analysis. *Complexity and Ecological Economics* 3 (4): 307-327.

Giampietro, M.; R.J. Aspinall; J. Ramos Martín y S. Bukkensed. (2014). *Resource Accounting for Sustainability Assessment: The Nexus between Energy, Food, Water and Land Use*. Routledge Explorations in Sustainability and Governance. London, UK: Routledge: Taylor and Francis Group.

Giampietro, M.; S.G.F. Bukkens y D. Pimentel (1994). Models of energy analysis to assess the performance of food systems. *Agricultural Systems* 45 (1): 19-41.

Giampietro, M.; G. Cerretelli y D. Pimentel (1992). Energy analysis of agricultural ecosystem management: human return and sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 38 (3): 219-244.

Giampietro, M. y K. Mayumi (1997). A dynamic model of socioeconomic systems based on hierarchy theory and its application to sustainability. *Structural Change and Economic Dynamics* 8 (4): 453-469.

Giampietro, M.; K. Mayumi y J. Martínez Alier (2000). Introduction to the Special Issues on Societal Metabolism: Blending New Insights from Complex System Thinking with Old Insights from Biophysical Analyses of the Economic Process. *Population & Environment* 22 (2): 97-108.

Giampietro, M.; K. Mayumi y J. Ramos Martín (2009). Multi-scale integrated analysis of societal and ecosystem metabolism (MuSIASEM): Theoretical concepts and basic rationale. *Energy* 34 (3): 313-322.

Giampietro, M.; K. Mayumi y A.H. Sorman (2012). *The Metabolic Pattern of Societies: Where Economists Fall Short*. Routledge Studies in Ecological Economics. Routledge.

Goldman, M. (2005). *Imperial Nature: The World Bank And Struggles for Social Justice in the Age of Globalization*. USA: Yale University Press.

Golubiewski, N. (2012). Is There a Metabolism of an Urban Ecosystem? An Ecological Critique. *AMBIO* 41 (7): 751-764.

Gómez Orea, D. (2008). *Ordenación territorial*. Segunda. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

Gould, S.J. y N. Eldredge (2014). Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism. En: Ayala, Francisco y John Avise (Eds.). *Essential Readings in Evolutionary Biology* 82-115. *Essential Readings in Evolutionary Biology*. Baltimore, EEUU: Johns Hopkins University Press.

Gowdy, J. (1994). *Coevolutionary Economics: The Economy, Society and the Environment*. Natural Resource Management and Policy. EEUU: Kluwer Academic Publishers.

Granzenmüller, A.; F. Cuesta-Camacho; C. Riofrío; C. González y F. Baquero (2010). *Caracterización ecosistémica y evaluación de efectividad de manejo de los bosques protectores y bloques del Patrimonio Forestal ubicados en el sector ecuatoriano del Corredor de Conservación Chocó-Manabí*. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador, EcoCiencia y Conservación Internacional.

Grove, K. (2009). Rethinking the nature of urban environmental politics: Security, subjectivity, and the non-human. *Geoforum* 40 (2): 207–216.

Gudynas, E. (2009). La ecología política del giro biocéntrico en la nueva Constitución de Ecuador. *Revista de Estudios Sociales* (32): 33-47.

Gudynas, E. y A. Acosta (2011). El buen vivir más allá del desarrollo. *Qué Hacer-Centro de Estudios y Promoción del Desarrollo* (2011).

Guerrero, F. y P. Ospina (2003). *El poder de la comunidad. Ajuste estructural y movimiento indígena en los Andes ecuatorianos*. Buenos Aires, Argentina: CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.

Guha, R. (1994). El ecologismo de los pobres. *Ecología Política* 8: 137-152.

Guha, R. y J. Martínez Alier (1997). *Varieties of Environmentalism: Essays North and South*. London, UK: Earthscan.

Hajer, M.A. (1995). *The Politics of Environmental Discourse: Ecological Modernization and the Policy Process*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Hernández, M. (2009). Sumak Kawsay y Suma Qamaña, el reto de aprender del sur: reflexiones en torno al buen vivir. *OBETS : Revista de Ciencias Sociales* (4): 55-65.

Heynen, N. (2003). The Scalar Production of Injustice within the Urban Forest. *Antipode* 35 (5): 980-998.

Heynen, N.; M. Kaïka y E. Swyngedouwed. (2006). *In the Nature of Cities: Urban Political Ecology and the Politics of Urban Metabolism*. New York, USA: Routledge: Taylor and Francis Group.

Hidalgo, F. (2011). Buen vivir, Sumak Kawsay: Aporte contrahegemónico del proceso andino. *Utopía y praxis latinoamericana: revista internacional de filosofía iberoamericana y teoría social* 16 (53): 85-94.

Hidropaute (2013). HIDROPAUTE. *Corporación Eléctrica del Ecuador* Fecha de consulta: 26/11/2013. Consultado en: https://www.celec.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=197%3Ahidropaute&catid=42%3Ageneracion-hidroelectrica&Itemid=53.

Himley, M. (2009). Nature conservation, rural livelihoods, and territorial control in Andean Ecuador. *Geoforum* 40 (5): 832-842.

Hoekstra, T.W.; T.F.H. Allen y C.H. Flather (1991). Implicit Scaling in Ecological Research. *BioScience* 41 (3): 148-154.

Hofstede, R.; R. Coppus; P. Mena Vázconez; S. Pool; J. Wolf y J. Sevink (2002). El estado de conservación de los páramos de pajonal en el Ecuador. *Ecotrópicos* 15 (1): 3-18.

Holguin-Gonzalez, J.E.; P. Boets; A. Alvarado; F. Cisneros; M.C. Carrasco; G. Wyseure; I. Nopens y P.L.M. Goethals (2013). Integrating hydraulic, physicochemical and ecological models to assess the effectiveness of water quality management strategies for the River Cuenca in Ecuador. *Ecological Modelling* 254 (0): 1-14.

Holling, C.S. (1996). Engineering Resilience versus Ecological Resilience. En: Schulze, Peter (Ed.). *Engineering within ecological constraints* 31-43. Washington D.C.: National Academy Press.

Houtart, F. (2010). La crisis del modelo de desarrollo y la filosofía del Sumak Kawsay. En: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador (SENPLADES) (Ed.).

Los nuevos retos de América Latina: Socialismo y Sumak Kawsay 91-98. First Edition. Quito, Ecuador: SENPLADES.

Howard, G. y J. Bartram (2003). *Domestic water quantity, service level and health*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.

Hurrell, J. (1970). Social organization and the environment: Aspects of contemporary social ethology. *Animal Behaviour* 18, Part 2 (0): 197-209.

Idrovo, J. (2000). *Tomebamba, arqueología e historia de una ciudad imperial*. Banco Central del Ecuador, Dirección Cultural Regional Cuenca.

IERSE (2006). *Informe no publicado: Diagnóstico del uso de agua, de paisaje, florístico, organizacional, de salud y socioeconómico de las 21 parroquias rurales del cantón Cuenca, y establecimiento de 7 Unidades Ambientales en 7 juntas parroquiales*. Reporte final de proyecto. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay.

——— (2009). Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador. Fecha de consulta: 25/11/2013. Consultado en: http://www.uazuay.edu.ec/geomatica/source/web/links/revise_carto.html.

Ilustre Municipalidad de Cuenca (2014). Ordenanzas, Cuenca Alcaldía. Fecha de consulta: 31/01/2014. Consultado en: http://www.cuenca.gov.ec/?q=vista_ordenanzas.

INEC (2011a). Censo Ecuatoriano de Población y Vivienda 2010. Fecha de consulta: 10/02/2012. Consultado en: http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=58&lang=es.

——— (2011b). Censo Nacional Económico 2010. Fecha de consulta: 10/02/2012. Consultado en: http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=58&lang=es.

Jamett, G. y A. Rodrigues (2005). Evaluación del instrumento caudal ecológico,

panorama legal e institucional en Chile y Brasil. *REGA-Revista de Gestión del Agua de América Latina* 2 (1): 83-96.

Jamieson, R.W. y I. Youman (2003). *De Tomebamba a Cuenca: arquitectura y arqueología colonial*. Universidad de Cuenca.

Josse, C. y L. Suárez (2001). Las prioridades en la conservación de la biodiversidad. En: Josse, Carmen (Ed.). *La biodiversidad del Ecuador: informe 2000* 307-313. Quito, Ecuador: Ministerio del Ambiente, EcoCiencia y UICN-Sur.

Kaïka, M. (2003). Constructing Scarcity and Sensationalising Water Politics: 170 Days That Shook Athens. *Antipode* 35: 919-954.

Kaiser, H. (1958). The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika* 23 (3): 187-200.

Kosoy, N.; M. Martínez-Tuna; R. Muradian y J. Martínez Alier (2007). Payments for environmental services in watersheds: Insights from a comparative study of three cases in Central America. *Ecological Economics* 61 (2-3): 446-455.

Kowii, A. (2011). El Sumak Kawsay. *Revista Electrónica Aportes Andinos* 28.

Larrea Maldonado, A.M. (2010). La disputa de sentidos por el buen vivir como proceso contrahegemónico. En: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador (SENPLADES) (Ed.). *Los nuevos retos de América Latina: Socialismo y Sumak Kawsay* 91-98. First Edition. Quito, Ecuador: SENPLADES.

Larrea Maldonado, C. (2006a). Crisis, descentralización y desarrollo local en el Ecuador. En: Ospina, Pablo; Carlos Larrea Maldonado; María Arboleda y Alejandra Santillana (Eds.). *En las fisuras del poder: Movimiento indígena, cambio social y gobiernos locales* 119-150. Quito, Ecuador: Instituto de Estudios Ecuatorianos.

——— (2006b). *Hacia una historia ecológica del Ecuador: propuestas para el debate*. Biblioteca general de cultura. Quito, Ecuador: EcoCiencia, Universidad Andina Simón Bolívar, y Corporación Editora Nacional.

Latour, B. (1993). *We have never been modern*. USA: Harvard University Press.

Lawson, V.A. (1990). Work force fragmentation in Latin America and its empirical manifestations in Ecuador. *World Development* 18 (5): 641-657.

Leff, E. (2003). La ecología política en América Latina: un campo en construcción. *Sociedade e Estado* 18: 17-40.

——— (2004a). *Racionalidad Ambiental: La reapropiación social de la naturaleza*. México D.F.: Siglo XXI editores.

——— (2004b). *Racionalidad Ambiental: La reapropiación social de la naturaleza*. Ambiente y Democracia. México D.F.: Siglo XXI editores.

Lehmann, D. (1986). Sharecropping and the capitalist transition in agriculture: Some evidence from the highlands of Ecuador. *Journal of Development Economics* 23 (2): 333-354.

Lentini, E. (2012). Caso argentino. En: Buenfil, Mario (Ed.). *Autoanálisis Latinoamericano sobre conflictos y gestión de servicios urbanos de agua y saneamiento* 25-38. Buenos Aires, Argentina: Mario Buenfil.

León, C. (2009). *Ecuador: la cara oculta de la crisis : ideología, identidades políticas y protesta en el fin de siglo*. Colección Becas de Investigación. Buenos Aires, Argentina: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales-CLACSO.

Levin, S.A. (1998). Ecosystems and the Biosphere as Complex Adaptive Systems. *Ecosystems* 1 (5): 431-436.

Lloret, P. (2002). *The Watershed Council as a Mechanism for Upstream-Downstream Cooperation: The Case of the Río Machángara, Cuenca, Ecuador*. Land-Water Linkages in Rural Watersheds: Case Study Series. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

——— (2007). Creación del consejo de Cuenca del Paute, alternativa de gobernabilidad del agua en el Ecuador. *Aquaforum* 45: 20-25.

Macas, L. (2010). Sumak Kawsay: La vida en plenitud. *América Latina en Movimiento* (2010).

Madrid, C.; V. Cabello y M. Giampietro (2013a). Water-Use Sustainability in Socioecological Systems: A Multiscale Integrated Approach. *BioScience* 63 (1): 14-24.

——— (2013b). El metabolismo del agua con MuSIASEM. Presentación en escuela de verano. presentado en Liphe4, (2013), Barcelona, España.

Madrid, C. y M. Giampietro (2014). Water Grammar. En: *Resource Accounting for Sustainability Assessment: The Nexus between Energy, Food, Water and Land Use* Routledge Explorations in Sustainability and Governance. London, UK: Routledge: Taylor and Francis Group.

Madrid, C. y E. Velázquez (2008). El metabolismo hídrico y los flujos de agua virtual. Una aplicación al sector hortofrutícola de Andalucía (España). *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* 8.

Martínez, A. (2010). Procesos de manejo y gestión del Parque Nacional Cajas. En: *Los páramos australes: balances y perspectivas* 25-34. El páramo del Austro 2. Quito, Ecuador: Abya Yala.

Martínez Alier, J. (1987). *Ecological Economics: Economics, Environment and Society*. Oxford, UK: Basil Blackwell.

——— (1994). Ecología humana y economía política. En: Aguilera Klink, Federico y Vincent Alcántara (Eds.). *De la economía ambiental a la economía ecológica* 213-221. Edición Electrónica Revisada. *Economía Crítica* 10. Barcelona, España: Icaria Editorial.

——— (2003). *The environmentalism of the poor: a study of ecological conflicts and valuation*. UK: Edward Elgar Publishing.

——— (2006). Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad. *Polis [En línea]* 13.

Matthews, E.; C. Amann; S. Bringezu; M. Fischer-Kowalski; W. Hüttler; R. Kleijn; Y. Moriguchi et al. (2000). *The weight of nations: material outflows from industrial economies*. Washington D.C.: World Resources Institute.

Maturana, H. y F. Varela (1980). *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*.

Boston Studies in the Philosophy of Science. D. Reidel Publishing Company.

Mayumi, K. y M. Giampietro (2006). The epistemological challenge of self-modifying systems: Governance and sustainability in the post-normal science era. *Ecological Economics* 57 (3): 382-399.

Mayumi, K.; M. Giampietro y J.M. Gowdy (1998). Georgescu-Roegen/Daly versus Solow/Stiglitz Revisited. *Ecological Economics* 27 (2): 115-117.

McKeown, B. y D. Thomas (1988). *Q Methodology*. First Edition. USA: Sage Publications.

Mena Vásquez, P. y R. Hofstede (2006). Los páramos ecuatorianos. En: Moraes, M.; B. Øllgaard; L. Kvist; F. Borchsenius y H. Balslev (Eds.). *Botánica Económica de los Andes Centrales* 91-109. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.

Mingers, J. (1997). Systems typologies in the light of autopoiesis: a reconceptualization of Boulding's hierarchy, and a typology of self-referential systems. *Systems Research and Behavioral Science* 14 (5): 303-313.

Ministerio del Ambiente del Ecuador (2006). *Políticas y Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador 2007 - 2016*. Quito, Ecuador: Proyecto GEF: Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

——— (2013a). Áreas Protegidas | Ministerio del Ambiente. Fecha de consulta: 1/03/2013. Consultado en: <http://web.ambiente.gob.ec/?q=node/59>.

——— (2013b). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Quito, Ecuador: Subsecretaría de Patrimonio Natural.

——— (2014). Proyecto PANE. Fecha de consulta: 29/01/2014. Consultado en: <http://www.ambiente.gob.ec/proyecto-pane/>.

Mitchell, R.J.; M.H.D. Auld; M.G. Le Duc y M.H. Robert (2000). Ecosystem stability and resilience: a review of their relevance for the conservation management of lowland heaths. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 3 (2): 142-160.

Mittermeier, R.A.; C. Goettsch-Mittermeier y P. Robles-Giled. (1997). *Megadiversity:*

Earth's Biologically Wealthiest Nations. CEMEX Corporation.

Molina, A.; G. Govers; V. Vanacker; J. Poesen; E. Zeelmaekers y F. Cisneros (2007). Runoff generation in a degraded Andean ecosystem: Interaction of vegetation cover and land use. *Soil Water Erosion in Rural Areas* 71 (2): 357-370.

Molina, J. (2009). Metodología para la reducción de pérdidas técnicas en el sistema de distribución de agua potable del suburbio oeste de la ciudad de Guayaquil. Tesis de Ingeniería, Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica del Litoral.

Morin, E. (1992). From the concept of system to the paradigm of complexity. *Journal of Social and Evolutionary Systems* 15 (4): 371-385.

——— (1995). La relación antropo-bio-cósmica. *Gazeta de Antropología* 11: Artículo 01.

——— (1996). El pensamiento ecologizado. *Gazeta de Antropología* 12: Artículo 01.

——— (1999). Organization and Complexity. *Annals of the New York Academy of Sciences* 879 (1): 115-121.

——— (2004). La epistemología de la complejidad. *Gazeta de Antropología* 20: Artículo 02.

Munda, G. (2004). Social multi-criteria evaluation: Methodological foundations and operational consequences. *European Journal of Operational Research* 158 (3): 662-677.

——— (2008). *Social Multi-Criteria Evaluation for a Sustainable Economy*. Berlin, Alemania: Springer.

Munné, F. (1994). Complejidad y Caos: Más allá de una ideología del orden y del desorden. En: Montero, Maritza (Ed.). *Conocimiento, realidad e ideología* 9-18. Caracas, Venezuela: AVEPSO.

——— (1995). Las teorías de la complejidad y sus implicaciones en las ciencias del comportamiento. *Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology* 29 (1): 1-12.

——— (2004). El retorno de la complejidad y la nueva imagen del ser humano: Hacia

una psicología compleja. *Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology* 38 (1): 23-31.

Mutikanga, H.; S. Sharma y K. Vairavamoorthy (2010). Assessment of apparent losses in urban water systems. *Water and Environment Journal* 24 (3): 327-335.

Naredo, J.M. (1994). Fundamentos de la economía ecológica. En: Aguilera Klink, Federico y Vincent Alcántara (Eds.). *De la economía ambiental a la economía ecológica* 231-252. Edición Electrónica Revisada. Economía Crítica 10. Barcelona, España: Icaria Editorial.

Navarro, J. (2001). Las organizaciones como sistemas abiertos alejados del equilibrio (la organización como sistema dinámico complejo). Tesis Doctoral, Barcelona, España: Universidad de Barcelona.

Neblo, M. (2009). Three-Fifths a Racist: A Typology for Analyzing Public Opinion About Race. *Political Behavior* 31 (1): 31-51.

Neumann, R.P. (2009). Political Ecology. En: Editors-in-Chief: Rob Kitchin y Nigel Thrift (Eds.). *International Encyclopedia of Human Geography* 228-233. Oxford: Elsevier.

Nicolis, G. y I. Prigogine (1977). *Self-organization in nonequilibrium systems: from dissipative structures to order through fluctuations*. A Wiley-Interscience Publication. Wiley.

Nijnik, M.; L. Zahvoyska; A. Nijnik y A. Ode (2009). Public evaluation of landscape content and change: Several examples from Europe. *Land Use Policy* 26 (1): 77-86.

Norgaard, R. (1984). Coevolutionary development potential. *Land economics* 60 (2): 160-173.

——— (1987). Economics as mechanics and the demise of biological diversity. *Ecological Economics* 38 (1-2): 107-121.

——— (1994). *Development Betrayed: The end of progress and a coevolutionary revisioning of the future*. New York, USA: Routledge: Taylor and Francis Group.

Núñez, M.; J. Oliver-Solá; J. Rieradevall y X. Gabarrell (2010). Water Management in Integrated Service Systems: Accounting for Water Flows in Urban Areas. *Water Resources Management* 24 (8): 1583-1604.

O'Hara, P.D.; B.J.M. Haase; R.W. Elner; B.D. Smith y J.K. Kenyon (2007). Are population dynamics of shorebirds affected by El Niño/Southern Oscillation (ENSO) while on their non-breeding grounds in Ecuador? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 74 (1-2): 96-108.

Observatorio de la Sostenibilidad en España (2010). La densidad nos hace eficientes. *Revista Ciudad Sostenible* 3.

Odum, E. (1997). *Ecology: A Bridge Between Science and Society*. USA: Sinauer Associates Incorporated.

Odum, E. y G. Barrett (2006). *Fundamentos de Ecología*. Aguilar, T. (Trad.). Quinta Edición. México: Thomson Learning Iberoamérica.

Odum, H. (1971). *Environment, Power, and Society for the Twenty-First Century: The Hierarchy of Energy*. USA: Columbia University Press.

Oliver, S. (2006). The desire to metabolize nature: Edward Loveden, William Vanderstegen, and the disciplining of the river Thames. En: Heynen, Nikolas; Maria Kaika y Erik Swyngedouw (Eds.). *In the Nature of Cities: Urban Political Ecology and the Politics of Urban Metabolism* 90-105. New York, USA: Routledge: Taylor and Francis Group.

Onori, L. y G. Visconti (2012). The GAIA theory: from Lovelock to Margulis. From a homeostatic to a cognitive autopoietic worldview. *Rendiconti Lincei* In press.

Ospina, P.; C. Larrea; M. Arboleda y A. Santillanaed. (2006). *En las fisuras del poder: Movimiento indígena, cambio social y gobiernos locales*. Quito, Ecuador: Instituto de Estudios Ecuatorianos.

Osses, F. (2009). Consumer attitudes towards food safety labelling information in the UK an application of Q-methodology. Master Thesis, Edinburgh, UK: University of

Edinburgh.

Parra, F. (2005). La cultura del territorio (la naturaleza en contra del campo). *Ecología Política* (2005).

Patten, B.C.; M. Straškraba y S.E. Jørgensen (1997). Ecosystems emerging: 1. conservation. *Ecological Modelling* 96 (1-3): 221-284.

Piperno, D.R. (1990). Aboriginal agriculture and land usage in the Amazon Basin, Ecuador. *Journal of Archaeological Science* 17 (6): 665-677.

Du Plessis, C. (2005). A theoretical framework of corporate online communication: a marketing public relations (MPR) perspective. Ph.D. Thesis, University of South Africa.

Prigogine, I. (1962). *Introduction to Non-equilibrium Thermodynamics*. New York: Wiley.

——— (1978). *From being to becoming*. San Francisco: W.H. Freeman and Co.

Prigogine, I. y I. Stengers (1984). *Order out of chaos*. London, UK: Heinemann.

Proops, J. (1983). Organisation and dissipation in economic systems. *Journal of Social and Biological Structures* 6 (4): 353-366.

——— (1989). Ecological economics: Rationale and problem areas. *Ecological Economics* 1 (1): 59-76.

Pujantell-Albós, J. (2012). Les manifestacions del canvi global en àrees de muntanya mediterrània: Un cas d'estudi al Baix Montseny. Tesis de Ph.D., Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.

Radcliffe, S.A. (2012). Development for a postneoliberal era? Sumak Kawsay, living well and the limits to decolonisation in Ecuador. *Geoforum* 43 (2): 240-249.

Ramírez, F. (2012). Neoliberalismo, estado y cambio político. *Corriente Alterna* (2012).

Ramírez, R. (2008). *Igualmente POBRES, desigualmente RICOS*. Quito, Ecuador: Ariel.

——— (2010). *Socialismo del Sumak Kawsay o biosocialismo republicano*. Documentos de Trabajo 2. Quito, Ecuador: SENPLADES.

Ramos Martín, J. (2001). Historical Analysis of Energy Intensity of Spain: From a Conventional View to an Integrated Assessment. *Population & Environment* 22 (3): 281-313.

Ramos Martín, J. (2003). Empiricism in ecological economics: a perspective from complex systems theory. *Ecological Economics* 46 (3): 387-398.

Ramos Martín, J. (2005). Complex systems and exosomatic energy metabolism of human societies. Tesis Doctoral, Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.

Ramos Martín, J.; S. Cañellas-Boltà; M. Giampietro y G. Gamboa (2009). Catalonia's energy metabolism: Using the MuSIASEM approach at different scales. *Energy Policy* 37 (11): 4658-4671.

Ramos Martín, J. y M. Giampietro (2005). Multi-scale integrated analysis of societal metabolism: Learning from trajectories of development and building robust scenarios. *International Journal of Global Environmental Issues* 5 (3-4): 225-263.

Real News (2012). Ecuador Creating Alternative to Neo-Liberal Model. Fecha de consulta: 16/03/2012. Consultado en: http://therealnews.com/t2/index.php?option=com_content&task=view&id=767&Itemid=74&jumival=7866.

Rees, W.E. (1997). Is "sustainable city" an Oxymoron? *Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability* 2 (3): 303-310.

Rittel, H. y M. Webber (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences* 4 (2): 155-169.

Roa-Avendaño, T. (2009). El Sumak Kawsay en Ecuador y Bolivia. Vivir bien, identidad, alternativa. *Revista Ecología Política* (37): 15-19.

Rodríguez, F.; R. Gallarraga; R. Salazar y N. Narváez (2009). Ecuador y los objetivos del milenio: inversiones para la conservación del agua. *Letras Verdes* (3): 23-25.

Rodríguez, S.; S. Vasco; F. Rodas; M. Pesántez; S. Cabrera; M. Romero; A. Schubert et al.

(2012). *Propuesta para la declaratoria de la reserva de biósfera dirigida a la UNESCO denominada: Área de Biósfera Macizo del Cajas*. Cuenca, Ecuador: Comité Promotor para la nominación ante UNESCO.

Rosas, L. (2009). *Manual de procedimientos de delimitación y codificación de unidades hidrográficas: caso Ecuador*. UICN-Sur (Ed.). UICN-Sur.

Rosen, R. (1985). *Anticipatory systems: philosophical, mathematical, and methodological foundations*. IFSR international series on systems science and engineering. Pergamon Press.

——— (2000). *Essays on Life Itself*. Complexity in ecological systems series. New York, USA: Columbia University Press.

Sáenz, M. y Á. Onofa (2005). *Preguntas clave: Reporte de los ecosistemas ecuatorianos*. EcoCiencia y Ministerio del Ambiente del Ecuador (Ed.). Quito, Ecuador.

Sánchez, L. y A. Sánchez (2004). *Uso eficiente del agua*. Thematic Overview Papers. IRC-International Water and Sanitation Centre y CINARA-Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico.

De Santacruz, G. (2010). Variación cronoespacial de los caudales ecológicos en la cuenca del río Valles, México. *AQUA-LAC 2* (1): 26-36.

Saurí, D. (2003). Lights and Shadows of Urban Water Demand Management: The Case of the Metropolitan Region of Barcelona. *European Planning Studies* 11 (3): 229-243.

Schandl, H.; C.M. Grünbühel; H. Haberl y H. Weisz (2002). *Handbook of Physical Accounting: Measuring Bio-physical Dimensions of Socio-economic Activities ; MFA - EFA - HANPP*. Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management / Österreich / Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft : Schriftenreihe des BMLFUW. Viena: Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management, Division V/10.

Scheidel, A. (2013). *New challenges in rural development: A multi-scale inquiry into emerging issues, posed by the global land rush*. Tesis de Ph.D., Barcelona, España:

Universidad Autónoma de Barcelona.

Schmolck, P. (2012a). PQ Manual. Fecha de consulta: 27/03/2012. Consultado en: <http://schmolck.userweb.mwn.de/qmethod/pqmanual.htm>.

——— (2012b). *PQMethod*. (versión 2.33).

Schneider, E.D. y J.J. Kay (1994). Life as a manifestation of the second law of thermodynamics. *Mathematical and Computer Modelling* 19 (6–8): 25-48.

Schrödinger, E. (1944). *¿Qué es la vida?* Edición 2005 en castellano. Textos de biofísica. Salamanca, España: Facultad de Farmacia, Universidad de Salamanca.

Selowsky, M. (1981). Income distribution, basic needs and trade-offs with growth: The case of semi-industrialized Latin American countries. *World Development* 9 (1): 73-92.

SENAGUA (24/03/2011). *Resolución 2011-245*. .

SENAMI; Sistema de Naciones Unidas y PYDLOS (2008). Línea base de la provincia del Azuay en el marco del Programa Conjunto «Juventud, Empleo y Migración, para reducir la inequidad en el Ecuador». SENAMI.

SENPLADES (2007). *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2010*. Quito, Ecuador: SENPLADES.

——— (2009). Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013. Fecha de consulta: 8/04/2012. Consultado en: <http://www.planificacion.gob.ec/plan-nacional-para-el-buen-vivir-2009-2013/>.

——— (2013). *Plan Nacional de Desarrollo/Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017*. Quito, Ecuador: SENPLADES.

Serrano, T. y M. Giampietro (2009). A multi-purpose grammar generating a multi-scale integrated analysis of Laos. *Reports on Environmental Sciences ICTA Working papers* 3.

Shearman, R. (1990). The meaning and ethics of sustainability. *Environmental Management* 14 (1): 1-8.

Sierra, R.ed. (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental*. Quito, Ecuador: Proyecto INAFAN/GEF-BIRB y EcoCiencia.

SNI (2013). Sistema Nacional de Información del Ecuador (SNI). Fecha de consulta: 20/11/2013. Consultado en: <http://app.sni.gob.ec/web/sni>.

De Souza Santos, B. (2010). La difícil construcción de la plurinacionalidad. En: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador (SENPLADES) (Ed.). *Los nuevos retos de América Latina: Socialismo y Sumak Kawsay* 91-98. First Edition. Quito, Ecuador: SENPLADES.

Stevens, P. (2012). Towards an Ecosociology. *Sociology* 46 (4): 579-595.

Swyngedouw, E. (1997). Power, nature, and the city. The conquest of water and the political ecology of urbanization in Guayaquil, Ecuador: 1880-1990. *Environment and Planning A* 29 (2): 311-332.

——— (2004). *Social Power and the Urbanization of Water: Flows of Power*. Oxford, UK: Oxford University Press.

——— (2006). Circulations and metabolisms: (Hybrid) Natures and (Cyborg) cities. *Science as Culture* 15 (2): 105-121.

——— (2011). ¡La naturaleza no existe! La sostenibilidad como síntoma de una planificación despolitizada. *URBAN* (1): 41-66.

Swyngedouw, E. y I. Cook (2010). Cities, social cohesion and the environment. *Social Polis Survey Paper* (Existential Field 5): 1-53.

Toledo, V. (2008). Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza. *Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica* 7.

Tortosa, J.M. (2011). Sumak Kawsay, suma qamaña, buen vivir. *Revista Electrónica Aportes Andinos* (28).

Ulanowicz, R. (1980). An hypothesis on the development of natural communities. *Journal of Theoretical Biology* 85 (2): 223-245.

- Ulanowicz, R. y B.M. Hannon (1987). Life and the Production of Entropy. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences* 232 (1267): 181-192.
- Vallejo, M.C. (2010). Biophysical structure of the Ecuadorian economy, foreign trade, and policy implications. *Special Section: Ecological Distribution Conflicts* 70 (2): 159-169.
- Veettil, B.; É. Leandro Bayer Maier; U. Bremer y S. de Souza (2014). Combined influence of PDO and ENSO on northern Andean glaciers: a case study on the Cotopaxi ice-covered volcano, Ecuador. *Climate Dynamics* 1-10.
- De Viebre, B. (2008). Las amenazas a los servicios ambientales hídricos que provee el páramo. En: *Memorias Panorama y Perspectiva sobre la Gestión Ambiental de los Ecosistemas del Páramo* 94-119. Colección de Asuntos Ambientales 5. Bogotá, Colombia.
- Vogel, J. (2009). *The Economics of the Yasuní Initiative: Climate Change as if Thermodynamics Mattered*. London, UK: ANTHEM PRESS.
- Wachsmuth, D. (2012). Three Ecologies: Urban Metabolism and the Society-Nature Opposition. *Sociological Quarterly* 53 (4): 506-523.
- Ward, L. (2013). Eco-governmentality revisited: Mapping divergent subjectivities among Integrated Water Resource Management experts in Paraguay. *Geoforum* 46 (0): 91-102.
- Whiteside, K. (2002). *Divided Natures: French Contributions to Political Ecology*. USA: Massachusetts Institute of Technology.
- Wilber, K. (2001). *A Brief History of Everything*. Shambhala.
- Wilby, J. (2006). An essay on Kenneth E. Boulding's General Systems Theory: the skeleton of science. *Systems Research and Behavioral Science* 23 (5): 695-699.
- World Climate Guide (2014). Cuenca Climate Guide, Ecuador. Fecha de consulta: 23/06/2014. Consultado en: <http://worldclimateguide.co.uk/climateguides/ecuador/cuenca.php>.
- Zevallos, O. (7/11/2013). La EPMAPS, agua de Quito. Conferencia. presentado en

XXVII Convención anual y expo ANEAS, (7/11/2013), Acapulco, México.

Zografos, C. (2007). Rurality discourses and the role of the social enterprise in regenerating rural Scotland. *Journal of Rural Studies* 23 (1): 38-51.

Zurlini, G.; K. Riitters; N. Zaccarelli; I. Petrosillo; K.B. Jones y L. Rossi (2006). Disturbance patterns in a socio-ecological system at multiple scales. *Ecological Complexity* 3 (2): 119-128.

ANEXO: CURRICULUM VITAE

ANTONIO MALO LARREA

E-mail: amalo@uazuay.edu.ec/tonyomalo@yahoo.es

Lugar y País de Nacimiento: Quito-Ecuador

Edad: 39 años

EDUCACIÓN

- **Candidato a Doctor en Ciencia y Tecnología Ambiental.** Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España. Desde octubre de 2010.
- **Máster Oficial en Estudios Ambientales, especialidad Economía Ecológica y Gestión Ambiental (2010):** Universidad Autónoma de Barcelona. Octubre de 2009-Junio de 2010. Barcelona, España.
- **Maestría en Gestión Ambiental (2009):** Universidad del Azuay. Octubre 2005- Octubre 2007 (clases), y enero 2008-junio 2009 (tesis). Cuenca, Ecuador.
- **Postgraduate Certificate in Human Ecology (2004):** Open University/Centre for Human Ecology (www.che.ac.uk). Septiembre 2003-Junio 2004. Edimburgo, Escocia.
- **Licenciatura en Biología del Medio Ambiente (título de biólogo) (2001):** Universidad del Azuay. Marzo 1996-Febrero 1999 (clases), y abril 1999-mayo 2001 (tesis).
- **Cinco niveles de Ciencias Biológicas:** Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito (PUCE-Q). Octubre de 1992-Febrero 1993, y Octubre 1993-Febrero 1996. Quito, Ecuador.
- **Bachillerato en Humanidades Modernas, especialización en ciencias químico-biológicas:** Colegio San Gabriel. 1986-1992. Quito, Ecuador.

IDIOMAS

Castellano: Lengua nativa

Inglés: Nota en el TOEFL: 240/300 (80%) Computer Based Test (Fluidez en el idioma)

Portugués: CELPE-BRAS nivel I (Fluidez en el idioma)

PUBLICACIONES Y CONFERENCIAS

- Malo-Larrea, A. 2013. El Sumak Kawsay y la apropiación urbana del metabolismo ecológico y del metabolismo rural: el metabolismo del agua de Cuenca, Ecuador. En: Sesión especial “Trayectorias de cambio rural: evaluación integrada de los patrones metabólicos de ruralidades emergentes”. Sexto Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Ambiente, CISDA VI Quito–Ecuador (12 y 13 de diciembre de 2013).
- Malo-Larrea, A. 2013. El Sumak Kawsay, y la problematización de la naturaleza y el territorio: el caso de Cuenca, Ecuador. Sexto Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Ambiente, CISDA VI Quito–Ecuador (12 y 13 de diciembre de 2013).
- Malo-Larrea, A. 2013. ¿De qué hablamos cuando hablamos de la naturaleza? La economía, la ecología y las ciencias de la complejidad. Revista Universidad Verdad 61: 215-262. Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador.
- Malo-Larrea, A. 2012. Sumak Kawsay, or the concept of Living Well, and perceptions about natural, urban and rural areas: The case of Cuenca (Ecuador). *Working Papers on Environmental Sciences*. <http://www.recercat.net/handle/2072/16099>.
- 2010: Tesis para la obtención del título de Magister: “Origen y uso del agua en la ciudad de Cuenca, Ecuador”.
- Malo-Larrea, A. 2009. El Territorio, el Desarrollo Sustentable y los Sistemas de Información Geográfica. Revista Universidad Verdad 49: 81-96. Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador.
- 2009: Tesis para la obtención del título de Magister: “Propuesta para la construcción del Subsistema de Gestión Ambiental de la Región de Planificación 6: Azuay, Cañar y Morona Santiago”.

- Chacón G, A Crespo, A Malo y J López. 2008. Fundamentos para la educación ambiental. Canje de deuda España-Ecuador/Universidad del Azuay. Cuenca. Ecuador.
- 05-2000 a 05-2001: Tesis para la obtención del título de biólogo: “Diagnóstico preliminar de la situación de la investigación de la biodiversidad en el Ecuador”.

EXPERIENCIA LABORAL

- **Universidad del Azuay/Escuela de biología, ecología y gestión.** Profesor accidental (04-2005/05-2009) y profesor titular auxiliar (05-2009/presente). Cuenca, Ecuador.
- **Universidad del Azuay.** Docente de los módulos de Introducción a Gestión Ambiental, y de Ecología Humana en la maestría en Gestión Ambiental. 07/2014-en adelante.
- **Pontificia Universidad Católica del Ecuador.** Docente del módulo de Bioeconomía y manejo de recursos (economía ecológica) en la maestría en Biología de la Conservación. 04/2014. Quito, Ecuador.
- **Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo-SENPLADES.** Técnico en Planificación y Ambiente de la Subsecretaría Regional del Austro. 01/2008-07/2009. Cuenca-Ecuador.
- **Universidad del Azuay/Instituto de Estudios de Régimen Seccional (IERSE).** Coordinador del proyecto: “Diagnóstico del uso de agua, de paisaje, florístico, organizacional, de salud y socioeconómico de las 21 parroquias rurales del cantón Cuenca, y establecimiento de 7 Unidades Ambientales en 7 juntas parroquiales”. 02/2006-10/2006. Cuenca-Ecuador.
- **Universidad del Azuay/Escuela de biología del medio ambiente.** Miembro del equipo para la auditoría ambiental al “Jardín de la Virgen del Cajas”. 06/2005-11/2005. Cuenca-Ecuador.
- **Universidad del Azuay/Escuela de biología del medio ambiente.** Miembro del equipo de evaluaciones de impactos ambientales para las carreteras y rellenos sanitarios administrados por el Gobierno Provincial del Azuay. 06/2005-11/2005. Cuenca-Ecuador.
- **Fundación ProAqua.** Pasante en el Plan maestro para el manejo de las cuencas hídricas de la provincia de Tungurahua. 03/2005-06/2005. Ambato-Ecuador.

- **Metrotours Cia. Ltda.** Guía de turismo en inglés y portugués para la zona del Austro. 12/2001-03/2002 y 03/2003-08/2003. Cuenca-Ecuador.
- **Consultpiedra Cia. Ltda.** Coordinador del ámbito biofísico en la fiscalización del diseño del Plan de Manejo Integral del Parque Nacional “El Cajas”. Abril 2002- Noviembre 2002. Cuenca-Ecuador.
- **EcoCiencia.** Asistente en el programa de Manejo de Información, dentro del proyecto “Conservación de la biodiversidad en el Ecuador”. Mayo 2000- Julio 2001. Quito-Ecuador.
- **EcoCiencia.** Asistente técnico para la elaboración del Informe Nacional para la Convención de Lucha contra la Desertificación. Marzo-Abril 2000. Quito-Ecuador.
- **Acción Ecológica.** Pasantía de 3 meses (480 horas) en el área de Biodiversidad, trabajando principalmente en los temas de biopiratería y transgénicos. Agosto- Octubre 1999. Quito-Ecuador.
- **Corporación para la Conservación y el Desarrollo (CCD).** Ayudante de campo en el proyecto: Impacto del Oso de Anteojos en los cultivos de maíz de las comunidades de Cuyuja, Sardinas y Bermejo; alrededor de la ciudad de Baeza, en la provincia de Pichincha. 1993. Quito-Ecuador.

CONGRESOS, CONFERENCIAS, SEMINARIOS, CURSOS, TALLERES Y CONCURSOS

- **Escuela de Biología, Ecología y Gestión, y el decanato de Investigaciones de la Universidad del Azuay.** Curso “Diseño de estudios en biología de la conservación, ecología de campo y temas afines”. Septiembre de 2014 (158 horas). La Paz, Ecuador.
- **Red Iberoamericana de Economía Ecológica (REDIBEC), Sociedad Internacional de Economía Ecológica (ISEE), y Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO).** Sexto Congreso Iberoamericano Desarrollo y Ambiente. 12/13-12-2013. Quito-Ecuador.
- **Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad de Lund, Universidad de Manchester, Instituto de Ecología Social de Viena y Universidad Central Europea.** Curso Erasmus de verano en Conflictos Socio-ambientales y Justicia Ambiental. 2010. Barcelona-España.
- **Varias Organizaciones.** II Conferencia Internacional sobre Decrecimiento Sostenible. 2010. Barcelona-España.

- **Universidad del Azuay.** Curso “Educación Enfocada en problemas-EEP”. 24 horas de duración. 2006. Cuenca-Ecuador.
- **Kapawi EcoLodge Reserve (www.kapawi.com).** Curso de guías, ecología tropical y ecología desde el punto de vista Achuar. 1 mes de duración. 2005. Kapawi EcoLodge Reserve-Ecuador.
- **Universidad San Francisco de Quito.** Participante en el I Congreso de Ecología y Ambiente: Ecuador País Megadiverso. 2002. Quito-Ecuador.
- **Instituto de Estudios Ecologistas del Tercer Mundo (IEE-TM).** Seminario “El papel de la Defensoría del Pueblo en la garantía de los derechos colectivos y ambientales”. 12 horas de duración. Guayaquil-Ecuador.
- **Universidad de Cuenca e IEE-TM.** Curso de Economía Ecológica para el Postgrado en Población y Desarrollo Local Sustentable. 24 horas de duración. 1999. Cuenca-Ecuador.
- **IEE-TM.** Curso “Nuevas tecnologías, ecología y ruptura de lo humano”. 25 al 28 de mayo de 1999. Quito-Ecuador.
- **Universidad del Azuay.** Curso “Diseño de investigaciones en la ecología de campo y la conservación biológica”. 90 horas de duración. 1998. Cuenca-Ecuador.
- **PUCE-Q.** Segundas Jornadas Nacionales Universitarias de Desarrollo Sustentable. 3 días de duración. 1998. Quito-Ecuador.
- **Universidad del Azuay.** Curso “Biogeografía y Biodiversidad”. 30 horas de duración. 1998. Cuenca-Ecuador.
- **Universidad del Azuay-Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental.** Primer Foro sobre Derecho Ambiental. 3 días de duración. 1997. Cuenca-Ecuador.
- **PUCE-Q-Departamento de Ciencias Biológicas.** Curso “Principios de Biología de la Conservación: Una perspectiva desde la biología de poblaciones”. 33 horas de duración. 1997. Quito-Ecuador.
- **Federación de Estudiantes de la Universidad del Azuay (UDAFE)/Asociación Internacional de Estudiantes de Ciencias Económicas y Comerciales (AIESEC).** Seminario “el Arte de Hablar en Público”. 5 días de duración. 1996. Cuenca, Ecuador.
- **Universidad del Azuay/EcoCiencia.** Foro regional sobre biodiversidad en el Austro ecuatoriano. 3 días de duración. 1996. Cuenca-Ecuador.
- **PUCE-Q.** Miembro del comité organizador de las Primeras jornadas universitarias sobre Desarrollo Sustentable. 5 días de duración. 1996. Quito-Ecuador.

- **UDAFE/AIESEC-CUENCA.** Seminario de desarrollo de líderes (SDL). 1996. Cuenca-Ecuador.
- **PUCE-Q.** Seminario "Mamíferos del Ecuador". 3 días de duración. 1996. Quito-Ecuador.
- **Universidad del Azuay.** Curso "Herpetofauna del Ecuador". 15 días de duración. Cuenca-Ecuador.
- **AIESEC-Ecuador.** Seminario de Desarrollo de Líderes y Planeación Estratégica. 3 días de duración. 1995. Santa Elena, Ecuador.
- **Federación de Estudiantes de la PUCE-Q (FEUCE-Q)/AIESEC-Quito.** Seminario de planeación estratégica. 3 días de duración. 1995. Quito, Ecuador.
- **Cruz Roja del Ecuador.** Curso "Primeros auxilios básicos". 15 días de duración. 1995. Quito, Ecuador.

VOLUNTARIADOS

- **Instituto de Ciencia y Tecnología Ambiental-Universidad Autónoma de Barcelona.** II Conferencia Internacional en Decrecimiento Sustentable. 2010. Barcelona, España.
- **Friends of the Earth-Scotland (Amigos de la tierra-Escocia).** Trabajo voluntario en las campañas de justicia ambiental y deuda ecológica. 2004. Edimburgo, Escocia.
- **Universidad del Azuay.** Vocal Principal al Consejo Universitario por la facultad de Ciencia y Tecnología. 1998. Cuenca, Ecuador.
- **Red Internacional de Universitarios para el Desarrollo Sustentable (RIUMADES).** Miembro del equipo organizador de las primeras jornadas universitarias sobre Desarrollo Sustentable. 1996. Quito, Ecuador.
- **FEUCE-Q.** Miembro del comité organizador de la Segunda Bienal de Ciencia y Tecnología. 1995-1996. Quito-Ecuador.
- **FEUCE-Q.** Coordinador del área cultural. 1995-1996. Quito-Ecuador.
- **FEUCE-Q.** Consejo editorial de la revista "Campus". 1995-1995. Quito-Ecuador.
- **PUCE-Q.** Presidente del Centro Universitario para la Protección del Ambiente (CUPPA). 1994-1995. Quito-Ecuador.
- **Miembro fundador del Frente Juvenil por la Paz y posteriormente "Utopía".** Conformado a raíz de la guerra no declarada entre Ecuador y Perú en el Cenepa. 1995-1996. Quito-Ecuador.