



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA  
Y URBANISMO**

**HUELLA ECOLÓGICA Y ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS:**  
Indicadores de Sostenibilidad para el Ordenamiento Territorial  
*Análisis en el cantón Cuenca*

**Realizado por:**  
ING. AMB. MARTÍN CARPIO P.

**Director de Tesis:**  
ING. JAIME DOMÍNGUEZ D.

Tesis previa a la obtención del Título de Máster en Ordenación Territorial.

*Cuenca, a 17 de Septiembre del 2013*



## RESUMEN

El presente documento plantea una aproximación al modelo de Ordenación Territorial en base a Ecosistemas Estratégicos, el manejo de áreas delimitadas por funciones y características sistémicas específicas de dichos ecosistemas.

Se propone el análisis del territorio con un enfoque de regulación, abastecimiento, modificación y recepción de los recursos naturales desde el punto de vista de los ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS, como ejes del desarrollo en el territorio, una propuesta con visión de sistema complejo con entrada y salida de energía, procesos y modificaciones territoriales, con la finalidad de tener una visión clara de lo que se necesita para el desarrollo tanto en producción como en servicios básicos.

Al identificar los ecosistemas estratégicos y categorizarlos se puede definir con mayor claridad la huella ecológica ejercida sobre estos espacios, que facilitará el generar nuevas propuestas para un manejo adecuado y específico, en base al conocer de mejor manera del funcionamiento del mismo.

## ABSTRACT

The present document suggests an approximation to a Model of Land Use Planning based on Strategic Ecosystems, using polygons delimited by specific functions and ecosystem characteristics.

The territorial analysis with a focus on regulation, supply, modification and reception of natural resources from the Strategic Ecosystem point of view, as axes of territorial development, a proposal with the vision of a *complex system* with inputs and outputs of energy, processes and territorial modifications, with the purpose of a clearer vision of what is needed for development as well as production as basic services.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

By identifying and categorizing Strategic Ecosystems, it can be clearly defined the Ecological Foot Print of a territory, furthermore new proposals for ecosystem improvement and to generate sustainable development, based on a better understanding of the Ecosystem functions, its biocapacity or carrying capacity.



## INDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b> .....	<b>2</b>
<b>CAPITULO I INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. OBJETIVOS .....	14
2.1. <i>Objetivo General</i> .....	14
2.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	15
<b>CAPITULO II MARCO CONCEPTUAL</b> .....	<b>17</b>
1. EL TERRITORIO.....	17
1.1. <i>Las actividades a ordenar</i> .....	19
1.2. <i>La localización de actividades en el espacio</i> .....	20
1.3. <i>Regularización de su comportamiento</i> .....	20
2. LA HUELLA ECOLÓGICA.....	20
2.1. <i>Huella global, regional, actuación local y extensión por cuencas</i> .....	21
3. ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS.....	24
3.1. <i>Los Ecosistemas como proveedores de bienes y servicios ambientales</i> .....	26
4. ECOSISTEMAS Y LA HUELLA ECOLÓGICA.....	34
<b>CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>38</b>
1. CALCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA.....	38
1.1. <i>Que calculamos en la Huella Ecológica</i> .....	38
1.2. <i>Otras Consideraciones Metodológicas</i> .....	42
2. CÁLCULO DE LA BIOCAPACIDAD.....	43
3. DETERMINACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS (EE).....	44
a. <i>Métodos para la Identificación de Ecosistemas Estratégicos (EE)</i> .....	46
b. <i>Metodología Multicriterio para la determinación de los EE</i> .....	49
<b>CAPITULO IV - DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL CANTÓN CUENCA</b> .....	<b>58</b>
1. EL MEDIO FÍSICO.....	59
1.1. <i>Clima</i> .....	59
1.2. <i>Aire</i> .....	62
1.3. <i>Agua</i> .....	63
1.4. <i>Materiales, Procesos y Formas</i> .....	67
1.5. <i>Medio Biótico</i> .....	71
2. AFECCIONES LEGALES AL SUELO.....	75
2.1. <i>Parque Nacional Cajas</i> .....	75
2.2. <i>Áreas de Bosques y Vegetación Protectora</i> .....	76
2.3. <i>Concesiones Mineras</i> .....	78
2.4. <i>Patrimonio Cultural</i> .....	79
2.5. <i>Amenazas Naturales</i> .....	79
3. SISTEMA DE POBLACIÓN Y ACTIVIDADES.....	80
3.1. <i>Características de la Población</i> .....	80
4. SISTEMA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS.....	81



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

4.1. Servicios y Cobertura Eléctrica.....	82
4.2. Agua para consumo Humano.....	82
<b>CAPITULO V - HUELLA ECOLÓGICA Y BIOCAPACIDAD DEL CANTÓN CUENCA.....</b>	<b>88</b>
1. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.....	88
1.1. Información recolectada.....	88
2. ESTIMACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA.....	90
2.1. Estimación de la Huella Ecológica relacionada a alimentos.....	90
2.2. Estimación de la Huella Ecológica por disponibilidad de agua.....	92
2.3. Estimación de la Huella asociada con el consumo eléctrico.....	92
2.4. Estimación de la Huella Ecológica respecto a uso de energía fósil.....	96
3. ESTIMACIÓN FINAL DE LA HUELLA ECOLÓGICA. ....	97
4. CÁLCULO DE LA BIOCAPACIDAD.....	98
<b>CAPTULO VI - DETERMINACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS DEL CANTÓN CUENCA.....</b>	<b>102</b>
1. IDENTIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS. ....	102
1.1. Ecosistemas del cantón Cuenca.....	103
2. CATEGORIZACIÓN DE ECOSISTEMAS.....	107
3. VALORACIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS. ....	109
4. FUNCIÓN E IMPORTANCIA DE LOS E.E. PRIORIDAD 1 Y 2 EN EL CANTÓN CUENCA.....	112
4.1. Ecosistemas Estratégicos de Prioridad 1.....	113
4.2. Ecosistemas Estratégicos de Prioridad 2.....	117
5. CONFLICTOS DE SUPERPOSICIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS.....	127
<b>CAPTITULO VII. PROPUESTA DE TRASVERSALIDAD.....</b>	<b>132</b>
1. ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS EJES DEL DESARROLLO TERRITORIAL.....	132
2. LA HUELLA ECOLÓGICA Y LA BIOCAPACIDAD COMO INDICADOR ÚTIL. .	133
<b>CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>136</b>
1. CONCLUSIONES.....	136
2. RECOMENDACIONES. ....	137
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>138</b>



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Huella Ecológica y Biocapacidad a diferentes escalas.....	24
Tabla 2. Tipos de terrenos del análisis.....	39
Tabla 3. Tipología de actividades vinculadas a la huella ecológica.....	40
Tabla 4. Factores de equivalencia.....	42
Tabla 5. Cuadro de función de Ecosistemas.....	51
Tabla 6. Matriz para la identificación de servicios ambientales y ecosistemas estratégicos. ....	52
Tabla 7. Matriz de valoración según importancia de los Ecosistemas. ....	53
Tabla 8. Subcuencas Hidrográficas del cantón Cuenca.....	64
Tabla 9. Área de Humedales por Subcuencas.....	66
Tabla 10. Geomorfología del cantón Cuenca.....	71
Tabla 11. Uso de Suelo y Cobertura Vegetal.....	73
Tabla 12. Vegetación Remanente del cantón Cuenca. ....	74
Tabla 13. Áreas de Bosque y vegetación Protectora del cantón Cuenca.....	77
Tabla 14. Crecimiento y decrecimiento de la población en el cantón Cuenca.	81
Tabla 15. Desechos producidos en Cuenca por tipo de desecho. ....	85
Tabla 16. Requerimiento diario de alimentos 2008.....	91
Tabla 17. Factores de equivalencia.....	95
Tabla 18. Vehículos en el cantón por combustible.....	96
Tabla 19. Huella Ecológica diaria del cantón Cuenca.....	98
Tabla 20. Uso del Suelo en el cantón Cuenca (has). ....	99
Tabla 21. Vegetación remanente natural. ....	103
Tabla 22. Ecosistemas artificiales del cantón Cuenca.....	104
Tabla 23. Caracterización de los Ecosistemas.....	107
Tabla 24. Resumen de caracterización.....	109
Tabla 25. Matriz de valoración según importancia de los Ecosistemas. ....	110
Tabla 26. Valoración según Importancia de conservación y manejo de los ecosistemas Estratégicos. ....	112
Tabla 27. Áreas de Bosque y vegetación Protectora del cantón Cuenca.....	121
Tabla 28. Caudal Promedio.....	123



## INDICE DE MAPAS

Mapa 1. Precipitaciones Anuales acumuladas .....	60
Mapa 2. Isotermas.....	61
Mapa 3. Cuencas hidrográficas .....	64
Mapa 4. Red Hidrográfica. ....	65
Mapa 5. Humedales del cantón.....	67
Mapa 6. Altimetría del cantón.....	68
Mapa 7. Pendientes. ....	70
Mapa 8. Vegetación remanente. ....	75
Mapa 9. Parque Nacional Cajas.....	76
Mapa 10. ABVP del cantón Cuenca. ....	77
Mapa 11. Concesiones Mineras. ....	78
Mapa 12. Patrimonio Cultural.....	79
Mapa 13. Áreas propensas a Inundaciones. ....	80
Mapa 14. EE. Bosques primarios.....	114
Mapa 15. EE. Páramo .....	115
Mapa 16. EE. P.N. Cajas .....	117
Mapa 17. EE. Sembríos .....	119
Mapa 18. Áreas pobladas.....	120
Mapa 19. E.E. ABVP .....	122
Mapa 20. E.E. Ríos .....	123
Mapa 21. Calidad de agua de los ríos del cantón .....	124
Mapa 22. E.E. Humedales.....	125
Mapa 23. E.E. Áreas degradadas .....	127
Mapa 24. Conflictos de Superposición .....	128
Mapa 25. Importancia según ubicación.....	130



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

Yo, Martin Santiago Carpio Padilla, autor de la tesis "Huella Ecológica y Ecosistemas Estratégicos: Indicadores de Sostenibilidad para el Ordenamiento Territorial – Análisis en el cantón Cuenca", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Magister en Ordenación Territorial. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 16 de septiembre de 2013



Ing. Martín Carpio P  
0103932497

---

*Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999*

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316  
e-mail [cdjbv@ucuenca.edu.ec](mailto:cdjbv@ucuenca.edu.ec) casilla No. 1103  
Cuenca - Ecuador



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

Yo, Martin Santiago Carpio Padilla, autor de la tesis "Huella Ecológica y Ecosistemas Estratégicos: Indicadores de Sostenibilidad para el Ordenamiento Territorial – Análisis en el cantón Cuenca", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 16 de septiembre de 2013



Ing. Martín Carpio P  
0103932497

---

*Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999*

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316  
e-mail [cdjbv@ucuenca.edu.ec](mailto:cdjbv@ucuenca.edu.ec) casilla No. 1103  
Cuenca - Ecuador



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

**HUELLA ECOLOGICA Y ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS:**  
Indicadores de Sostenibilidad para el Ordenamiento Territorial  
*Análisis en el cantón Cuenca*



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCIÓN**



## **CAPITULO I INTRODUCCIÓN**

### **1. INTRODUCCIÓN.**

La población es la causa y efecto de todo proceso de ordenamiento, de todo modelo de desarrollo y de toda consideración ambiental.

La necesidad de ordenar un territorio determinado surge en el momento mismo en que dicho territorio es habitado, es decir, en el momento en que sobre ese territorio se asienta una población. El ordenamiento no se refiere al territorio en sí mismo, sino a las relaciones que una población determinada establece con ese territorio.

Por tanto, dicho ordenamiento debe contemplar el conocimiento histórico de la región, para entender su situación actual, generar una visión a futuro deseable y posible y encauzar acciones hacia esa meta.

El desarrollo urbano, a menudo interpretado como indicador del crecimiento económico, lleva en su genética incorporadas estas presunciones. Más allá del uso directo del espacio, la planificación urbana no se ha ocupado del espacio que la ciudad y su funcionamiento, organizan y apropian, a fin de mantener indefinidamente los niveles de bienestar propios de la vida urbana moderna y de los cuáles, al menos en Ecuador, solamente puede disfrutar una minoría de ciudadanos.

A partir de indicadores de Sostenibilidad, se desarrolla el concepto de Ecosistema Estratégico, como propuesta de nuevos ámbitos analíticos para la planificación Territorial que conecten el universo aislado de las ciudades, con el medio físico circundante conformado por el territorio que los abastece y disipa sus contaminantes.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

La importancia de ordenar y transformar los territorios en “comunidades humanas sostenibles”, radica en que las urbes son intrínsecamente insostenibles porque muy pocos de los recursos naturales usados por sus habitantes provienen de sus propios límites, exigiendo aun más recursos de ecosistemas estratégicos alejados; acuíferos, humedales, bosques y tierras de cultivo, imprescindibles para la supervivencia de la población. Es así que del mismo modo en que la naturaleza no puede concentrar los recursos necesarios para hacer sostenible la vida urbana, tampoco puede dispersar las enormes cantidades de desechos producidos. Estas condiciones de complejidad se agravan con el continuo crecimiento de las ciudades; Según el Living PlanetReport 2006 de la WorldWildlifeFoundation; actualmente, alrededor del 50% de la población humana vive en zonas urbanas y para el año 2025 se prevé que el porcentaje de población urbana llegará al 75%, hemos entrado en una nueva era donde el estilo de vida predominante es y será el urbano.

Los Territorios ecológicamente sostenibles deben ser capaces de: cerrar los ciclos de los nutrientes, reciclar los desechos, reducir las emisiones de CO2 con sistemas de transportes “limpios” y eficientes, tener autosuficiencia energética a través de energías alternativas, contar con hábitats naturales dentro y fuera de los perímetros urbanos que permitan la regulación del clima y el esparcimiento e integración de sus pobladores, tener un balance adecuado entre su densidad y la proximidad de obtener sus recursos y de asimilar sus desechos, potenciar los usos mixtos de los centros urbanos, tener una visión y dimensión humana. (Dreher. 2007)

La huella ecológica mide la demanda de la humanidad sobre la biosfera, en términos de área de tierra y agua biológicamente productiva para proporcionar los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por un individuo promedio. Las personas consumen recursos y servicios ecológicos provenientes de todos los lugares del propio territorio, de tal manera que su huella es la suma de estas áreas de consumo, -donde quiera que se encuentren.



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

No hay duda de que se ha avanzado en la construcción de indicadores de “sustentabilidad fuertes” como la Huella Ecológica, pero aún estamos lejos de tener un indicador global que pueda dar cuenta de la (in)sostenibilidad de los Territorios. La Huella Ecológica (HE), no obstante es un indicador que a nivel global nos da una idea del “déficit ecológico” o el “superávit ambiental”, partiendo del supuesto que los consumos son homogéneos, lo cual no es cierto, al menos, si consideramos y contrastamos los consumos promedio de los habitantes de las zonas urbanas con los consumos per cápita de zonas rurales. En los ámbitos local, regional o nacional, la HE es un instrumento útil para la toma de decisiones de gestión ambiental en dichos niveles. **La HE es una herramienta útil para tomar decisiones relacionadas con la planificación de uso del suelo o el espacio ambiental** para proveer los alimentos, la energía, el agua, la determinación de los ecosistemas estratégicos, el espacio público y los espacios para la disposición de residuos de una ciudad o de una población determinada.

En esta perspectiva, es necesario el estudio y análisis de ciertos indicadores que sirvan de guía base para la elaboración de un Plan de Ordenamiento Territorial adecuado a nuestra realidad y a las capacidades del territorio.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. *Objetivo General.*

- Realizar el planteamiento de una propuesta de planificación territorial con enfoque hacia los Ecosistemas Estratégicos como ejes del desarrollo sostenible, partiendo del requerimiento de servicios básicos en base al cálculo simple de la Huella Ecológica en el cantón Cuenca.



## **2.2.      Objetivos Específicos.**

- Establecer la Huella Ecológica y la Biocapacidad territorial del cantón Cuenca, mediante la aplicación de una metodología de cálculo simple.
- Identificación y priorización de áreas de abastecimiento y recepción de recursos naturales del cantón Cuenca en función de la metodología de valoración multicriterio.
- Determinar la importancia de los Ecosistemas Estratégicos identificados, así como su función territorial y su prioridad en el manejo para el desarrollo del cantón Cuenca.
- Analizar la factibilidad de una planificación territorial en base al manejo de los Ecosistemas Estratégicos, como ejes del desarrollo del territorio.



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

## **CAPITULO II**

# **MARCO CONCEPTUAL**



## CAPITULO II MARCO CONCEPTUAL

### 1. EL TERRITORIO.

“El sistema territorial es una construcción social que representa el estilo de desarrollo de una sociedad; se forma mediante las actividades que la población practica sobre el medio físico y de las interacciones entre ellas a través de los canales de relación que proporcionan funcionalidad al sistema. La población se organiza en grupos de interés y genera instituciones que la vertebran así como normas legales que, junto a las propias de todo sistema, definen las reglas del juego gracias a las cuales el sistema funciona de una forma que tiende al equilibrio *Dinámico*” (Gómez Orea, 2008).

El autor para los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, considera los siguientes componentes del Sistema Territorial:

1. Medio Físico o sistema natural.
2. Población y actividades.
3. Asentamientos humanos e infraestructuras.
4. Marco Legal e institucional.

De igual manera genera una serie de criterios de base para la elaboración de los planes de ordenamiento territorial y estos se centran en la población y el medio ambiente.

- En cuanto desarrollo: identifica y selecciona las actividades a ordenar según criterios de integración y coherencia con las características del espacio.
- En cuanto a la organización espacial: distribuye de forma coherente, entre si y con el medio, las actividades en el espacio, de acuerdo a criterios de integración ambiental y de funcionalidad.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

- En cuanto al control: además de controlar el uso del suelo, regula el comportamiento de las actividades según criterios de sostenibilidad.

En cuanto al equilibrio dinámico del territorio, o entre los distintos ámbitos territoriales, se entiende en términos de calidad de vida, es decir, de similares niveles de renta, condiciones de vida y trabajo y calidad ambiental, todo ello de acuerdo con criterios de equidad entre unidades territoriales como garantía de estabilidad y cohesión social.

Así pues la promoción, ordenación, regulación, funcionalidad e integración, son las palabras clave, los conceptos, que caracterizan a la ordenación territorial y a sus objetivos perseguidos, de igual forma su importancia varia con la problemática identificada en la zona en la que se aplica: ejemplo, si en zonas rurales profundas, hay que poner énfasis en la promoción, es decir en la búsqueda de actividades capaces de diversificar la economía, en las zonas dinámicas hay que atender más al control de la localización y del comportamiento de las actividades a ordenar.

Situados en una determinada unidad geográfica, ubicada en un contexto exterior, tres elementos básicos soportan el modelo<sup>1</sup>.

- Las actividades humanas a ordenar, principales o de mayor importancia.
- Su localización en el espacio
- La regularización de su comportamiento

Los elementos expuestos también responden a sub elementos que se deben considerar, a continuación descritos:

---

<sup>1</sup> Gómez Orea, 2008, La Ordenación Territorial.



### 1.1. **Las actividades a ordenar**

Es necesario cuestionarnos con respecto por que se generan las actividades humanas (productivas), basados en los siguientes criterios:

- a. Los problemas, necesidades, expectativas y aspiraciones de la población involucrada.
- b. Las características de recursos que poseen: naturales, infraestructura, humana y entorno en general.
- c. Oportunidad por localización y ventajas de comercio (proximidad de una ciudad grande).
- d. Como se ubica con respecto al sistema territorial en el que se inserta (comunidades, parroquias, cantones, etc.).

Luego existen más planteamientos a considerar, como son la localización y comportamiento de las actividades, que se responden a través del modelo relacional *actividades – entorno*, que entiende las actividades humanas en términos metabólicos, como un organismo que:

- e. Utiliza influyentes: agua, energía, recursos naturales, materias primas, etc.
- f. Está formado por elementos físicos u orgánicos, que ocupan y adaptan un espacio: edificios, infraestructuras, instalaciones, espacios modificados y equipos en general.
- g. Emite efluentes, en forma de materiales: emisiones, vertidos, residuos y energía: ruidos vibraciones, radiaciones, etc.

- Concluyendo que las poblaciones requieren de su entorno 3 funciones.

- h. Fuente de recursos naturales y materias primas que utilizan las actividades en su construcción y su explotación.
- i. Soporte de los elementos físicos que forman la actividad.



- j. Receptor de los efluentes que emite la actividad.

### **1.2. La localización de actividades en el espacio**

La localización de actividades deberá estar acorde con la lectura del entorno, lo que se concreta con los 2 criterios siguientes, todos ellos directamente asociados al sistema territorial:

- A. *Adecuarse a la lectura del medio físico, lo que se traduce en respetar la capacidad de acogida del medio físico.*- Toda actividad ocupa y transforma un espacio, por su parte el entorno no es homogéneo sino que se organiza en “unidades ambientales” las mismas que determinaran la compatibilidad e incompatibilidad, dependiendo de la **capacidad de acogida**<sup>2</sup> de los territorios.
- B. *La funcionalidad del conjunto.*- Aquí determinamos cuan compatible, incompatible, disfuncional o neutro son las actividades con respecto a las demás actividades existentes, a la población y al entorno.

### **1.3. Regularización de su comportamiento**

Toda actividad necesita recursos o materia prima, que la transforma y genera desechos, el control, la regularización y la generación de mecanismos de mejora en la gestión ambiental.

## **2. LA HUELLA ECOLÓGICA**

La Huella Ecológica es definida por sus propios autores, William Rees y MathisWackernagel, como: “El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático) necesaria para producir los

---

<sup>2</sup> La capacidad de un territorio para soportar actividades humanas determinadas y específicas para ese territorio, sin que ésta sea perjudicada a nivel de impactos ambientales o degradaciones extremas, PNUMA.



recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área”, “Un indicador ambiental de carácter integrador del impacto que ejerce una cierta comunidad humana, país, región o ciudad sobre su entorno”. Es el área de terreno necesario para producir los *recursos* consumidos y para asimilar los *residuos* generados por una población determinada con un modo de vida específico, donde quiera que se encuentre esa área.

Se basa en la hipótesis de que para cualquier bien que se produzca o consuma, independientemente de la tecnología utilizada, es necesario un flujo de materiales y energía. Este flujo de materiales y energía ha de ser producido por un sistema ecológico.

Necesitamos sistemas ecológicos, naturales o artificiales, para reabsorber los desechos generados durante el ciclo de producción y uso de los productos finales; y ocupamos espacio con las infraestructuras, vivienda, equipamientos, etc., reduciendo la superficie de los ecosistemas productivos.

Sus unidades son: para un habitante: hectáreas/habitante/año; para un territorio: hectáreas/año; y para un producto o actividad: hectáreas/unidad de producto o servicio.

### **2.1. *Huella global, regional, actuación local y extensión por cuencas.***

Para poder tener una visión más clara de la situación de la zona en la que se analiza su Huella Ecológica, es necesario poder echar un primer repaso de la huella de cada región y su biocapacidad para definir si esta muestra una reserva ecológica o está en déficit: Considerando su imponente biocapacidad, América del Norte tiene un déficit por persona más alto: una persona promedio



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

utiliza 7,2 has globales<sup>3</sup> más que las que la región tiene disponibles. Le sigue la Unión Europea, con un déficit por persona de 2,9 has globales<sup>4</sup> y es una región que utiliza más del doble de su propia biocapacidad. En el otro extremo esta América Latina y el Caribe; con reservas ecológicas de 4,8 has globales per cápita, de tal manera que la huella ecológica de una persona promedio en esta región es solo un tercio de la biocapacidad disponible en la región para cada persona.

Para hacer una aproximación rápida se tiene que analizar el contexto nacional que según los datos estadísticos del INEC para el año 2010 la población total del Ecuador es de 14'306.876 habitantes, marcando una Huella Ecológica de aproximadamente 1.5 hectáreas por persona<sup>5</sup>. Según esta información requeriríamos de una extensión del orden de 21'307.350 de hectáreas para mantener nuestra forma de vida y nuestras actividades actuales, lo cual indica que el Ecuador con una superficie de 25'636.950 hectáreas de área útil, aún cuenta con una reserva de área ecológica. Esta reserva sería de 4'329.600 hectáreas para completar su extensión continental sin incluir sus espacios marinos, estos datos contrastan notablemente con los resultados del Informe de Footprint Network en el 2008 que dan como resultado una huella ecológica de 2.2. has/hab/año y una biocapacidad de 2,1 ha/hab/año, dejando un déficit de 0,1 has/hab/año.

Sin embargo este cálculo promedio puede ser muy engañoso, si se consideran las diferencias regionales. Así por ejemplo, según los datos de población entregadas por el INEC, Azuay con un registro para 2010 de 712.127 habitantes, con una superficie de 871.882 hectáreas y su concentración de actividades, excedió hace mucho tiempo la capacidad de soporte que establecen sus propios límites (1,22BC<sup>6</sup>) y ha extendido su huella ecológica a la región que la rodea, generando conflictos por el uso de los recursos

---

<sup>3</sup>Foodprint Network, base de datos 2005.

<sup>4</sup>Foodprint Network, base de datos 2005.

<sup>5</sup> La Huella ecológica es el área que necesita un individuo para subsistir, es decir alimentación movilización y área de desecho.

<sup>6</sup>Footprint Network, 2009.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

naturales; por otro lado Ecuador, con una huella ecológica total de 1,5 y con una reserva ecológica de 0,305 hectáreas globales per cápita, está casi a la par de la biocapacidad disponible para cada persona.

Inclusive dentro de espacios menores se puede diferenciar más claramente como las concentraciones de población en las zonas urbanas, inciden drásticamente en la demanda de producción y capacidad de autodepuración del territorio, como se muestra en la Tabla N° 1, se ha realizado una comparación a diferentes escalas tomando como fijo el valor de 1.5 de Huella Ecológica para la población de la provincia tomada de trabajos previos y otras investigaciones donde se asume que los consumos y producción de residuos es homogénea entre la población rural y urbana a nivel nacional, cosa que sabemos en la realidad no es cierto, por otro lado en una comparación sencilla entre la Cuenca de Río Jubones y la Cuenca del Río Paute dentro de la provincia del Azuay se tiene que en Jubones existe una Reserva Ecológica de 1,7 ha/pC, mientras en la cuenca del Paute existe un déficit ambiental de 0,9 ha/pC, pero a esto se debe considerar que a simple vista la realidad es diferente, debido a la productividad de sus suelos y la disponibilidad de recurso hídrico.

Mientras en la primera cuenca se determina un déficit de recurso hídrico tanto como para el consumo humano como para fomentar la productividad de tus tierras, en la segunda se encuentra ubicada la mayor fuente de hidroelectricidad del país, además de otras fuentes menos importantes y los índices de productividad de los suelos son mucho mayores.

Por otro lado las concentraciones de poblaciones urbanas y rurales son totalmente opuestas en las dos cuencas, teniendo así en la cuenca del Jubones un 21% de población urbana mientras en la cuenca del Paute esta asciende a un 70%, demostrando que el desarrollo de una población depende en gran medida de la generosidad de tus tierras y más aún de la disponibilidad del recursos hídrico.



Tabla 1. Huella Ecológica y Biocapacidad a diferentes escalas.

	Total Huella Ecológica	Total de Biocapacidad	Total de Reserva Ecológica (o Deficit)
Mundial	2,7	2,1	0,6
Estados Unidos	7,2	3,9	3,3
Unión Europea.	4,1	1,2	2,9
América Latina y El Caribe	2,4	4,8	2,4
Ecuador	2,2	2,1	(0,1)
Azuay	1,5	1,2	(0,3)
Cuenca del Río Jubones	1,5	3,2	1,7
Cuenca del Río Paute	1,5	0,565	(0,9)

Fuente: DATA UPDATED, based on National Footprint Accounts 2008 edition: October 26, 2008

Elaboración: Ing. Martín Carpio.

### 3. ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS.

Es necesario iniciar puntualizando que la sociedad interactúa con los ecosistemas al hacer uso de los bienes y servicios que ofrecen aquellos y a través de la transformación que la sociedad induce en ellos, a veces a consecuencia del uso mismo. Ello incide en la forma como la sociedad se organiza, al favorecer o dificultar determinados usos, por ejemplo condiciones económicas derivadas de tipos de explotación de recursos o de producción agropecuaria, para aludir a formas muy básicas de interacción social con su entorno. Esta interacción influye en las relaciones sociales, económicas, políticas y culturales al interior de una sociedad dada y entre sociedades.

Para mejor entender a lo que se está haciendo referencia, cabe explicitar que los ecosistemas son unidades estructurales y funcionales de la naturaleza, conformadas por conjuntos de organismos que interactúan entre sí y con el entorno físico o hábitat, a través de intercambios de materia, energía e información. Los principales tipos de ecosistemas terrestres son diferentes clases de selvas, bosques, sabanas, xerofitas y páramos tropicales, hoy en gran parte sustituidos por ecosistemas de relevo o de corto tiempo, en especial



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

pastos y en menor grado cultivos temporales y permanentes, además de infraestructuras artificiales: vías, ciudades. Los ecosistemas acuáticos continentales incluyen principalmente ríos con planicie inundable que incluyen ciénagas, ríos y quebradas menores, lagos y lagunas.

Estos muy diferentes sistemas ecológicos tienen en común la capacidad de influir sobre los ciclos hidrológicos y climáticos, de crear, mantener y regenerar continuamente condiciones para la vida de una enorme diversidad de organismos. Gran parte de la regularidad en el funcionamiento de la naturaleza deriva del control que los ecosistemas ejercen sobre las condiciones del medio físico y sobre las poblaciones de especies vivientes que los conforman. De su estructura y funcionamiento, la especie y las sociedades humanas derivan así mismo una serie de bienes, como son los recursos naturales (agua, madera, suelos, caza, pesca, especies útiles), y de servicios, que incluyen las ofertas climáticas, hídrica, energética y edáfica, fundamentales para la agricultura, la ganadería y la mayoría de las actividades humanas. Un ensayo de clasificación de las formas a través de las cuales la sociedad interactúa con los ecosistemas permite identificar las siguientes categorías, que se ejemplifican a continuación:

1. Satisfacción de necesidades básicas: provisión de agua, aire, suelos para la producción de alimentos, energía.
2. Producción económica: provisión oportuna de agua, energía, materias primas.
3. Prevención de riesgos: prevención de deslizamientos, inundaciones, terremotos, huracanes.
4. Relaciones políticas, sociales, culturales, históricas: alrededor de cuencas hidrográficas, territorios tradicionales, patrimonios (biodiversidad).
5. Mantenimiento de funciones ecológicas básicas: regulación clima e hidrología, conservación de biodiversidad.
6. Función como sumidero o vertedero de desechos: atmósfera planetaria, ríos que reciben aguas negras, botaderos de basura.



7. Provisión de recursos naturales: principalmente pesca, maderas finas, extractos medicinales.

### ***3.1. Los Ecosistemas como proveedores de bienes y servicios ambientales.***

A continuación se hace una reseña de bienes y servicios aportados por los ecosistemas a la sociedad (Márquez, 1996), como base para el planteamiento adicional en el sentido de que algunos ecosistemas aportan una proporción mayor de los mismos y son, por lo tanto, estratégicos al respecto.

#### *3.1.1. Ecosistemas que satisfacen necesidades básicas de la sociedad*

La satisfacción de algunas necesidades básicas sociales, tales como el abastecimiento de agua, aire, alimentos y energía, depende en alto grado, cuando no completamente, del aporte de los sistemas naturales. Para ilustrar los servicios de satisfacción de necesidades básicas que prestan los ecosistemas basta analizar un caso, quizá el servicio social más evidente que prestan los ecosistemas: proveer agua con la calidad, oportunidad y en la cantidad debidas.

Respecto al agua, la humanidad es plenamente dependiente de procesos naturales de producción, apenas modificados mediante sistemas de almacenamiento. La humanidad no ha tenido que inventar, aún, fábricas de agua, pues cuenta con las naturales. “Una ciudad como Bogotá, con más de seis millones de habitantes, consume anualmente 500.000.000 de metros cúbicos de agua, sin los cuales no sería posible su existencia y funcionamiento como ciudad. Esta agua es provista por menos de 100.000 hectáreas de ecosistemas de bosques andinos y páramos en alto riesgo y para cuya protección se cuenta con recursos muy escasos. Ello es así a pesar de que por esta agua se cobran más de U\$300 millones anuales y que sin ella el agua de la ciudad y la salud de la población se vería deteriorada”. (Marquez, 1996).



Así como no hay fábricas de agua, tampoco las hay de suelos, de aire, de clima, depaisajes; las “fábricas” de energía (centrales hidroeléctricas, termoeléctricas) sólotransforman y utilizan las fuentes naturales. Los ecosistemas frágiles o “máquina productiva”están siendo degradadaspor procesos productivos no tecnificados de alto crecimiento espacial.

### 3.1.2. *Ecosistemas para la producción económica*

Los procesos productivos, industriales y agropecuarios, dependen en alto grado de insumosnaturales como agua, energía, suelos, materias primas, y no solo de capital financiero yhumano o de procesos productivos artificiales. Esta contribución del aparato natural alaparato productivo de la economía no está adecuadamente incorporada, no digamos en losanálisis de costo beneficio, pero ni siquiera en las mentes de muchos ambientalistas oeconomistas ambientales, si bien son cada vez más frecuentes las referencias al capitalnatural en los análisis económicos. Pero es posible ir más allá y afirmar que los ecosistemasforman parte del aparato productivo mismo del país y de todas y cada una de sus unidadesde producción, incluyendo no sólo las industrias grandes y pequeñas sino al agro y a lossectores de servicios, en la medida que todos son usuarios de agua, energía, materiasprimas, entre otros insumos imaginables.

Los sectores productivos deberían preocuparse por el mantenimiento de esta parte de suaparato productivo tanto como por la de sus instalaciones y maquinarias y tienen en ellouna responsabilidad que debe ser asumida conscientemente. La conservación del medioambiente entraría así a ser parte de la inversión necesaria en el mantenimiento de lainfraestructura productiva del país, región y de las empresas y no el gasto pomposo que aún parecía muchas personas.



### 3.1.3. *Ecosistemas para la prevención de riesgos.*

La naturaleza está sometida de por sí a eventos catastróficos: deslizamientos, inundaciones, terremotos, huracanes. No obstante, desarrolló a lo largo de milenios mecanismos reguladores de tales cambios, que tienden a evitarlos o a amortiguarlos. Así, los bosques, para citar un ejemplo, tienen la capacidad de amortiguar las crecientes e inundaciones, a través de su influencia sobre los ciclos hidrológicos, pero así mismo disminuyen los riesgos de erosión o deslizamiento y pueden, por esta vía, moderar incluso los efectos de los terremotos y los huracanes. Puede decirse que existe un Sistema Natural de Prevención de Desastres. La intervención humana del medio altera este mecanismo y propicia “catástrofes ambientales” que, con frecuencia, no son otra cosa que los mismos fenómenos naturales, agravados por el hombre (Márquez, 1996).

Cada año se producen, en el país y en el mundo, numerosas catástrofes. El año de 1996 hubo miles de damnificados directos, a consecuencia de inundaciones; las pérdidas económicas fueron incalculables. En los años 1998 y 1999 hubo numerosos damnificados y graves pérdidas en cosechas por un fenómeno opuesto, de sequía, que generó “El Niño”. Para este año se espera una nueva y prematura arremetida de El Niño, después de un tiempo de relativa calma, en la cual no han faltado sin embargo los desastres. Los efectos del huracán Mitch en Centroamérica y los deslizamientos en el Estado Vargas en Venezuela son otros ejemplos recientes y cercanos de catástrofes. En los últimos años, estas catástrofes, sobre todo de origen climático, se han incrementado a niveles enormes a nivel mundial, con costos en vidas y económicos descomunales. Muchos de ellos hubieran sido menores o podido evitarse si los ecosistemas estuvieran en mejor estado; pero sin bosques que moderen el clima y los vientos, regulen la escorrentía o retengan los suelos, incluso eventos climáticos menores alcanzan proporciones desastrosas. No obstante, ni las políticas sobre desastres, ni las ambientales, reflejan un reconocimiento adecuado de esta función crucial de los ecosistemas.



La inversión en el mantenimiento del sistema natural de prevención de desastres es, en consecuencia, irrisoria.

#### 3.1.4. *Ecosistemas en relaciones políticas y sociales.*

El medio ambiente cobra creciente importancia en las relaciones internacionales, en la medida que se reconoce el carácter global de muchos procesos de perturbación, como el cambio climático o el deterioro de la capa de ozono. Hay quienes consideran que el cambio climático es el principal problema estratégico mundial (Gore, 1992) por su capacidad de desestabilizar políticamente el Planeta en caso de que, por su causa, se genere una escasez masiva de alimentos como las que ya se han presentado a niveles locales (hambrunas en Corea del Norte, Sudán, entre otros) o han constituido amenazas reales a nivel global, como la escasez de cereales en 1995. En Colombia, los indígenas U'wa amenazan con un suicidio colectivo si en sus territorios tradicionales se adelantan exploraciones petroleras. Los convenios sobre la Biodiversidad, el Cambio Climático o los Bosques son ejemplo de interacciones sociales positivas alrededor de temas ambientales. Los anteriores ejemplos ilustran las múltiples facetas como los ecosistemas intervienen en las relaciones políticas y sociales, otra modalidad poco reconocida y valorada de su interacción con la sociedad.

En la medida que los ecosistemas cumplen funciones de importancia en el mantenimiento de condiciones adecuadas para el desarrollo, se convierten en objeto de interacciones sociales y puede suponerse que lleguen a tener implicaciones muy importantes. Además de los ejemplos citados, hay numerosas circunstancias en todo el mundo que demuestran esta importante función ecosistémica.

- La presión del mundo desarrollado sobre los países tropicales por la conservación y el aprovechamiento biotecnológico de la biodiversidad.
- La demanda de pago de la "deuda ecológica" de estos a aquellos.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

- El rechazo de partes interesadas a convenios internacionales, como el de cambio climático por los países productores de petróleo.
- La negación de Estados Unidos a negociar, en Río, con el “nivel de vida de su población”, que a escalas más locales, los conflictos por la propiedad y el respeto de territorios tradicionales, por poblaciones indígenas y raizales, o por el espacio público y la calidad ambiental en las ciudades; la naturaleza en disputa de que hablan algunos autores (ECOFONDO, 1996)

### 3.1.5. *Ecosistemas para el equilibrio ecológico.*

Se calcula que algo más del 50% de los ecosistemas planetarios han sido transformados por acción humana; de lo que se conserva en estado natural, la mayoría son zonas áridas (desiertos, hielos) y solo unas pocas selvas (Hannah et al., 1996). Ecuador y el cantón Cuenca presentan una situación similar, levemente más favorable pues conserva aún importantes extensiones de paramo y bosque ripario o de ribera, aunque tiene niveles de transformación superiores al 70% (Márquez, 2000). La pregunta que cabe hacerse es hasta cuando la naturaleza tolerará modificaciones, antes de entrar en una crisis definitiva y catastrófica para la humanidad.

Según Márquez, pueden señalarse tres grandes aspectos en los cuales es significativa la función ecosistémica como sostenedora de condiciones adecuadas para el bienestar y el desarrollo. La primera, y quizá principal, es su influencia sobre el clima, ya mencionado, de cuya regularidad depende el éxito de adaptaciones seculares como la agricultura, base de la seguridad alimentaria en un planeta sobrepoblado, donde el 30% de toda la producción biológica primaria es monopolizada por la humanidad. La regulación hídrica es otra función primordial, ya mencionada. El tercer aspecto es la generación y mantenimiento de diversidad y riqueza biológica, un potencial. A lo largo de millones de años la evolución ha acumulado enormes cantidades de información ecológica y genética que se refleja en la enorme variedad de



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

labiota, en su adaptación al medio y en la diversidad y funcionalidad de los ecosistemas. De esta fuente obtiene el hombre las condiciones básicas para la vida y también ha tomado las especies, relativamente muy pocas (otra vez las leyes de potencia), que ha domesticado y llama útiles. La pregunta es cuántas riquezas guarda aún la naturaleza, si una sola especie (piénsese por ejemplo en la papa, el trigo, el ganado) puede generar tan grandes ganancias.

El cantón Cuenca presta grandes servicios ambientales a la región en cualquiera de los aspectos mencionados y de ello debería derivar recursos que le permitan seguir prestando tales servicios. Pero mientras los bienes y servicios de la naturaleza sigan considerándose gratuitos, no habrá forma de conservar los ecosistemas que los hacen posibles. Si nadie paga por la conservación, pero si hay muchas personas dispuestas a pagar por la destrucción o sus productos (maderas, pieles, fauna, etc.), el futuro es predecible.

### 3.1.6. *Ecosistemas como receptores de desechos (vertederos).*

La naturaleza es receptora y recicladora de los desechos de la humanidad, que sólo ahora inicia tímidos esfuerzos para complementar la acción de la máquina recicladora natural, otra enorme infraestructura gratuita al servicio de la sociedad.

A modo de ejemplo; Bogotá descarga diariamente al Río Bogotá, y por su medio al Magdalena y al mar, alrededor de dos mil toneladas de materias fecales, además de muchas toneladas más de otras sustancias indeseables. El río las recibe, se las lleva y paulatinamente las dispersa y deshace, no sin grave daño para sí mismo y para otros ecosistemas, pero prestando un servicio invaluable a la ciudad. Esto ilustra un servicio ambiental cuya importancia ha pasado desapercibida aún en tiempos recientes; en el famoso estudio del Club de Roma sobre los límites del crecimiento (Meadows et al., 1972), aun relativamente actual, se planteaba que tales límites podrían estar en la disponibilidad de agua, alimentos y/o energía para sostener una población



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

creciente. Veinte años después descubrimos que, si bien tales recursos escasean, lo más crítico es la atmósfera, sumidero de todas las combustiones orgánicas e industriales, que sobrecargada de gases de invernadero y de destructores de la capa de ozono, se erige como el eslabón más débil en la cadena de bienestar del hombre (al respecto ver Goodland, 1994).

### *3.1.7. Ecosistemas como proveedores de recursos naturales.*

Bajo esta categoría se incluyen aquellos productos no cultivados que se obtienen de la naturaleza, siguiendo métodos fundamentalmente extractivos o con niveles apenas reconocibles de manejo. Se incluyen en esta categoría principalmente la pesca y la extracción de maderas, en especial maderas finas cuya fuente principal son los bosques naturales y cultivados. Caben también en ella infinidad de productos que se extraen directamente de la naturaleza sin que medie un proceso cultural humano: pieles, plumas, fauna y flora ornamental, productos químicos y farmacéuticos, entre otros.

Por la pesca el hombre obtiene más de 80 millones de toneladas de alimento de la más alta calidad al año. La demanda mundial de madera responde por parte importante de más de 4.000.000 de hectáreas de bosque húmedo tropical que se derriban cada año. Solo una parte de la demanda, principalmente la destinada a producción de papel, se satisface de maderas cultivadas. El agotamiento de las fuentes naturales de recursos continúa a pasos acelerados, siguiendo el destino trágico de los bienes comunes.

### *3.1.8. Priorización de los ecosistemas según su función.*

Teniendo en cuenta la necesidad de la conservación y mantenimiento de los servicios ambientales, entendidos como los servicios generados por los ecosistemas necesarios para el concierto y sobrevivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, se definen e identifican los servicios ambientales y los Ecosistemas Estratégicos a escala cantonal.



En la escala Cantonal se reconocen como ecosistemas estratégicos prioritarios para el Cantón Cuenca los siguientes:

#### Prioridad 1.

Considerados dentro de este renglón, pues su aporte en el desarrollo del cantón o del territorio en general es fundamental, y sin su presencia la existencia de población se viera afectada pues el aporte de servicios considerados básicos fuera carente y de mala calidad.

- Mantienen la conectividad ecológica.
- Proveen diversidad paisajística y lugares de esparcimiento y educación ambiental.
- Regulan y sirven de abastecimiento hídrico.
- Generan energía eléctrica.
- Generan seguridad alimentaria.
- Conservan la biodiversidad.
- Fijan el carbono y gases de invernadero.

#### Prioridad 2.

Su presencia es valiosa, sin embargo la ausencia de uno o varios de los ecosistemas que cumplen con las funciones señaladas a continuación, no generaría un cambio que pudiese desmejorar la calidad de vida de la población, sin embargo no se los puede minimizar, pues también son prioridad.

- Generan barreras naturales para el control de la expansión urbana.
- Sirven de amortiguamiento hidráulico.
- Proveen la diversidad paisajística y lugares de esparcimiento y educación ambiental.
- Generan alternativas productivas sostenibles.
- Contribuyen transporte y depuración de contaminantes líquidos.



#### 4. ECOSISTEMAS Y LA HUELLA ECOLÓGICA.

La dependencia de la humanidad respecto a los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas no ha sido adecuadamente incorporada en los análisis ambientales no económicos. Crecientemente se habla del problema ambiental y del agotamiento del capital natural, las decisiones siguen siendo débiles, en parte por falta de una convicción profunda en la gravedad de la pérdida del soporte natural que empieza en el desconocimiento mismo de esta función que cumplen los ecosistemas.

Dos trabajos recientes a escala internacional apuntan a reforzar los argumentos en este sentido. De una parte estudios de *R. Constanza* publicados recientemente en *Nature* y reseñados en la prensa, señalan que se hizo un cálculo del valor económico de los bienes y servicios naturales para la sociedad, mostrando la importancia en la economía mundial, esto quiere decir que las externalidades ambientales son de tal importancia económica mundial y que no son consideradas aun.

Otro análisis de gran interés se relaciona con el concepto de "huella ecológica", derivado del de capacidad de carga utilizada en ecología y otras disciplinas para calcular cual es el área requerida por un organismo para vivir o bien a la inversa, cuantos organismos de una especie dada pueden vivir en un área determinada. Aplicado a la especie humana, el concepto de Huella Ecológica se pregunta cuanto suelo productivo se requiere para sostener a un humano, calculando para ello el área que se requiere para producir los alimentos que consume, para la vivienda que ocupa, para asimilar los desechos que produce, etc. A partir de ello se puede estimar cual es el área requerida para mantener a la población de un área dada o bien del planeta como una totalidad (Rees, 1997).

La respuesta varía según el nivel de vida en los diferentes países del mundo; así, por ejemplo, se calcula que en los países desarrollados puede ir desde



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

alrededor de dos hectáreas por persona en países como Japón, que son relativamente módicos en sus patrones de consumo, hasta 5 hectáreas en sociedades de alto consumo como Estados Unidos, con un promedio entre 3 y 4 para la mayoría de países europeos. Sobre esta base es posible calcular cuál es el área requerida por diversos países para satisfacer la demanda de bienes y servicios ambientales (la huella ecológica) de su población, con resultados bastante dramáticos que muestran que la mayoría de estos países desarrollados presentan un déficit ambiental significativo.

El análisis desde la perspectiva de la huella ecológica demuestra varios aspectos importantes:

La aspiración de alcanzar niveles de consumo (bienestar y desarrollo), para toda la población mundial, equivalentes a los de los países desarrollados, requeriría un planeta entre 3 y 5 veces el tamaño de la Tierra. Así, el sueño del desarrollo sería eso, un sueño.

El desarrollo tecnológico, en vez de disminuir la demanda de bienes y servicios ambientales, la incrementa. Así, la esperanza de que la tecnología pueda solucionar los problemas ambientales no es realista si no va acompañada de un cambio en los patrones (culturales) de consumo.

La sostenibilidad, aún con los niveles actuales de población y desarrollo, parece una meta difícilmente alcanzable sin cambios profundos en la concepción del desarrollo y sin un reconocimiento de las claras limitantes y dependencias físicas naturales (ecosistémicas) de la sociedad.

Aún en el caso de que los cálculos de huella ecológica estuvieran muy exagerados (por ejemplo duplicados) la situación para muchos países del mundo y para este en su conjunto sería crítica toda vez que los déficit son de muchas veces el territorio disponible (19 en el caso de Holanda, por ejemplo).



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Ecuador está prestando bienes y servicios ambientales al planeta, pues no hace uso de todo su potencial ambiental; no obstante, no deriva beneficios de ello y por el contrario padece presiones por sus recursos, cada vez más escasos. Esta es una expresión más del desconocimiento de los aportes de los ecosistemas al bienestar y desarrollo de la humanidad.



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

## **CAPITULO III**

# **MARCO METODOLÓGICO**



### **CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO**

Uno de los propósitos centrales de la ordenación del territorio, como técnica de planificación, es alcanzar una utilización de la oferta natural de los ecosistemas en el territorio objeto, tal que, la ampliación de tal oferta mediante la tecnología, no resulte en una alteración de la base natural que permite la sostenibilidad de los procesos físicos complejos

La determinación de la Huella Ecológica en el cantón Cuenca mediante un cálculo simple utilizando la metodología planteada por TheFootprint Network y expuesta por Rees y Wackernagel<sup>7</sup>, para la determinación de los requerimientos y la búsqueda de solventarlos mediante el análisis de los Ecosistemas Estratégicos.

#### **1. CALCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA.**

##### **1.1. *Que calculamos en la Huella Ecológica.***

El cálculo de la huella ecológica se basa en la estimación de la superficie necesaria para satisfacer los consumos asociados a la alimentación, a los productos forestales, al gasto energético y a la ocupación directa del territorio. Esta superficie se suele expresar en ha/hab/año, si realizamos el cálculo para un habitante, o bien, en hectáreas si el cálculo se refiere al conjunto de la comunidad estudiada.

Los terrenos productivos que se consideran para el cálculo son las que aparecen en la siguiente tabla, establecida por la red mundial Footprint Network en 2009.

---

<sup>7</sup> Nuestra Huella Ecológica, 2005



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

**Tabla 2. Tipos de terrenos del análisis**

<b>Cultivos</b>	Superficies con actividad agrícola y que constituyen la tierra más productiva ecológicamente hablando pues es donde hay una mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas.
<b>Pastos</b>	Espacios utilizados para el pastoreo de ganado, y en general considerablemente menos productiva que la agrícola.
<b>Bosques</b>	Superficies forestales ya sean naturales o repobladas, pero siempre que se encuentren en explotación.
<b>Mar productivo</b>	Superficies marinas en las que existe una producción biológica mínima para que pueda ser aprovechada por la sociedad humana.
<b>Terreno construido</b>	Considera las áreas urbanizadas u ocupadas por infraestructuras
<b>Área de absorción de CO<sub>2</sub></b>	Superficies de bosque necesarias para la absorción de la emisión de CO <sub>2</sub> debido al consumo de combustibles fósiles para la producción de energía.

Fuente: Footprint Network, 2009

Elaboración: Ing. Martín Carpio P

Una vez analizados los consumos medios por habitante de cada producto, se transforman a área apropiada o huella ecológica para cada producto. Ello equivale a calcular la superficie necesaria para satisfacer el consumo medio por habitante de un determinado producto. Para ello se utilizan valores de productividad:

- Los valores de productividad pueden estar referidos a escala global, o bien, se pueden calcular específicamente para un determinado territorio teniendo en cuenta, así, la tecnología usada y el rendimiento de la tierra.
- Un elemento complementario es el análisis del conjunto de actividades humanas y las demandas de superficie asociadas a cada una de ellas. Para ello se pueden establecer las categorías generales de la tabla siguiente.
- La consideración de estas categorías de actividades nos permite analizar la huella ecológica a partir de los sectores demandantes de superficies, pudiendo evaluar así en que ámbitos puede ser más prioritario incidir, en propuestas de Ordenación del Territorio.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

**Tabla 3. Tipología de actividades vinculadas a la huella ecológica**

<b>Alimentación</b>	Superficies necesarias para la producción de alimentación vegetal o animal, incluyendo los costes energéticos asociados a su producción
<b>Vivienda y servicios</b>	Superficies demandadas por el sector doméstico y servicios, sea en forma de energía o terrenos ocupados.
<b>Movilidad y Transportes</b>	Superficies asociadas al consumo energético y terrenos ocupados por infraestructuras de comunicación y transporte.
<b>Bienes de consumo</b>	Superficies necesarias para la producción de bienes de consumo, sea en forma de energía y materias primas para su producción, o bien terrenos directamente ocupados para la actividad industrial

Fuente: Footprint Network, 2009

Elaboración: Ing. Martín Carpio P

Así, los terrenos productivos que se consideran para el cálculo son: cultivos, pastos, bosques, terreno construido y espacio público y área de absorción de CO<sub>2</sub>.

La complejidad del cálculo de la huella ecológica, en la determinación real del área local de consumo y absorción para la búsqueda de los factores equivalentes, requieren de un estudio específico para este caso, y para el alcance determinado en este estudio se ha trabajado con factores estándares globales que no refleja en su totalidad la realidad, sin embargo son una base para el cálculo inicial de la huella ecológica en el cantón Cuenca.

A continuación se hace una breve introducción para el cálculo de la huella ecológica, sin embargo cabe mencionar que en la utilización de fórmulas, formatos y matrices, no ha existido un mayor desarrollo, para este caso *Footprint Network*, ONG de los Estados Unidos que ha realizado trabajos en la medición de la Huella Ecológica alrededor del mundo, ha desarrollado la siguiente metodología que se explica y se aplica en el capítulo correspondiente:



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

La Huella Ecológica convierte la cantidad de materias primas utilizadas (o dióxido de carbono emitido, en el caso de la Huella de carbono) en *área de terreno bioproductivo* necesario para la provisión de estos recursos. Esta conversión requiere traducir el volumen de recursos en área física y conocimiento de dos factores específicos (**EF**): el factor de productividad, o la relación de las producciones nacionales con las producciones mundiales promedio en varios productos de materia prima, y el factor equivalencia para los tipos de uso de la tierra, para explicar la diferente productividad de los tipos de tierra.

$$EF = \frac{P}{Y_N} \cdot YF \cdot EQF$$

Ecuación 1.

En la ecuación 1, (**P**) es el peso del producto cosechado, (**YN**) es la productividad nacional promedio para P, (**YF**) es el factor de productividad, y (**EQF**) es el factor de equivalencia.

Para la biocapacidad (**BC**), el área del terreno (**A**) bajo usos varios está directamente medida y luego multiplicada por los factores de productividad y equivalencia, como se muestra en la ecuación 2.

$$BC = A \cdot YF \cdot EQF$$

Ecuación 2.

Los factores de productividad varían por producto, tipo de uso de la tierra, y nación, mientras que los factores de equivalencia varían sólo por tipo de uso de la tierra, y son idénticos para cualquier país en un año determinado. Los factores de equivalencia utilizados para este análisis, de las Cuentas de Huella Nacional para el Ecuador<sup>8</sup>, edición 2009, constan en la tabla 3. El factor de equivalencia para tierra cultivable, 2.39 gha/ha (consumo de la huella

---

<sup>8</sup>Footprint Network, 2009.



ecológica)<sup>9</sup>, muestra que en el 2009 la tierra cultivable era 2.39 veces más productiva que el promedio mundial de terreno bioproductivo.

**Tabla 4. Factores de equivalencia**

TIPO DE USO DE LA TIERRA	FACTOR EQUIVALENTE (gha por ha)
Tierra cultivable Primaria	2,39
Bosque	1,24
Pastizal	0,51
Marino	0,41
Agua Interior	0,41
Área Construida	2,39

Fuente: Global FoodPrint Network, 2009

Elaboración: Ing. Martín Carpio P.

## **1.2. Otras Consideraciones Metodológicas**

Es necesario aclarar y mencionar que la Huella Ecológica es un subestimado moderado de las demandas de la acción humana, en razón de la exclusión sistemática de los flujos de recursos y desechos que no pueden ser adecuadamente rastreados. Siendo un indicador, la Huella Ecológica no especula o asigna medidas arbitrarias a ninguno de los factores dentro del cálculo, y a nivel nacional sólo rastrea aquellos datos que están disponibles a través de las bases de datos desarrolladas internacionalmente. Entre las razones específicas para que la Huella Ecológica subestime el impacto total de la actividad humana:

- La Huella no rastrea todos los desechos generados por la actividad humana, sólo aquellos que pueden ser absorbidos por la biosfera y transformados en recursos biológicos en escalas de tiempo humano. Al momento, el único desecho rastreado directamente por la Huella Ecológica son las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. La Huella no rastrea la reducción de recursos no renovables o actividades no sustentables inherentes como la liberación de químicos tóxicos hacia el medio ambiente, ni rastrea directamente el uso del agua.

<sup>9</sup>gha- consumo de la huella anual, Footprint Network.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

- En razón de que el cálculo de la biocapacidad no separa las tierras específicamente dedicadas a la conservación o su uso por las especies silvestres, sobrestima el valor de la capacidad regenerativa disponible para los humanos.
- La biocapacidad no capta inmediatamente el impacto de la pérdida de la capa del suelo, la excesiva eutrofización, u otros tipos de degradación del ecosistema. La Huella Ecológica y la biocapacidad son muestras de las condiciones prevalecientes durante el año en cuestión; por lo tanto se puede esperar que la degradación de los servicios naturales en un año se traduzca en presión hacia el decrecimiento de la biocapacidad en años futuros.

La Huella Ecológica es intrínsecamente antropocéntrica, puesto que no toma en cuenta de manera explícita el “valor” de los ecosistemas naturales o de la biodiversidad. A pesar de que la Huella Ecológica no contabiliza todos los impactos humanos sobre el medio ambiente, el poder de rastrear el uso de recursos naturales a través de este indicador es que proporciona un excelente indicador de lo insostenible.

La Huella no puede indicar cómo una nación puede ser sustentable en su desarrollo, pero puede mostrarnos cuándo los hábitos de consumo son insostenibles a una escala local o global.

### **2. CÁLCULO DE LA BIOCAPACIDAD.**

Se determinan áreas y porcentajes con respecto al total del territorio de:

- Tierras aptas para el uso agrícola.
- Tierras aptas para ganadería.
- Tierras de vocación forestal (áreas de conservación de biodiversidad, endemismo y de captación de CO<sub>2</sub>).
- Suelos dedicados a áreas urbanas y vivienda rural.



- Suelos no productivos (desiertos, nieves perpetuas, zonas rocosas, eriales, etc.)

A esto se debe realizar una diferenciación entre el uso actual y el uso potencial de los suelos, los cuales muchas de las veces se encuentran generando conflicto debido justamente a la falta de planificación y visión técnica.

Para tener una estimación más ajustada a la realidad es necesario calcular el déficit o superávit por categorías, y al interior de éstas productos y servicios, de manera que se puedan plantear políticas específicas para cada caso. Para ello es necesario realizar ciertas estimaciones específicas:

### **3. DETERMINACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS (EE).**

El carácter estratégico de algunos ecosistemas puede plantearse desde la simple intuición; es así como en el transcurso de las discusiones ambientales a nivel mundial se han planteado ideas sobre el carácter vital, esencial y/o prioritario de ciertas entidades ambientales (áreas, ecosistemas, ecorregiones) y la necesidad de jerarquizar acciones de gestión alrededor de un concepto de este tipo. Ejemplos notables de este esfuerzo son los trabajos para priorizar áreas de conservación de biodiversidad a través de conceptos tales como "Sitios Clave o Hotspots" (Myers, 1988), "Países de la Megadiversidad" (Mittermeier y Werner, 1990), "Áreas de interés crítico" (Sisk et al., 1994) o "Áreas geográficas de máxima prioridad" (Dinerstein et al., 1995).

Es necesaria la posibilidad de identificar, a la luz de criterios científicos rigurosos aunque sencillos y de fácil aplicación, y cuales son las prioridades, siguiendo un método más general que los referenciados, no exclusivamente aplicable a la biodiversidad sino a cualquier atributo que se quiera analizar: biomasa, contaminación, endemismos, riesgos, producción de agua, aire.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

A las unidades prioritarias se las denomina Ecosistemas Estratégicos, a partir de una definición de lo estratégico como aquello de lo cual depende la viabilidad de un proceso (Gore, 1992), en este caso el aporte ecosistémico de bienes y servicios ambientales fundamentales para posibilitar el bienestar y el desarrollo de la sociedad. El término Ecosistema se aplica en un sentido amplio para identificar una unidad ambiental funcional específica de la naturaleza (un bosque, un río, una cuenca determinadas) comparable con unidades equivalentes en un contexto dado; no se refiere, en general, a tipos de ecosistemas que, para evitar confusiones, se denominarán Biomas (selva húmeda, desiertos, sabanas, ríos con planicie inundable, arrecifes de coral, por ejemplo).

El carácter estratégico o prioritario se puede asignar con base en diferentes criterios. En algunos estudios se acude, para evaluar la diversidad biológica como medida de otras funciones ecológicas, a la riqueza de especies y/o de endemismos, a los niveles de riesgo por presión poblacional o por deforestación, a la diversidad biológica y al estado de conservación. Se acepta que muy diversos indicadores, y por supuesto los reseñados, pueden utilizarse.

La hipótesis básica sostenida es que lo mismo se cumple en sistemas ambientales y que ello es aplicable a la identificación y gestión de elementos que juegan papeles cruciales (estratégicos) para el cumplimiento de ciertas funciones ambientales. La decisión subsiguiente a la identificación tendría que orientarse a establecer si la distribución encontrada es satisfactoria o si debería modificarse; la aplicación de las leyes de potencia serviría, en tal caso, para revisar las decisiones de política ambiental (¿están considerados todos los ecosistemas importantes? ¿Son objeto de una gestión adecuada?).



**a. Métodos para la Identificación de Ecosistemas Estratégicos<sup>10</sup>  
(EE).**

A continuación se presentan las diferentes metodologías para la determinación de los Ecosistemas Estratégicos, las mismas que se centran en el análisis cartográfico, uso de suelo, y por importancia del mismo, sin embargo se consideró para el presente estudio la unión crítica de las 4 metodologías y la generación de una propuesta Multicriterio que abarque las diferentes metodologías enfocándose en los puntos esenciales de cada una de estas.

*i. Método Basado en la Cobertura Vegetal.*

Una posibilidad de usar indicadores simples de cobertura de vegetación natural que determinen si una zona debe ser protegida, restaurada, conservada o utilizada de una mejor manera. Cuando se conserva la vegetación, puede esperarse que se conserve parte importante de los bienes y servicios básicos del ecosistema correspondiente: regulación hídrica y climática, biodiversidad, recursos naturales, etc, simplemente observar cual es la cobertura original que queda en el área de estudio en este caso el cantón Cuenca. Según Márquez, como principio general toda área debería conservar como mínimo un 30% de su cobertura original; estas áreas dentro de cualquier unidad, cuenca, parroquia u otras, deben ser estratégicas.

Se puede, con base en el mismo indicador, analizar el estado actual de los biomas detectando, por ejemplo, que el sistema mas alterado del cantón puede ser los bosques andinos. Resulta paradójico que no se aplique medida al respecto; la mayoría de las campañas se orientan, no sin razón, a la protección de paramos, en mejor estado de conservación, pero no en ecosistemas mas alterados.

---

<sup>10</sup> Ecosistemas Estratégicos en Bogotá, 2010.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

La cobertura es un indicador que, aunque permite señalar acciones prioritarias de conservación y restauración por áreas, puede resultar demasiado simple en algunos casos y por ello se proponen otros indicadores que lo complementen.

### *ii. Método de las Leyes de Potencia.*

En una aproximación más compleja se pueden conocer áreas prioritarias de atención con base en leyes empíricas de las matemáticas, que señalan que en cualquier sistema existente una marcada tendencia a que algo así como el 20% de los componentes del mismo realice, aproximadamente, el 80% de sus funciones. Estas leyes se conocen también como leyes de Zipf y su aplicación más conocida es el principio de Pareto sobre la distribución de la riqueza en la sociedad. También son conocidas como el principio 80:20. Su aplicación a la identificación de ecosistemas estratégicos se adelanta de la siguiente manera, en un ejercicio aplicado a la identificación de cuencas estratégicas para el abastecimiento de la población:

Se clasifican parroquias en términos de población, de mayor a menor. Luego se grafican acumulando los valores: el primero, el primero más el segundo; estos más el tercero y así sucesivamente. En primer lugar esta Cuenca, luego El Valle, Sinincay, Baños, Ricaurte, etc. Se obtiene una curva que asciende muy rápido al principio, para luego crecer muy lentamente. Ello se debe a la irregular distribución de la población y permite establecer que solo una parroquia concentra más del 55% de su población. Se concluye que las cuencas que abastecen a estas parroquias son estratégicas para evitar que el abastecimiento de agua pueda convertirse en un problema regional. Para el cantón se cuenta con menos de 30 cuencas, esto es una pequeña fracción del provincial. Su identificación permite una mejor orientación de las decisiones y de las inversiones con este propósito.

Si bien este ejemplo puede parecer demasiado obvio, se lo utiliza porque ilustra lo que ocurre en otra infinidad de situaciones, ya que distribuciones similares se



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

dan para la contaminación, los recursos naturales, las tierras de cultivo, la biodiversidad, etc. Un ejemplo adicional se puede dar con las cuencas para la generación hidroeléctrica.

### *iii. Método de Superposición de mapas utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG)*

Ante la carencia de cifras sobre la mayoría de las variables ambientales que podrían utilizarse en el método de las leyes de potencia, es posible generar mapas que reflejen características ambientales de importancia: cobertura vegetal, disponibilidad de agua, temperaturas, precipitaciones, población, etc. A partir de estos mapas también es posible identificar EE. Así se superponen mapas como por ejemplo, de densidad de población, disponibilidad de agua, tipo, calidad y fertilidad del suelo, paisajes y cobertura de vegetación.

Mediante el sistema parece posible hacer aproximaciones rápidas que permitan decisiones claras sobre prioridades de inversión a escala nacional, regional y local y con posibilidad de aplicar a más detalle de información.

### *iv. Método de las áreas de Interés Crítico.*

Este método fue utilizado por el grupo de la universidad de Stanford para identificar países prioritarios de inversión en conservación. A continuación se expone en forma resumida. Los autores clasificaron a todos los países del mundo, de más a menos, según 4 criterios: dos de riqueza biológica (riqueza de especies y número de endemismos) y dos de riesgos (presión de la población y talas de bosques). Luego cruzaron por pares (especies vs presión; endemismos vs tala; etc.), para obtener gráficos donde era posible ubicar los países que eran a la vez más ricos y más amenazados, los cuales fueron considerados de interés crítico. El método de superposición de mapas puede considerarse una variable gráfica de este método.



## ***b. Metodología Multicriterio para la determinación de los EE***

Para el alcance del estudio se consideró pertinente tomar en cuenta las metodologías planteadas en los párrafos anteriores, especialmente el tomar los enfoques críticos de las diferentes metodologías de análisis para la integración y la generación del **Método Multi-criterio**, con el cual desarrollaremos la determinación de los Ecosistemas Estratégicos.

### *i. Método Multi-criterio*

Para el desarrollo de esta metodología es necesario determinar los ejes de análisis que se deben tomar en cuenta para plantear y clasificar los Ecosistemas Estratégicos según su función e importancia en la gestión territorial para la planificación local; los temas analizados se exponen a continuación:

- Análisis de la cartografía especializada

Dependiendo del nivel o del alcance del estudio para la identificación de los ecosistemas estratégicos se deberá manejar diferentes tipos de escala para un trabajo a detalle, en este caso el nivel en el que se está trabajando es cantonal, el análisis cartográfico se lo puede realizar con información de escala 1:25000, pues el nivel de detalle de esta, es suficiente para su determinación.

La base de datos o la información mínima con la que se debe trabajar es:

- Uso Actual de suelo.
- Cobertura Vegetal.
- Pendientes.
- Curvas de nivel.
- Taxonomía del suelo.
- Ecosistemas



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

- Red Hídrica.
- Cuencas, Subcuencas y Microcuencas hidrográficas

Cada uno de los mapas temáticos, mediante el análisis, cruce y variación según convenga en programas especializados para este caso, se puede realizar la identificación inicial de los ecosistemas ya sean estos naturales, modificados o antrópicos.

- Ecosistemas determinados y sus funciones ambientales

La identificación de ecosistemas y sus niveles de intervención antrópica, así como esbozar su función en base a sus características geomorfológicas, hidrológicas y geológicas, aquí se realizará una descripción de cada uno de los Ecosistemas identificados con la finalidad de generar una base de conocimiento para la categorización y final valoración de su función como ecosistema estratégico.

- Categorización según función

Los ecosistemas inicialmente identificados se categorizan según su función en base a la matriz para la identificación de servicios ambientales y ecosistemas estratégicos presentada a continuación.



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

**Tabla 5. Cuadro de función de Ecosistemas.**

<b>Función del Ecosistema</b>	<b>Tipo de función</b>	<b>Función</b>
<b>Regulación</b>	Regulación Ecológica	Mantenimiento de un clima Favorable.  Regulación de la calidad del Agua disponible.  Formación y mantenimiento de los suelos fértiles  Polinización de plantas útiles
	Prevención de riesgos	Prevención de Plagas  Control de Especies exóticas invasoras  Prevención de desastres naturales
<b>Sustrato (Espacio Físico)</b>	Proveedores de recursos naturales	Recursos Forestales  Especies cinegéticas <sup>11</sup>
	Cultural	Especies cinegéticas <sup>12</sup>  Especies carismáticas y/o amenazadas <sup>13</sup>
<b>Producción</b>	Producción económica	Alimento (agricultura, pesca, ganadería, recolección de frutos, etc.)  Recursos forestales maderables y no maderables  Material para construcción, minerales, etc.
	Satisfacen necesidades básicas	Regulación de la cantidad de agua disponible para humanos  Tejidos  Energía y combustibles
<b>Información</b>	Relaciones políticas y sociales	Recreación / Relax  Ecoturismo  Valores escénicos y paisajísticos  Patrimonio cultural /conocimiento local  Valores espirituales

<sup>11</sup> Las especies cinegéticas pueden ser un servicio de abastecimiento o cultural, dependiendo si el beneficio obtenido por el ser humano sea alimentación o recreación, respectivamente.

<sup>12</sup> Idem referencia N°9

<sup>13</sup> Las especies carismáticas y/o amenazadas se considera servicio cultural, ya que la sociedad obtiene satisfacción por el mero hecho de conocer que estas especies existen, esto es el denominado valor de existencia (Pearce y Turner, 1990)



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

		Educación Investigación.
<b>Receptores</b>	Receptores de desechos (vertederos)	Ríos o vertientes. Suelos  Áreas degradadas con características específicas para plantas TAR o RS <sup>14</sup>

Fuente: Gómez-Baggethun y de Groot (2007)

Elaboración: Ing. Martín Carpio P.

**Tabla 6. Matriz para la identificación de servicios ambientales y ecosistemas estratégicos.**

Ecosistema	Regulación		Sustrato		Producción		Modificación	Receptores
	Equilibrio Ecológico	Prevención de Riesgos	Proveedor de recursos naturales	Cultural	Producción Económica	Satisfacción de necesidades básicas		
E1								Receptores de desechos (vertederos)
E2								
E3								
...								

Fuente: IDEA. Colombia. 2003.

Elaboración: Ing. Martín Carpio P.

- Priorización de Ecosistemas estratégicos en el desarrollo territorial

En base a la matriz de valoración desarrollada se determinan los niveles de prioridad para la planificación en el manejo, protección y control.

Como resultado del análisis de los lineamientos expuestos se obtendrán los Ecosistemas estratégicos del cantón, categorizados según función, que nos ayudarán al planteamiento de conclusiones en el análisis del estudio, mecanismos de protección y conservación si es el caso y de manejo, adaptación y remediación para los casos de intervención.

<sup>14</sup> PTAR.- Planta de Tratamiento de Aguas residuales. RS.- Relleno Sanitario.



**Tabla 7. Matriz de valoración según importancia de los Ecosistemas.**

VARIABLES DE VALORACIÓN		ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS								
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
FUNCIÓN DEL ECOSISTEMA	Satisfacción de necesidades básicas									
	Productividad									
	Equilibrio natural									
	Asimilación de desechos									
	Relaciones sociales									
	Prevención de riesgos									
	Recursos naturales									
IMPORTANCIA DE MANEJO (PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA)	Ninguna									
	Poco									
	Importante									
	Muy Importante									
ESTADO DE CONSERVACIÓN (NATURAL)	Muy malo									
	Malo									
	Regular									
	Bueno									
	Muy Bueno									
NIVEL DE INTERVENCIÓN INSTITUCIONAL	Nada									
	Poco									
	Fuerte									

Elaborado: Ing. Martín Carpio – Maestrante. 2013.

- Función del Ecosistema.- Determinada en la Matriz para la identificación de servicios ambientales y ecosistemas estratégicos, cualificación del ecosistema para la caracterización en la presente matriz.
- Importancia de Manejo (planificación estratégica).- Este ítem se enfoca en la importancia del ecosistema para la planificación estratégica



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

territorial, con respecto al rol que pueda cumplir ante un determinado territorio, por ejemplo, los páramos son receptores y distribuidores de agua, la conservación y manejo de esta área es indispensable para el cantón Cuenca por su aporte hídrico a la población, entonces deberá ser calificado como *Muy Importante*, es así que cada ecosistema cumple una función específica para el aporte a un territorio, el valorar la categoría con respecto a la importancia según su función en la planificación estatal, en el abastecimiento de servicios básicos, recursos naturales o como receptor de residuos.

- Estado de Conservación (natural).- Al parecer esta es una valoración sesgada al campo ambiental tomando en cuenta que se trata de servicios para el desarrollo de un territorio, sin embargo es necesario considerar que mientras mejor estado de conservación natural mejor es el rendimiento en la producción agrícola o de servicios varios, por ejemplo, la utilización de químicos fuertes en un área de cultivos genera a corto plazo la degeneración de las características del suelo, es así que existe una fuerte degradación del ecosistema, pero si esta producción se la enfoca desde el punto de vista conservacionista y de mejoramiento continuo se habla de una conservación natural del terreno y por lo pronto mejor calidad y cantidad en la producción, además de periodos más amplios en la utilización del suelo. Es así que la conservación natural tiene mucho que ver con la capacidad de rendimiento del ecosistema.
- Nivel de Intervención Institucional.- La validez de la función e importancia para un ecosistema se muestra en el nivel de intervención institucional, pues estas instituciones son encargadas de velar por los intereses de la población al manejar estas áreas con la finalidad de asegurar el abastecimiento del recurso que el ecosistema brinde, como ejemplo, se puede hablar del Parque Nacional Cajas, con un nivel de intervención institucional tanto estatal como privado Fuerte, pues la



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

jerarquía de este espacio que cuenta con varios ecosistemas de importancia (páramo, humedal, lagunas y ríos), es fundamental para la ciudad de Cuenca por el servicio que presta.

Cada variable de análisis en la matriz de valoración según importancia debe tener una cuantificación, es así como se detalla a continuación:

### Función<sup>15</sup>

- Satisfacción de necesidades básicas
- Productividad
- Equilibrio natural
- Asimilación de desechos
- Relaciones sociales
- Prevención de riesgos
- Recursos naturales.

### Importancia de Manejo (planificación estratégica)

- Ninguna (1)
- Poco (3)
- Importante (5)
- Muy Importante (7)

### Estado de conservación (natural)

- Muy malo (1)
- Malo (2)
- Regular (3)
- Bueno (4)
- Muy Bueno (5)

### Nivel de intervención Institucional

- Nada (1)

---

<sup>15</sup> Para este ítem no se le da valoración pues únicamente se clasifica por su función.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

- Poco (3)
- Fuerte (5)

Determinándose, como el ecosistema estratégico de mayor importancia y menor importancia dependiendo de su valoración ascendente (3= Poco Importante, 11= Importancia Media, 17= Muy Importante).



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

# **CAPITULO IV**

## **DIAGNOSTICO SITUACIONAL DEL CANTÓN CUENCA**



## **CAPITULO IV - DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL CANTÓN CUENCA.**

Esta fase consiste en recoger la información relevante, entendiendo por tal, la necesaria y suficiente para comprender la estructura del sistema territorial y su funcionamiento; en el caso más general y complejo. (Gómez Orea, Pág, 162).

Cabe mencionar que para fin del análisis del presente documento y en denominación al diagnóstico territorial del área en mención, se hace referencia al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca, Tomo I Diagnostico Sectorial e Integrado realizado en el año 2011, pues el análisis descrito en dicho documento se enmarca en los objetivos que aquí se plantean, y no se ve la necesidad de realizar un nuevo diagnóstico.

Los factores que conforman el sistema territorial son los siguientes:

- Diagnóstico del medio físico o “lectura” del medio natural del espacio objeto de diagnóstico.
- Diagnóstico de la población directa o indirectamente relacionada con el espacio.
- Diagnóstico de la funcionalidad de las actividades que se practican en el espacio.
- Diagnóstico del sistema del poblamiento: asentamientos poblacionales existentes en el espacio y los canales de relación que dan funcionalidad al sistema.

A continuación se realiza una recopilación de la información de mayor representatividad para este documento en base a los 4 diagnósticos sectorizados mencionados provenientes del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca, Tomo I Diagnostico Sectorial e Integrado.



## 1. EL MEDIO FÍSICO.

El objetivo de este título es el determinar las condiciones naturales del territorio independientemente, del uso al cual está sometido. El análisis del Sistema Ambiental en un territorio se centra en establecer la situación general del medio ecológico del cantón, *en el marco del diagnóstico ambiental regional*: sus potencialidades y limitaciones para el desarrollo de las actividades de la población; las condiciones de sustentabilidad; las amenazas naturales y socio naturales existentes y potenciales; y las opciones y condiciones para acoger las actividades y la población<sup>16</sup>.

El presente documento recopila y analiza la situación actual e histórica del cantón Cuenca con respecto a su sistema Ambiental.

### 1.1. **Clima**

#### 1.1.1. *Precipitación.*

En relación a la distribución espacial de la precipitación, en la zona ecuatorial influye la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), un sistema de circulación atmosférica, dominado por los vientos Alisios del noreste y sureste. La presencia de la ZCIT determina los ciclos lluviosos en los Andes, donde por lo general, la lluvia es más abundante inmediatamente después de los equinoccios de primavera y de otoño del hemisferio norte, es decir en Abril y en Octubre, entre 900 y 1300mm de precipitación, coincidiendo con los periodos de lluvia que se extienden a lo largo del año en el cantón.

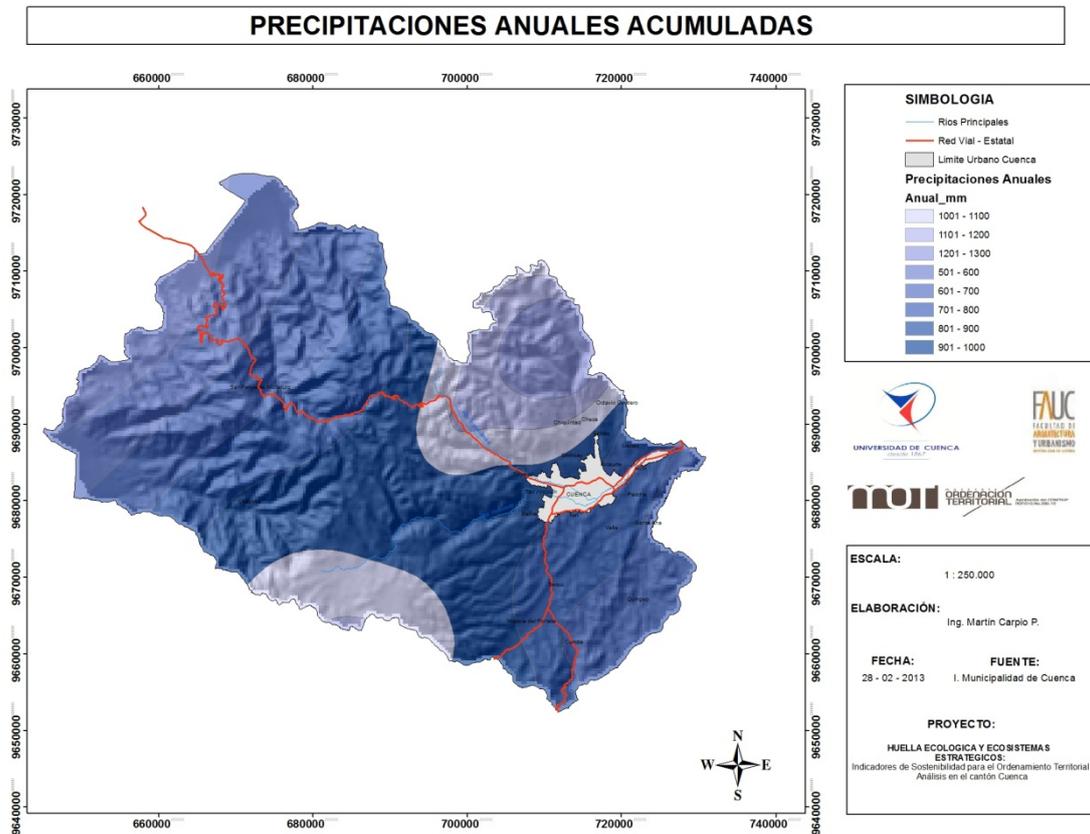
La región occidental del cantón presenta los rangos de precipitación más bajos a lo largo del año desde los 700 a los 900 mm (parte baja de las parroquias de Molleturo y Chaucha).

---

<sup>16</sup>Guía de contenidos y procesos para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de provincias, cantones y parroquias. SENPLADES. 2011.



Mapa 1. Precipitaciones Anuales acumuladas



- Precipitación mensual

La estimación de la precipitación mensual y su tendencia a lo largo del año se utilizó como base las estaciones pluviométricas localizadas dentro del cantón Cuenca.

Se establece la presencia de dos ciclos lluviosos dentro del cantón Cuenca, el primero de ellos en el mes de Abril y el segundo en el mes de Octubre.

### 1.1.2. Temperatura

Al cantón Cuenca le corresponde en su mayoría el piso "Templado Interandino" con una variación altitudinal entre 2.500m.s.n.m. y 3.200m.s.n.m.; con una temperatura anual de 10°C a 15°C. Se caracteriza por tener una época lluviosa

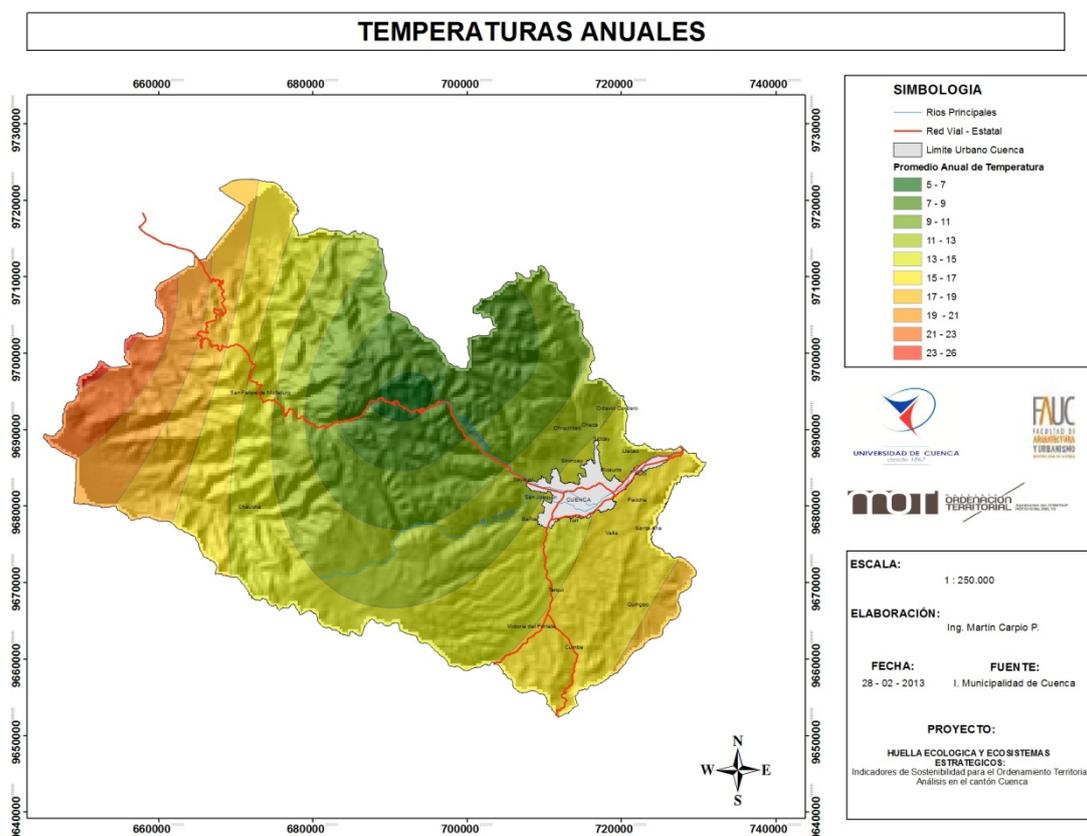


templada, con vientos frecuentes de calma y una época seca con vientos fuertes y aire seco.

Las particularidades del cantón hacen también que una porción del territorio -céntrica- se asiente en el piso “Frio Andino” con una variación altitudinal entre 3.200 m.s.n.m. y 4.600m.s.n.m., y con un rango de temperatura anual que varia entre 1°C y 10°C. Este piso se caracteriza por presentar lluvias torrenciales y neblina espesa y baja. Se evidencia también la presencia de paramos Andinos en la zona.

La parte occidental del cantón se asienta en su mayoría en el piso “Tropical Interandino” con una variación altitudinal entre 800 m.s.n.m. y 1.800 m. s.n.m. y una temperatura que fluctúa entre 18°C y 24°C. Se caracteriza por escasas lluvias y un aire seco.

Mapa 2. Isotermas.





## **1.2. Aire**

### *1.2.1. Calidad del Aire*

La calidad del aire depende en primera instancia del volumen de contaminantes emitidos. Otro de los factores que determinan la contaminación atmosférica es el comportamiento físico – químico de los contaminantes y la dinámica meteorológica. La ciudad de Cuenca y el cantón se encuentran en su mayoría por encima de los 2 300m.s.n.m. razón por la cual el contenido de oxígeno del aire es aproximadamente 23% menos que a nivel del mar, lo que ocasiona que los procesos de combustión sean menos eficientes y produzcan una mayor cantidad de contaminantes.

El cantón presenta una combinación de montañas y valles, particularidad que hace que la dispersión atmosférica sea más compleja que en terrenos planos puesto que está condicionada por el tamaño, forma y orientación de los rasgos topográficos.

Tanto en la ciudad de Cuenca como en la parte oriental del cantón el viento prevalente corresponde al Noreste (NE) según las mediciones registradas por la Dirección de Aviación Civil (DAC) desde el año 1977. En la parte céntrica en la que se halla inmerso el Parque Nacional Cajas, el viento prevalente corresponde al Este (E) mientras que para el límite occidental del área protegida y el cantón, el viento prevalente sopla desde el Noreste (NE).

Las emisiones de contaminantes orgánicos volátiles (COV), a más de la vegetación en zonas rurales, provienen del tráfico vehicular, el uso de solventes y el manejo y almacenamiento de combustibles. Entre los efectos de los COV a la salud se destaca los efectos psiquiátricos: irritabilidad y dificultades de concentración, y problemas en el aparato respiratorio. Algunos de los compuestos orgánicos que generan contaminantes volátiles (CV) además son carcinogénicos (como el benceno). Las emisiones de COV de origen vegetal



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

fueron determinadas mediante simulación basada en la aplicación de un modelo meteorológico (*Weather Research and Forecasting*) que considera las especies vegetales más importantes, y la temperatura y radiación solar como los principales parámetros físicos que influyen en los procesos de emisión de la vegetación. Estos datos están recopilados en el Inventario de Emisiones del cantón Cuenca del año 2007, insumo fundamental para el diagnóstico cantonal de la calidad del aire.

Finalmente la dispersión de contaminantes a nivel cantonal se ve limitada por la topografía de la zona y por las características de las fuentes de emisión. El cantón Cuenca presenta zonas con riesgo de contaminación atmosférica siendo la zona de mayor riesgo la ciudad de Cuenca.

Las cabeceras parroquiales que presentan problemas de contaminación del aire son: Turi, Sayausi, San Joaquín, Tarqui, Chaucha y Molleturo, de las cuales Turi estaría soportando la contaminación que se produce en la ciudad de Cuenca.

### **1.3. Agua**

#### *1.3.1. Cuencas Hidrográficas*

El cantón se encuentra atravesado de norte a sur por la cordillera de los Andes, cuya línea de cumbre divide a la red hidrográfica en dos vertientes oceánicas: Pacífica y Atlántica.

En el cuadro y gráfico a continuación se muestra el porcentaje de cada una de ellas a nivel cantonal.



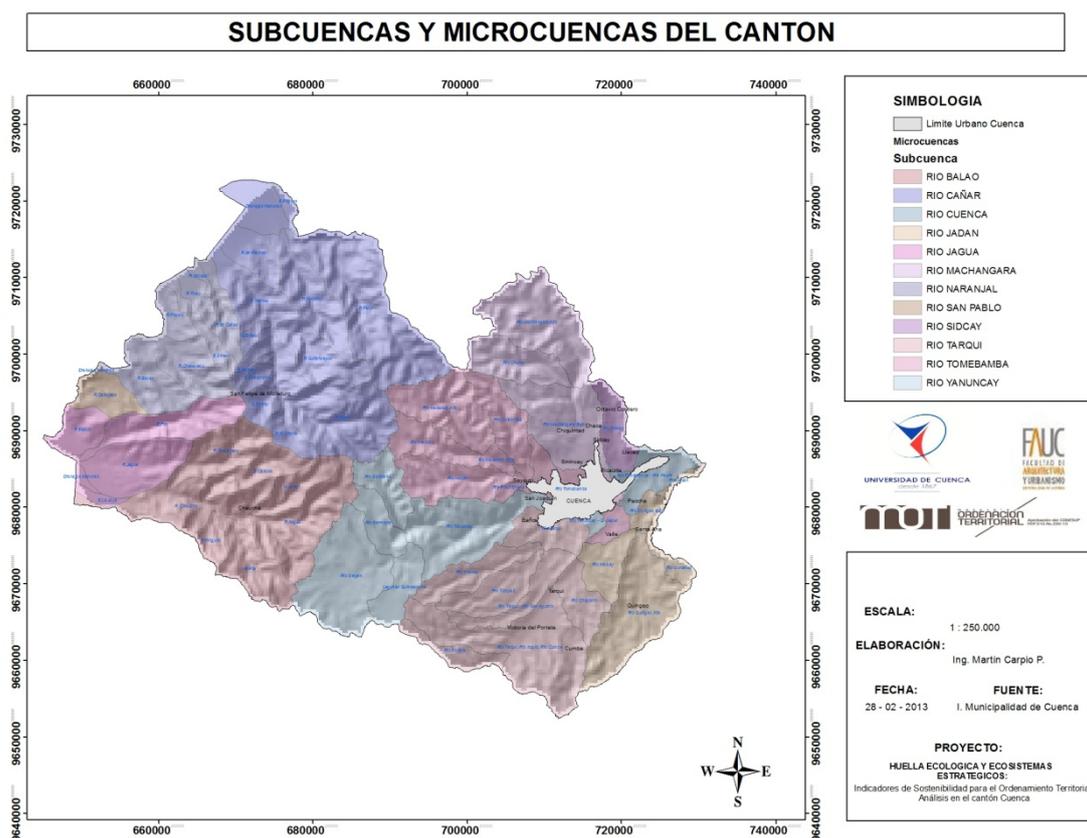
**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
Fundada en 1867

**Tabla 8. Subcuencas Hidrográficas del cantón Cuenca.**

Subcuencas	ha	%
Rio Cañar	76.384,95	20,84
Rio Tarqui	47.784,95	13,04
Rio Balao	45.984,47	12,55
Rio Yanuncay	42.040,91	11,47
Rio Tomebamba	36.033,14	10,36
Rio Machangara	32.599,03	8,89
Rio Naranjal	24.326,60	6,64
Rio Jadan	22.897,93	6,25
Rio Jagua	22.247,90	6,07
Rio Cuenca	5.670,31	1,55
Rio Sidcay	4.396,05	1,20
Rio San Pablo	4.166,68	1,14
<b>TOTAL</b>	<b>366.532,96</b>	<b>100</b>

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – PDOT 2011  
Elaboración: Ing. Martín Carpio

**Mapa 3. Cuencas hidrográficas**



**1.3.2. Red Hídrica**

La red hídrica ha sido clasificada de acuerdo al Orden de Importancia. Esta clasificación se basa en la numeración y conteo de las corrientes de agua de



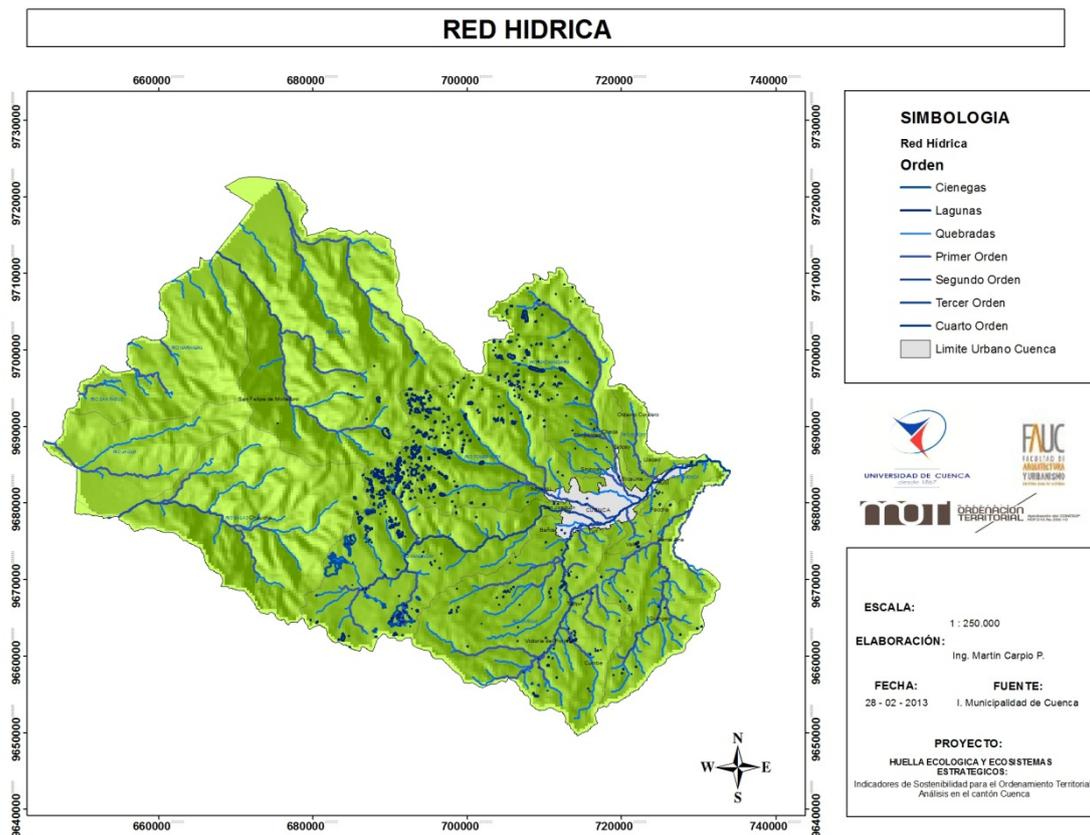
UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

un determinado orden existentes en una cuenca, que resulta importante a la hora de mantener el equilibrio dinámico de un sistema hidrográfico.

Una corriente de primer orden es aquella que no tiene ningún tributario. Cuando dos corrientes de primer orden se juntan, la corriente resultante se denomina de segundo orden.

Sucesivamente cuando dos de segundo orden confluyen resulta otra de tercer orden. La longitud de las subcuencas de distinto orden es de 5508,29 km y su longitud media es de 1,05 km lo que demuestra que hay una gran cantidad de cauces con recorridos cortos en general.

Mapa 4. Red Hidrográfica.





### 1.3.3. Áreas de Humedales

Los Humedales son considerados áreas transicionales por encontrarse entre sistemas acuáticos y terrestres frecuentemente inundadas o saturadas por aguas superficiales y subterráneas.

Según la información cartográfica de la cobertura vegetal RapidEye, el cantón Cuenca al año 2010, los humedales tienen una superficie de 13.357,20ha.

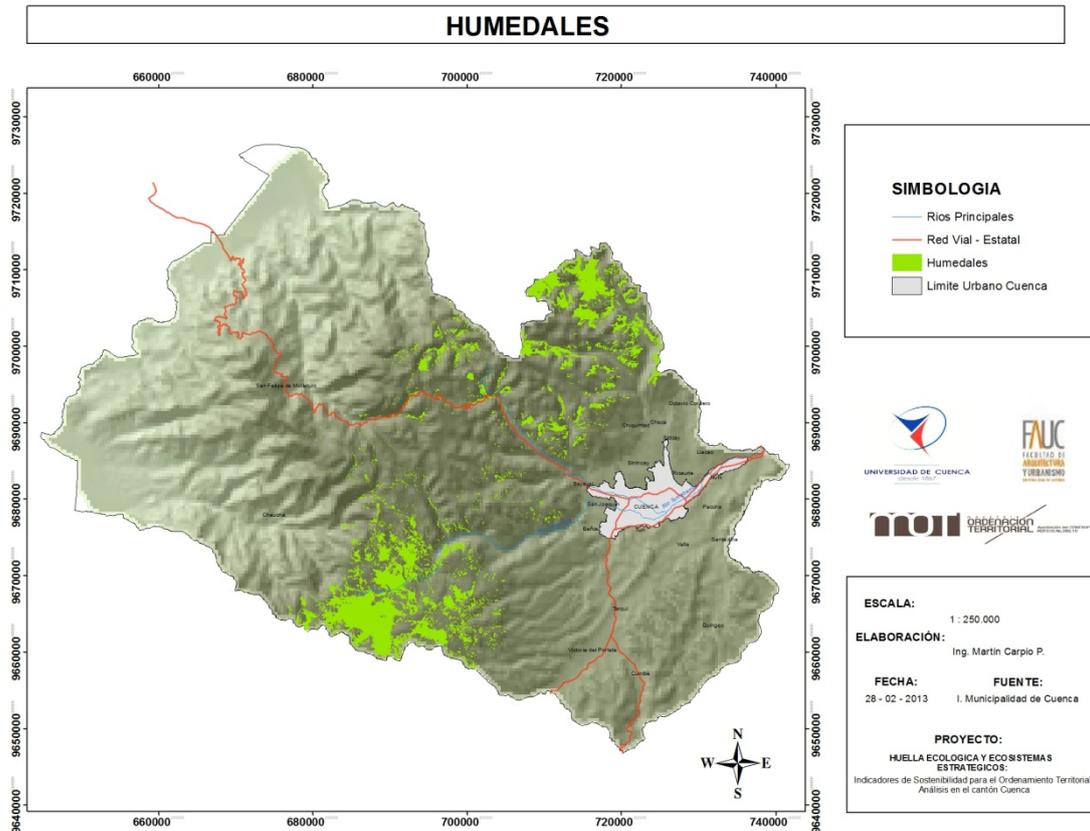
**Tabla 9. Área de Humedales por Subcuencas.**

<b>Subcuencas</b>	<b>Área (ha)</b>
Rio Balao	596,56
Rio Cañar	1.159,60
Rio Machangara	2.491,17
Rio Sidcay	3,37
Rio Tarqui	795,80
Rio Tomebamba	1.329,97
Rio Yanuncay	6.980,73
<b>TOTAL</b>	<b>13.357,20</b>

**Fuente:** I. Municipalidad de Cuenca – PDOT 2011



Mapa 5. Humedales del cantón.



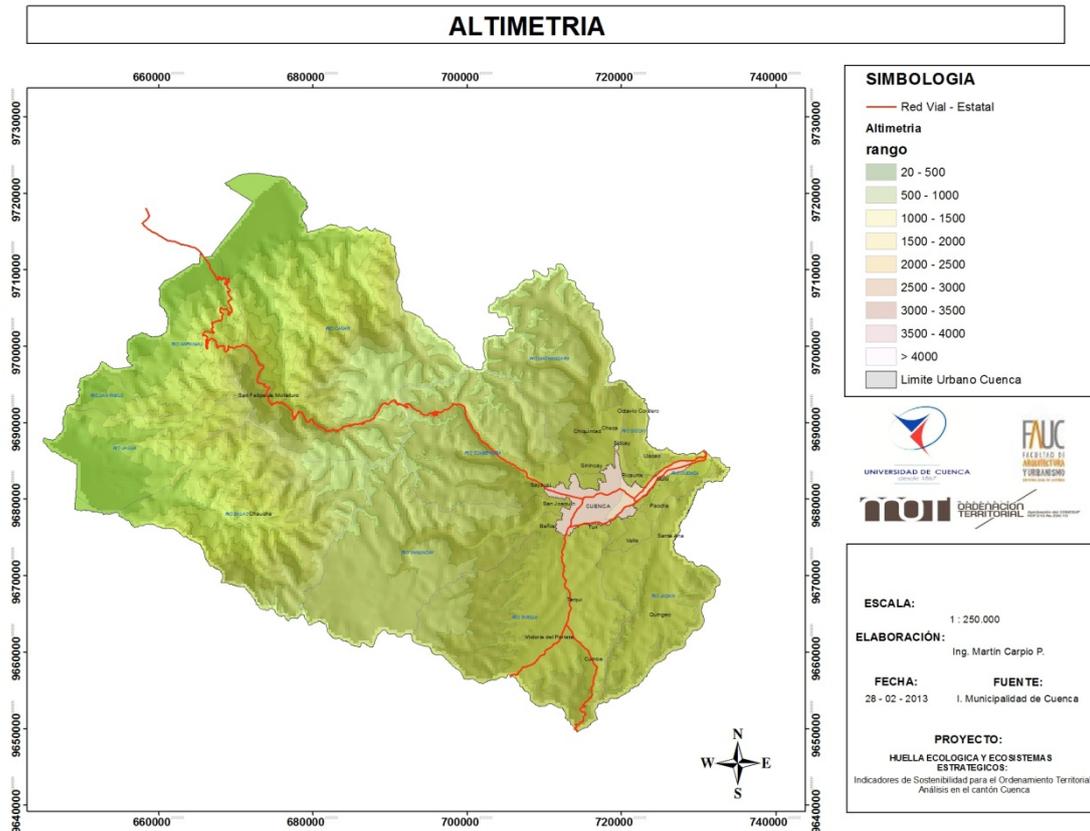
## 1.4. Materiales, Procesos y Formas

### 1.4.1. Altimetría

En el cantón se presenta una altimetría que se extiende desde los 20 m.s.n.m. hasta más de 4.000 m.s.n.m. Sobre el territorio, el intervalo altimétrico mas representado corresponde a las alturas comprendidas entre 3.500 y 4.000 m.s.n.m.



Mapa 6. Altimetría del cantón



### 1.4.2. Pendientes

La clasificación de las pendientes adoptada es la empleada por el MAGAP a través del Dirección Nacional de Recursos Naturales (DINAREN), para la confección de los mapas de suelo a nivel país.

A continuación se describen los rangos de pendientes:

**Rangos entre 0-5%.** Este rango contempla pendientes denominadas “débiles”, en las cuales se puede realizar todo tipo de mecanización agrícola, generalmente los suelos ubicados sobre estas pendientes no tienen piedras.

**Rangos entre 5-12%.** Pendientes suaves regulares, se puede realizar actividades de mecanización agrícola con ciertas restricciones. No presentan dificultades para el riego.



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

**Rango entre 12-25%.** (Pendiente regular) o 12-20% (pendiente irregular). Las restricciones para la mecanización agrícola son más fuertes y existen dificultades para regar.

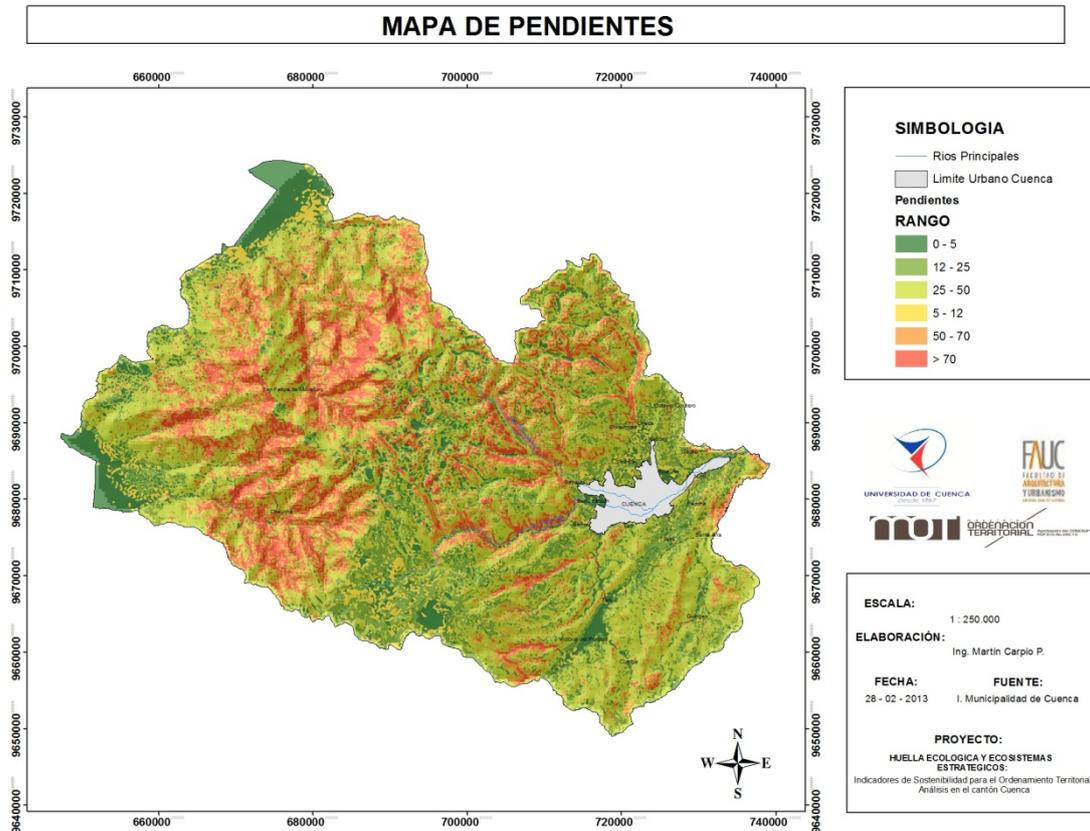
**Rangos entre 25-50%.** Los mayores limitantes que se presentan este tipo de pendientes es el hecho de que existen enormes dificultades para el riego; existe peligros de erosión hídrica y eólica, pero también se presentan movimientos de masas (derrumbes).

**Rangos entre 50-70%.** La mecanización agrícola es imposible, los problemas de erosión y deslizamientos se vuelven más frecuentes; siempre para este rango de pendientes se recomienda la repoblación forestal.

**Rangos mayores al 70%.** Pendientes abruptas en las cuales no es posible desarrollar actividades agropecuarias. Los peligros por erosión y deslizamiento son mucho más latentes que en los casos anteriores. Se aconseja para estos casos el establecimiento de áreas destinadas a la conservación del patrimonio natural.



Mapa 7. Pendientes.



### 1.4.3. Geomorfología.

En el Cantón Cuenca predominan los relieves montañosos característicos de los valles interandinos de la cordillera tanto Occidental como Oriental, con un rango amplio de pendientes que van desde pendientes suaves de los valles, a las pendientes abruptas que superan el 70%, generando contornos bien marcados, encañonados, precipicios, y declives abruptos especialmente en los ríos y quebradas. También es característica propia del cantón la geomorfología glaciar en las partes altas donde se encuentran los páramos y complejos lagunares así como el valle glaciar donde se emplaza la ciudad de Cuenca.

Morfológicamente se presenta de forma discontinua, ya que se encuentra marcada por la divisoria de aguas Pacífico – Atlántico, siguiendo la línea de cumbre de la cordillera Occidental de los Andes. Un aporte adicional a la morfología del terreno del cantón, es su amplio rango altitudinal que va desde los 20 m.s.n.m. hasta los 4560 m.s.n.m., que dan paso a estructuras como son



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

declives, escarpados, depósitos sedimentarios, aluviales, coluviales etc. Características propias de la morfología de los valles y regiones interandinos.

En el cantón predominan los relieves montañosos con un porcentaje del 33.35%, seguido por relieves escarpados con un 17.07% y con un porcentaje del 14.76% se encuentran las colinas medianas. El 10.27% de la categoría Otros agrupa a 17 clases cuyos porcentajes son menores a 1%.

**Tabla 10. Geomorfología del cantón Cuenca.**

Descripción	ha	%
Relieve montañoso	122.231,59	33,35
Relieve escarpado	62.563,51	17,07
Vertientes irregulares	44.502,05	12,14
Colinas medianas	54.095,06	14,76
Vertientes cóncavas	18.422,39	5,03
Terraza baja	10.272,16	2,80
Conos de deyección y esparcimiento	8.951,58	2,44
Vertientes convexas	7.866,46	2,15
Otros	37.628,15	10,27

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – PDOT 2011

### 1.4.4. Geología

Las formaciones predominantes en el área son: La Formación de Tarqui, descritas como tobas, riolitas, andesitas, aglomerados y brechas, estas estructuras conforman un 46.27% del área del cantón, seguido de la Formación Macuchi con un 15.07%, conformado por cornubianitas indiferenciadas: rocas afectadas por metamorfismo de contacto, tobas, andesita, vulcano sedimentos. Además presentan afloramientos de grupos granodioríticos dispersos por todo el cantón.

### 1.5. Medio Biótico

Para razones del estudio y sus alcances definidos, se consideró conveniente únicamente tocar el tema de vegetación y su aptitud pues la determinación de especies en flora y fauna realizada por la Ilustre Municipalidad de Cuenca y su Plan de Ordenamiento Territorial, al cual esta



parte del presente documento hace referencia, no es una información representativa para el caso del presente estudio.

### *1.5.1. Cobertura Vegetal y Uso Primario*

Los estudios<sup>17</sup> sobre la cobertura y uso de suelo analizan y clasifican los diferentes tipos de cobertura y usos de suelos asociados que el hombre practica en una zona determinada.

La cobertura son aquellos cuerpos naturales o artificiales que cubren la superficie del suelo por lo tanto pueden originarse en ambientes naturales como resultados de la evolución ecológica (bosques, lagunas, etc.) o a partir de ambientes artificiales creados y mantenidos por el ser humano (cultivos, centros poblados, etc.)

El análisis de la cobertura vegetal y uso del suelo, nos permite tener una aproximación preliminar importante, a fin de cuantificar los ecosistemas existentes o que han sido mayormente afectados y en función de los cuales puede definirse una serie de estrategias encaminadas a la protección del ambiente.

---

<sup>17</sup> Ilustre Municipalidad de Cuenca – Plan de Ordenamiento Territorial



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

**Tabla 11. Uso de Suelo y Cobertura Vegetal.**

TIPO DE COBERTURA	has	%
Paramo Pajonal	88496,09	24,14
Bosque Natural	83116,99	22,68
Arbustos	43956,71	11,99
Nube	26686,55	7,28
Pastizal	25571,27	6,98
Pastizal Cultivado	22663,83	6,18
Paramo sobre roca desnuda	16230,87	4,43
Humedales	13357,2	3,64
Cultivos de Ciclo Corto	11988,4	3,27
Área Cultivada	6987,13	1,91
Cultivos Multi-anales	6523,27	1,78
Bosque Pluvial Sub-alpino	4499,94	1,23
Área Urbana Discontinua	3859,06	1,05
Suelo degradado	3385,96	0,92
Área Urbana Continua	2900,45	0,79
Área degradada	2318,33	0,63
Cuerpo de Agua Natural	1968,85	0,54
Caminos	943,91	0,26
Sombra	394,53	0,11
Cultivos Anuales	217,25	0,06
Área Industrial y Comercial	163,07	0,04
Ríos	132,36	0,04
Área de deporte libre	51,61	0,01
Cuerpo de Agua Artificial	44,4	0,01
Área Verde Urbana	41,43	0,01
Aeropuertos	33,49	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>366532,95</b>	<b>100</b>

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – PDOT 2011

- Vegetación Remanente.

En esta área se encuentran 14 diferentes formaciones vegetales ya sean naturales o intervenidas. Bajo la ilustración de la siguiente **Tabla N°12** se concluye que en total existe una remanencia de aproximadamente 343.951,52 ha correspondientes al 93,84% del área de estudio. A nivel general se puede



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

observar que la mayor remanencia se la registra para diferentes formaciones vegetales como son: zonas intervenidas (37,81%), Paramo herbáceo (35,41%).

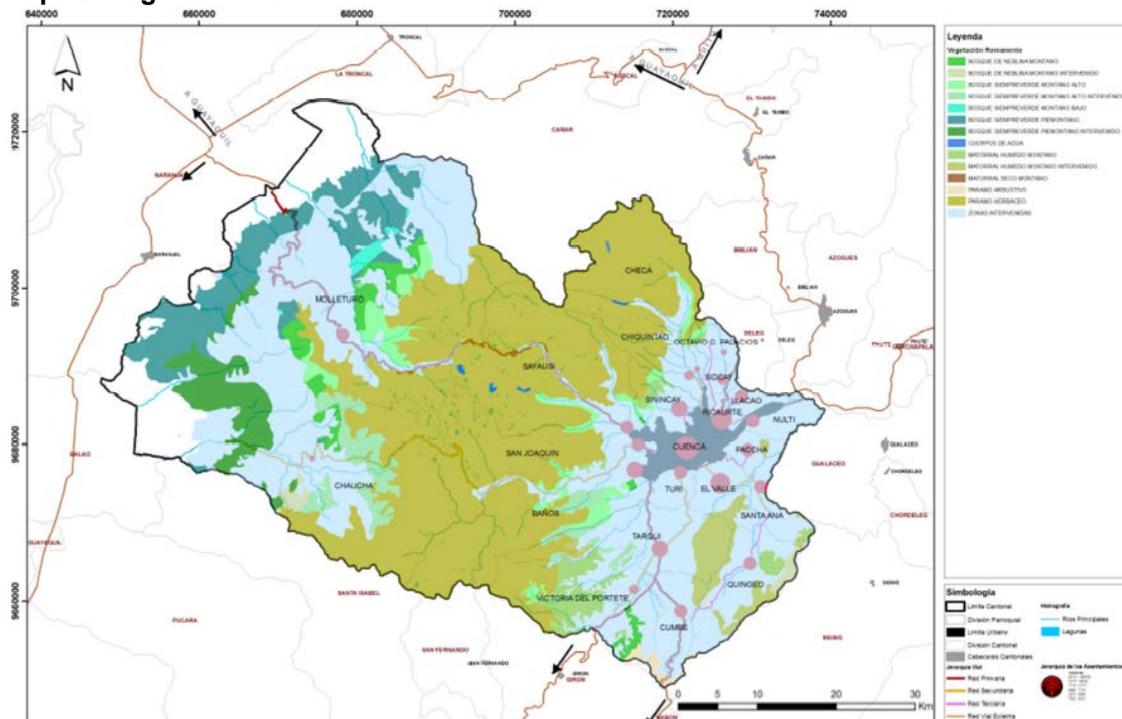
Las demás formaciones vegetales como: Bosque siempreverdepiemontano, bosque siempreverdepiemontano intervenido, bosque siempreverde montano alto intervenido, bosque siempreverde montano alto, matorral húmedo montano intervenido, matorral húmedo montano y bosque de neblina montano han perdido aproximadamente más del 25% de su remanencia. Siendo los mas afectados los bosques de neblinamontanointervenido, bosque siempreverdemontano bajo, paramo arbustivo, cuerpos de agua y matorral seco montanoque se han perdido por las actividades antrópicas.

**Tabla 12. Vegetación Remanente del cantón Cuenca.**

<b>Vegetación Remanente</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Zonas Intervenidas	136.568,93	37,81
Paramo Herbaceo	129.775,25	35,41
Bosque SiempreverdePremontano	22.430,93	6,12
Bosque SiempreverdePremontano Intervenido	10.608,26	2,89
Bosque SiempreverdeMontano Alto Intervenido	9.276,65	2,63
Matorral HumedoMontano Intervenido	9.114,65	2,49
Matorral Húmedo Montano	7.020,29	1,92
Bosque de Neblina Montano	6.900,37	1,88
Bosque de Neblina Montano Intervenido	6.154,46	1,68
Bosque Siempreverdemontano bajo	1.632,23	0,45
Paramo Arbustivo	1.056,10	0,29
Cuerpos de Agua	327,56	0,09
Matorral seco montano	14,24	0,001
<b>TOTAL</b>	<b>343,951,52</b>	<b>93,84</b>

**Fuente:** I. Municipalidad de Cuenca – PDOT 2011

Mapa 8. Vegetación remanente.



Fuente: I. Municipalidad de Cuenca, PDOT. 2012

## 2. AFECCIONES LEGALES AL SUELO.

### 2.1. Parque Nacional Cajas

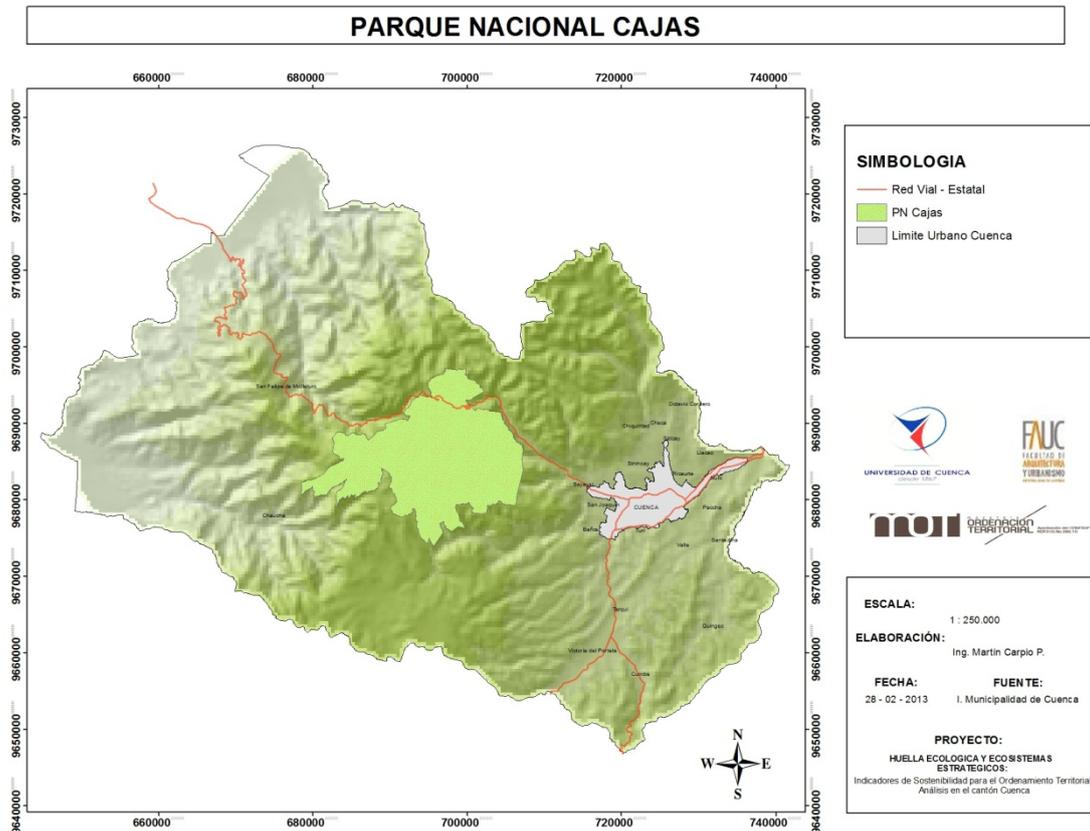
El Parque Nacional Cajas, se encuentra ubicado en la Cordillera Occidental de los Andes entre las coordenadas geodésicas de latitud: 24° 4' S a 2° 56' S y longitud: 79° 12' W a 79° 22' W. Tiene una superficie de 22.586has,y el acceso se realiza por una vía asfaltada en dirección noroeste desde la ciudad de Cuenca, por una distancia aproximada de 26 km.

El Parque Nacional Cajas se encuentra en un sistema montañoso de características singulares por su geomorfología producto del moldeamiento glaciar; su relieve accidentado fluctúa entre los 3.150 y 4.445m.s.n.m. La morfología glaciar producto del descenso de lenguas glaciares, que cargadas con depósitos, morrénicos, pulimentaron los flancos de las laderas, determinando un paisaje dominante constituido por cincos, valles, horns,



aristas, cuchillas, artesas y cubetas. Estas cubetas son recipientes donde se represa el agua formando lagunas en un total de 235.

Mapa 9. Parque Nacional Cajas.



## 2.2. Áreas de Bosques y Vegetación Protectora

En el cantón Cuenca, existen 15 áreas de bosque y vegetación protectora que ocupan una superficie de 20844.02 ha equivalente al 56.9% del territorio cantonal.



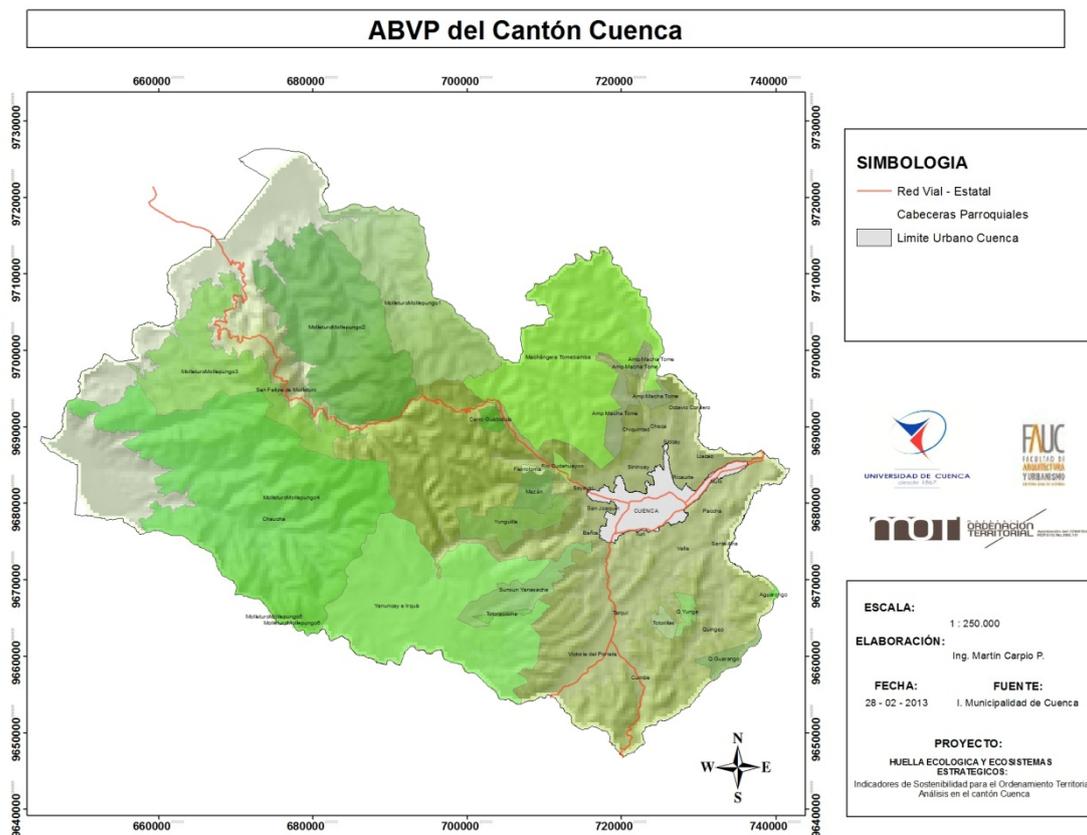
**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
Fundada en 1867

**Tabla 13. Áreas de Bosque y vegetación Protectora del cantón Cuenca.**

<b>Bosque Protector</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Molleturo – MollepongoArea 4	57475,67	28,25
Cuenca del río Paute – Microcuenca del río Yanuncay e Irquis	33497,90	16,47
Cuenca del río Paute – SubcuencaMachangaraTomebamba	31821,36	15,64
Molleturo – MollepongoArea 2	28197,56	13,86
Molleturo – MollepongoArea 1	20689,65	10,17
Molleturo – MollepongoArea 3	17507,81	8,61
Cuenca del río Paute – subcuenca del río Yunguilla	4451,36	2,19
Cuenca del río Paute – SubcuencaMachangaraTomebamba (Ampliación)	4421,39	2,17
Mazan	1964,48	0,97
Cuenca del río Paute Quebrada Guarango	1406,63	0,69
Cuenca del río Paute – microcuenca de la quebrada Yunga	851,48	0,42
Totorillas	770,89	0,38
Cuenca del río Paute – Cerro Fierroloma	225,61	0,11
Cuenca del río Paute – subcuenca del quebrada Aguarongo	149,96	0,07
Molleturo – MollepongoArea 6	7,47	0,001
<b>TOTAL</b>	<b>203439,22</b>	<b>100</b>

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – PDOT 2011

**Mapa 10. ABVP del cantón Cuenca.**





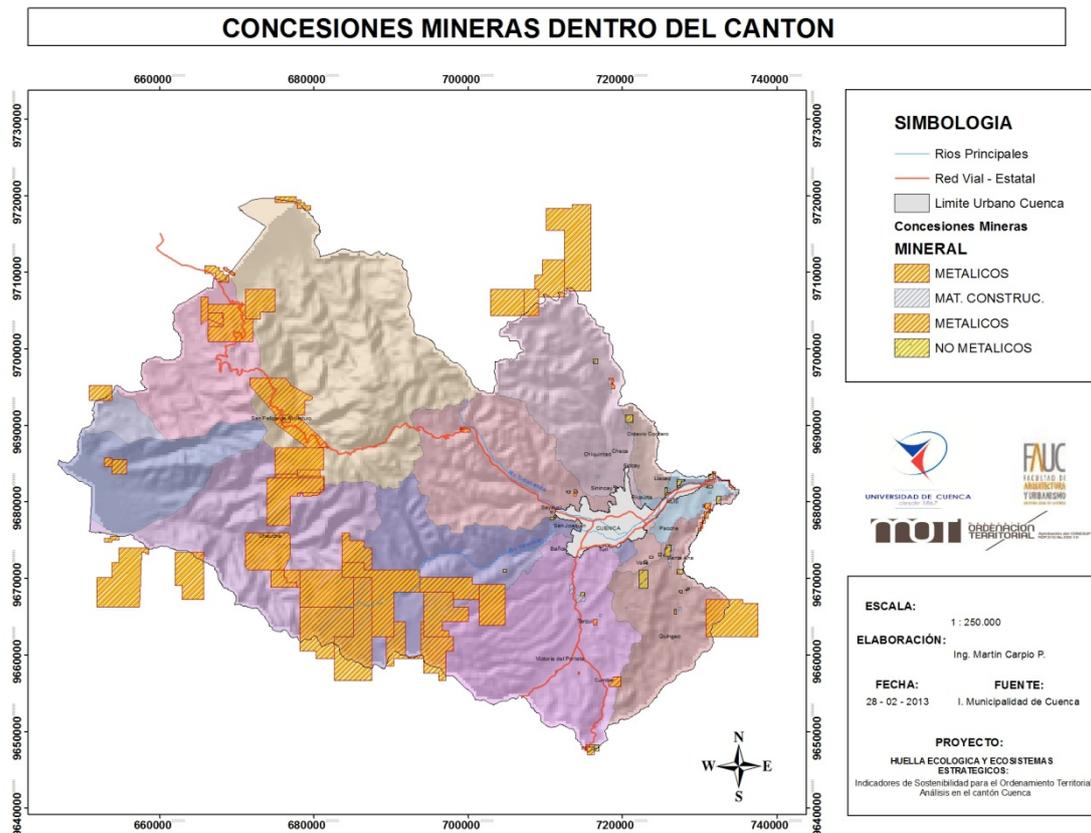
### 2.3. Concesiones Mineras

En el cantón Cuenca, existen 113 concesiones mineras según los registros de Dirección Regional de Minería publicados en su página Web, al 2011.

De las 113 concesiones, 88 se encuentran inmersos en el cantón, en tanto que las restantes concesiones se encuentran en los bordes externos del cantón., y ocupan una extensión de 13744,35has.

Especial atención merecen las dos concesiones mineras EMC y IAM GOLD considerados como proyectos nacionales de minería y localizados en las partes altas del cantón.

Mapa 11. Concesiones Mineras.

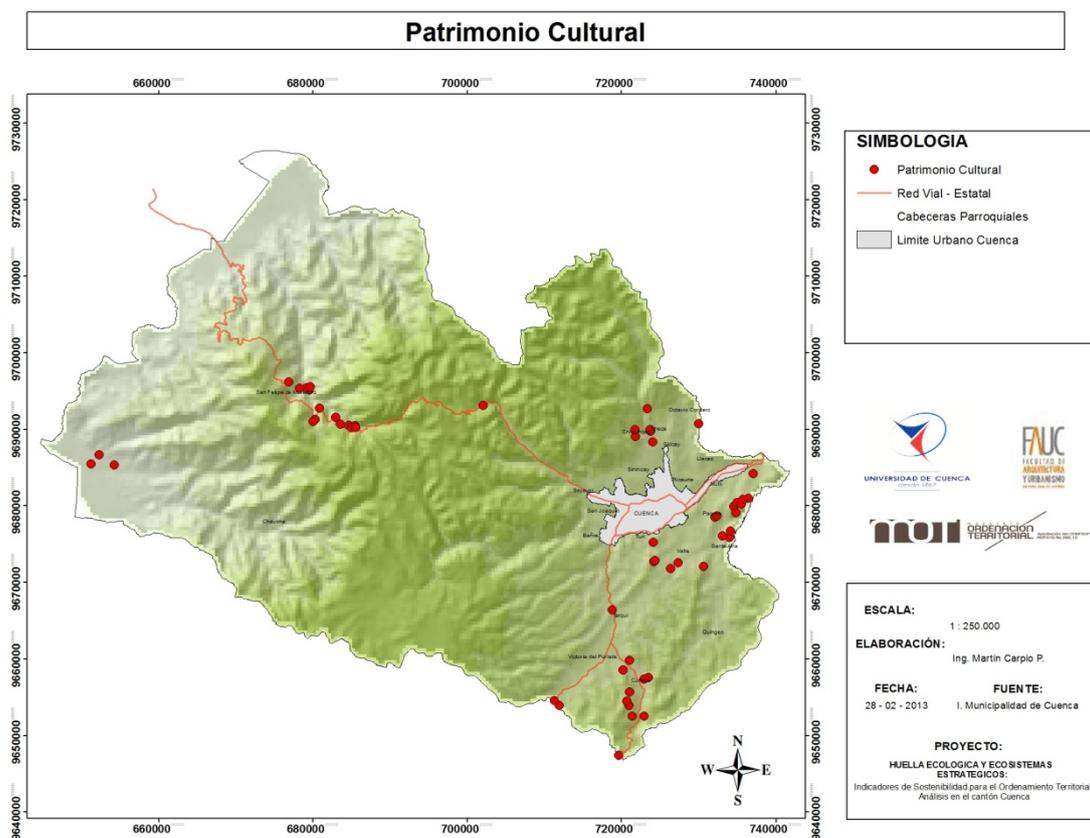




## 2.4. Patrimonio Cultural

En el siguiente mapa podemos observar la localización geográfica de algunos sitios considerados de Patrimonio Cultural (proporcionados por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. INPC), en estos sitio no podría existir intervención de ninguna índole por su importancia cultural e histórica.

Mapa 12. Patrimonio Cultural.



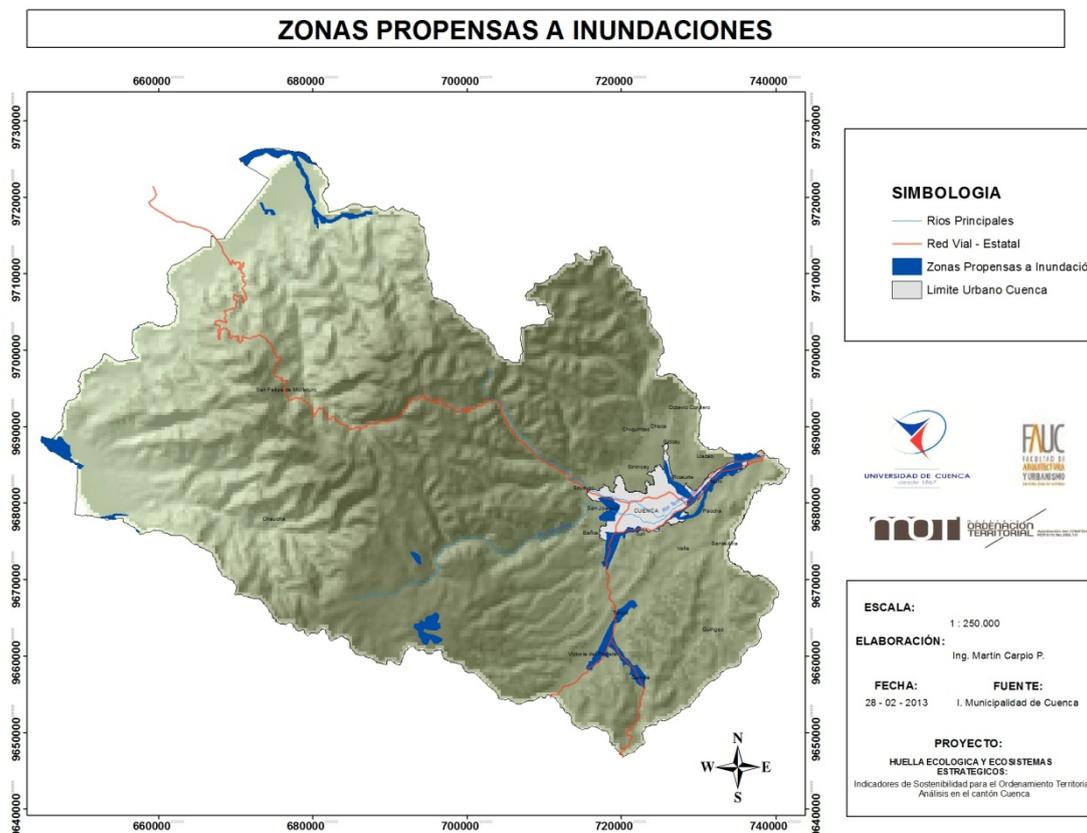
## 2.5. Amenazas Naturales.

### 2.5.1. Áreas de Peligro de Inundación

Las áreas de riesgos de inundación han sido tomadas de ODEPLAN 2002 y del estudio realizado por el proyecto MACUA en 1994 de la Universidad de Cuenca.



Mapa 13. Áreas propensas a Inundaciones.



### 3. SISTEMA DE POBLACIÓN Y ACTIVIDADES

#### 3.1. Características de la Población

##### 3.1.1. Tamaño de la Población Actual

El cantón Cuenca al 2010 tenía 505.585 <sup>18</sup>habitantes, de los cuales 331.888 habitantes residían en el área urbana de la ciudad de Cuenca, y los 173.697<sup>19</sup> habitantes en el área rural.

El cantón Cuenca tiene una superficie total de 366.532,9 has, en las que se asientan las 21 parroquias rurales y el área urbana, el tamaño medio de las

<sup>18</sup> Censo de población y vivienda 2010, INEC.

<sup>19</sup> PDOT - I. Municipalidad de Cuenca. 2011.



parroquias es de 16.660,58 has, la máxima en extensión tiene 132.349,02 has, y la mínima 1.364,74 has.

El área urbana de Cuenca tiene una superficie de 7.299,69has, que representa el 1.99% el total cantonal.

### 3.1.2. Índice de crecimiento de la Población.

De acuerdo a los censos de 2001 y 2010 en el área rural existe una tendencia de mayor crecimiento de la población comparativamente con el área urbana, es decir la población se ha incrementado en 27.30 % en el período inter-censal, dato que convertido a crecimiento anual es de 2.68 %, no así en el área urbana que globalmente tiene un crecimiento del 18.96 % para el período lo que representa una tasa de crecimiento de 1.93 % anual, representados con datos en la siguiente tabla.

**Tabla 14. Crecimiento y decrecimiento de la población en el cantón Cuenca.**

Cantón Cuenca	Censos INEC		Población estimada al 2017	% crecimiento y decrecimiento o intercensal	Tasa de crecimiento y decrecimiento	% crecimiento y decrecimiento o anual
	2001	2010				
área Rural (parroquias )	137.00 4	173.69 7	<b>207.374</b>	27,30	0,027	2,68
área Urbana (parroquias )	278.99 5	331.88 8	<b>396.236</b>	18,96	0,019	1,93
Cantón Cuenca	415.99 9	505.29 8	<b>603.269</b>	21,71	0,022	2,18

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – PDOT 2011 y INEC 2010

## 4. SISTEMA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS.

Uno de los aspectos más importantes de la Planificación constituye el proceso organizador de la ocupación del territorio.



En este sentido, el Sistema de Asentamientos Humanos está conformado por la red de centros poblados de diversa jerarquía y función, que tienen necesariamente interacción e interdependencia.

En consecuencia, los asentamientos humanos son conglomerados demográficos localizados en áreas físicamente determinadas, en cuyo interior existen relaciones socioeconómicas de convivencia, considerando dentro de las mismas sus componentes naturales y sus obras físicas o materiales.

#### **4.1. Servicios y Cobertura Eléctrica.**

La cobertura de energía eléctrica del cantón Cuenca es del (98,43%), en tanto que la más alta cobertura corresponde a Cuenca urbana con el (99,64%). Las parroquias rurales que tienen la menor cobertura son: (Chaucha (82,79%) y Molleturo (84,89%). (INEC, 2010.)

El cantón Cuenca cuenta con un consumo doméstico de 565.048kWh, y el consumo industrial aproximado es de 15'954.650kWh, esto quiere decir que en general el cantón Cuenca requiere de 16'519.698kWh. Tomando en cuenta estos valores se puede concluir que la energía domestica el consumo per cápita de los habitantes del cantón es de 1,11kWh.

#### **4.2. Agua para consumo Humano.**

Los sistemas de agua para consumo humano, alcanzan altos porcentajes de cobertura, especialmente en las parroquias de El Valle, Checa, Baños, Turi y Ricaurte en donde supera el (75%), en tanto que el área urbana de Cuenca se obtiene un (96,5%) de cobertura.

La parroquia Victoria del Portete es la menos servida con agua potable de red pública con menos del 40,0%, sin embargo, se sirve en un 51,7% de agua proveniente de: ríos, vertientes y acequias o canal.



De manera similar las parroquias de Molleturo y Quingeo cuentan con el 42,4% y 43,9% respectivamente de cobertura de agua potable de la red pública, sirviéndose adicionalmente de: pozos, ríos, vertientes y acequias.

Los sistemas de agua para consumo humano dan cobertura al (87,9%) de viviendas de todo el cantón, y un (12,10%) de las viviendas del Cantón tienen otro tipo de servicios.

En el cantón Cuenca se consumen aproximadamente 220lts de agua por persona al día, lo cual demuestra una sobre utilización de este recurso, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se deberían consumir en un promedio de 80lts diarios,

#### *4.2.1. Déficit de sistemas de agua para consumo*

Las parroquias que presentan el mayor déficit, del sistema de red de agua para el consumo humano son: Victoria del Portete (61,13%), Molleturo (57,61%), Quingeo (56,12%), Nulti (54,66%), Chaucha (52,19%), Octavio Cordero (51,70%), Paccha (44,63%), del total de las viviendas del cantón Cuenca.

En el área Urbana del cantón Cuenca se presenta un déficit del (3,46%) de la red de agua para consumo humano.

#### *4.2.2. Sistemas de tratamiento de Aguas Residuales.*

En el cantón Cuenca, en especial en el sector rural, los sistemas de eliminación de excretas son a través de pozos sépticos o pozosciegos, en virtud de que las comunidades o asentamientos son dispersos, lo que dificulta la construcción de sistemas de alcantarillado.

En relación a la eliminación de excretas por pozo ciego, la cobertura para las parroquias varía desde la más alta para: Octavio Cordero (20,54%), Santa Ana



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

(10,18%) y el porcentaje más bajo Ricaurte (1,82%) y Cuenca con el (0,25%) del total de las viviendas del Cantón.

En lo que tiene que ver con la eliminación de excretas a través de pozos sépticos, los porcentajes de cobertura son altos en las parroquias de Sidcay (61,04%), Nulti (60,34%), Victoria del Portete (52,16%), Octavio Cordero (50,07%), del total de las viviendas del cantón Cuenca.

Se ha determinado que la eliminación de excretas se realiza por descargas directas a las quebradas, los porcentajes más altos en este componente lo presentan las parroquias de: Sinincay (14,82%), Cumbe (13,42) y Checa con el (12,79%).

### 4.2.3. Manejo de Desechos Sólidos

La recolección de los desechos la realiza la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC EP), la cobertura del servicio abarca la totalidad del área urbana, y la disposición final se realiza en el relleno sanitario de Pichacay ubicado en la parroquia Santa Ana, a 21 Km. de la ciudad. El relleno sanitario entró en funcionamiento a partir de septiembre de 2001, abarcando un área de 140 ha., la vida útil es de aproximadamente veinte años.

Semanalmente se produce un total de **1.777,33 toneladas de desechos sólidos**, de los cuales el 73,82% corresponde a desechos domiciliarios, el 17,75% a los mercados, un 8,38% son desechos industriales y un 0,05% son bio-peligrosos.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

**Tabla 15. Desechos producidos en Cuenca por tipo de desecho.**

Tipos de desechos	(%)	Promedio Semanal (Ton)
Desechos domiciliarios	73,82	1.312,11
Desechos de mercados y barrido	17,75	315,11
Desechos industriales	8,38	148,91
Desechos biopeligrosos	0,05	0,89
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>1.777,02</b>

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – PDOT 2011

<b>PRODUCCIÓN PER CAPITA</b>	0,523 Kg/hab/día
------------------------------	------------------

Fuente:EMAC –2010

El servicio brindado por la Empresa EMAC EP es de dos tipos:

- Para el área urbana consolidada
- Para el área rural

El área urbana consolidada, la conforman, el área urbana de: la ciudad de Cuenca; y de las parroquias Baños, Turi, El Valle, Santa Ana, San Joaquín, Ricaurte y Sayausí.

En tanto que el área rural la conforman las parroquias rurales de: Cumbe, Checa, Chiquintad, Llacao, Molleturo, Nulti, Octavio Cordero Palacios, Paccha, Quingeo, Sidcay, Sinincay.

La parroquia de Chaucha posee un relleno manual local y la de Tarqui tiene descentralizado el servicio de eliminación de basura.

La cobertura del sistema de eliminación de basura a través de carro recolector se da en las siguientes parroquias: Chaucha (13,66%), Quingeo (8,32%), Molleturo (28,11%).

El sistema de eliminación de basura a través de terreno baldío o quebrada, cuenta con un porcentaje alto, que corresponde a las parroquias de Chaucha (29,23%), Molleturo (14,89%) y Quingeo (10,31%) del total de las viviendas del cantón Cuenca.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

El procedimiento de eliminación de desechos por incineración lo realizan en las parroquias de: Quingeo (73,50%), Molleturo (49,86%), Chaucha (45,90%), Victoria del Portete (40,99%), Nulti (39,20%), Sinincay (33,99%) y Cumbe (33,33% del total de las viviendas del cantón Cuenca.

La eliminación de basura por entierro en el cantón Cuenca es bajo y corresponde al (0,69%), y las parroquias que tienen el porcentaje más alto son: Quingeo (6,85%), Chaucha (5,74%), Octavio Cordero (3,95%), Molleturo (3,68%), Santa Ana (3,66%) y Sidcay (3,60%).

La eliminación de basura en los ríos, acequias o canales, en el cantón Cuenca es baja y corresponde al (0,11%) y las parroquias que tienen porcentajes altos son Molleturo (1,28%) y Nulti (1,02%).

Según el Censo 2010 realizado por el INEC, se presentan otras formas de eliminación de basura en las parroquias de: Chaucha (5,19%), Molleturo (2,18%) y Sidcay (1,88%).



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

## **CAPITULO V**

# **HUELLA ECOLÓGICA Y BIOCAPACIDAD DEL CANTÓN CUENCA**



## **CAPITULO V - HUELLA ECOLÓGICA Y BIOCAPACIDAD DEL CANTÓN CUENCA**

En el presente trabajo se calcula la Huella del Cantón Cuenca, un cantón que posee cerca del 35,39% del territorio de la provincia del Azuay. Con 505.585 habitantes en un área de 3.665Km<sup>2</sup>, o 366.533hectáreas. Se justifica este ejercicio, en el hecho de que el desarrollo de las actividades diarias, demanda el aprovisionamiento de recursos que se producen en el entorno territorial, tales como los alimentos, el agua, la energía, las materias primas para la construcción, el vestido, la producción de oxígenos, los espacios para la disposición de residuos sólidos, etc. Lo anterior ratifica la dependencia de la especie humana respecto de la naturaleza, de la cual los seres humanos no pueden prescindir. Ese espacio físico productivo requerido para satisfacer las demandas de la población es la “Huella Ecológica” del cantón, que se presenta a continuación.

La información se complementó en las matrices con las bases de datos de organizaciones públicas y privadas del orden local. Además de la información disponible en las instituciones, se recopiló información bibliográfica o disponible a escalas superiores, para llenar los vacíos existentes, siguiendo los criterios metodológicos propuestos para ciudades *por W. Rees y M. Wackernagel*, en el documento *OurEcologicalFootprint*, además de los procesos planteados por *TheFootprint Network*.

### **1. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA**

#### **1.1. Información recolectada**

En cuanto a la información recolectada de otras instituciones para el cálculo de servicios específicos se encuentra:



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

- **GOBIERNO PROVINCIAL DEL AZUAY.-** Apoyo en la facilitación de la información, con el documento Huella Ecológica de la Provincia del Azuay.
- **ETAPA.-** Se han recolectado y analizado los datos obtenidos de (dotación de agua potable para la ciudad de Cuenca, demanda de l/día. Persona y volumen de descarga de aguas residuales.
- **INEC.-** Base de datos de estadísticas y censos del cantón Cuenca.
- **EMAC.-** Datos de composición física de los desechos urbanos. Pesos específicos según la tipología de la composición de los residuos. Promedios de producción de Kg/persona día de residuos sólidos.
- **EMPRESA ELECTRICA.-** Producción, distribución y consumo de energía eléctrica, en la ciudad de Cuenca y resto de la provincia, diferenciación área urbana y rural. Capacidad e índices de producción de centrales de las empresas HidroPaute y Elecaustro y la Central Termoeléctrica el Descanso.
- **CUENCAIRE.-** Número de vehículos registrados en la ciudad y en la provincia, índices de emisiones contaminantes, Caracterización del parque automotor de la ciudad. Consumos de combustibles fósiles para la movilización del parque automotor de la ciudad.
- **PROMAS.-** Capacidad de producción de agua por hectárea de páramo. Caso de estudio del Parque Nacional Cajas.



### 1.1.1. Datos que requerirán ser re-calculados.

Para alcanzar una correcta definición se deberán realizar cálculos de la Huella Ecológica a nivel más sectorizado para obtener resultados con mayor aproximación a la realidad.

- *Demanda de Alimentos*

1. La demanda Kilocalórica debería ser calculada diferenciadamente para la zona urbana y para la zona rural.
2. Los índices de productividad deberían ser calculados según la productividad de la zona, no de datos generales.
3. Los datos obtenidos y sus rendimientos fueron obtenidos del Cálculo para la Huella Ecológica de la provincia del Azuay.

## 2. ESTIMACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA.

Para la estimación de la Huella Ecológica, es necesario partir del análisis de los recursos generados en el cantón así como las necesidades de consumo de los mismos, a continuación se presentan de manera esquematizada los principales servicios y productos.

**AREA:** 366.533 hectáreas<sup>20</sup>

**POBLACION:** 505.585 habitantes<sup>21</sup>

### 2.1. *Estimación de la Huella Ecológica relacionada a alimentos*

El diario consumo de alimentos y su semejante en hectáreas se muestra por el rendimiento del cultivo en sí<sup>22</sup>. El consumo hace relación ya al promedio poblacional, por lo que no es necesario tomar en cuenta otros requerimientos

---

<sup>20</sup> según INEC

<sup>21</sup> Censo de Población y Vivienda 2010

<sup>22</sup> Los datos en primera instancia se tomaron de Tesis de Huella Ecológica. Eco. Hugo Ochoa



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

alimenticios ya que la pirámide nutricional de adolescentes y niños es similar a la de adultos. Y se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 16. Requerimiento diario de alimentos 2008<sup>23</sup>

PRODUCTO	Toneladas	Rendim (t/ha)	Área (ha)
Arroz	30,34	4,2	127,428
Trigo	30,34	4,08	123,7872
Papa	60,67	3,44	208,7048
Maíz	30,34	4,08	123,7872
Plátano	30,34	0,96	29,1264
Yuca	30,34	0,9	27,306
Frejol	4,04	4,08	16,4832
Arveja	4,04	0,2	0,808
Lenteja	4,04	0,63	2,5452
Haba	4,04	0,2	0,808
Tomate	40,45	7,27	294,0715
Coliflor	35,39	7,47	264,3633
Cebolla	50,56	3,22	162,8032
Lechuga	18,2	2,44	44,408
Acelgas	12,13	0,96	11,6448
Papaya	60,67	7,64	463,5188
Banano	30,34	34,43	1044,6062
Piña	40,45	2,11	85,3495
Naranja	55,61	5,36	298,0696
Leche	50,56	0,46	23,2576
Queso Fresco	12,64	0,05	0,632
Huevos	10,11	0,76	7,6836
Pescado	2,02	0,03	0,0606
Carne de Res	1,52	0,03	0,0456
Carne de Pollo	2,02	0,76	1,5352
Carne de Cerdo	2,02	0,4	0,808
Aceite vegetal	10,11	12,51	126,4761
Azúcar	75,84	68,91	5226,1344
<b>TOTAL</b>	<b>739,17</b>	<b>165,94</b>	<b>8716,25</b>

Fuente: Censo Agropecuario Azuay. MAGAP y FASOTAT

<sup>23</sup> Hoja de Balance alimentario 2006, MAGAP.



## 2.2. **Estimación de la Huella Ecológica por disponibilidad de agua.**

### 2.2.1. *Estimación de uso de agua actual.*

Si se tiene en cuenta que el consumo de agua para el 2012 según ETAPA es de 220lts/hab/día (0.22m<sup>3</sup>/hab/día) y se calcula este valor para todo el cantón se tendría un total de 1´112.287,3 m<sup>3</sup>/día de agua necesaria para abastecer a la población. Si se toma en cuenta que 1ha de páramo suministra 10m<sup>3</sup> de agua al día obtenemos que sean necesarias **111.227has** de suelo de páramo para el aprovisionamiento de agua.

Con relación a agua de riego<sup>24</sup> se calcula que se usa 58.121lts/ha/día (58,12m<sup>3</sup>/ha/día), como promedio de cultivo, y se tiene **8716,25has** de superficie cultivada en una cantidad de 13.813 unidades de producción agrícola UPA´s, las mismas que se consideran ciclos de 120 días<sup>25</sup>, como resultado se obtiene que se necesita de aproximadamente **6´079.061m<sup>3</sup>/día** para riego en el cantón, calculado esto en un ciclo de 120 días se obtiene, 515´764.896

Si se toma en cuenta que 1ha de páramo suministra 10m<sup>3</sup> de agua al día obtenemos que son necesarias **607.906 has** de suelo de páramo para el aprovisionamiento de agua.

## 2.3. **Estimación de la Huella asociada con el consumo eléctrico**

### 2.3.1. *Estimación de porcentajes por hidroelectricidad y por termoeléctricas.*

De allí que se calculará el porcentaje de producción por hidroelectricidad y el de centrales termoeléctricas

NOMBRE	TIPO	CANTIDAD	UNIDAD
--------	------	----------	--------

<sup>24</sup> Según SENAGUA 2011

<sup>25</sup> Aproximación a la Huella Ecológica del Azuay, Econ. Ochoa



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Hidropaute (provincia)	Hidroeléctrica	6 285 886	MWh <sup>26</sup>
ELECAUSTRO	Hidroeléctrica	266 833	MWh <sup>27</sup>
ELECAUSTRO	Termoeléctrica	65 497	MWh <sup>28</sup>
	<b>TOTAL</b>	<b>6 618 216</b>	
Por lo tanto			
	Generación hidroeléctrica	99%	
	Generación termoeléctrica	1%	

### 2.3.2. Consumo energético por viviendas en el cantón Cuenca.

Se tiene presente en primer lugar el número de viviendas con el servicio de electricidad al 2010<sup>29</sup>.

#### VIVIENDAS

SECTOR	VALOR	
Cuenca	82.721	viviendas con electricidad
Rural	35.452	viviendas con electricidad

Se estima el consumo urbano y rural de la electricidad<sup>30</sup>, donde se tiene:

AREA	kWh/vivienda/mes
Urbana	155.93
Rural	86.34

Se calcula el consumo energético de las viviendas, lo que resulta:

#### CONSUMO ENERGÉTICO DE VIVIENDAS

Urbano	12898685,53 kwh/mes
Rural	3060925,68 kwh/mes
TOTAL	15959611,21 kwh/mes
	<b>15.959,61 MWh</b> Al 2010

<sup>26</sup>Producción al año 2008, de represa Molino-Paute Fases A, B y C . Fuente : Hidropaute S.A en [www.hidropaute.com/graficosHP/graficas.aspx](http://www.hidropaute.com/graficosHP/graficas.aspx)

<sup>27</sup>Producción en el año 2008, del complejo hidroeléctrico machángara (Saucay y Saymirín). Fuente : ELECAUSTRO en <http://www.elecaustro.gov.ec/servicios.php?seccion=5W5v8ks&codigo=9rrfvDTvGz>

<sup>28</sup>Producción en el año 2008, de central El Descanso. Fuente: ELECAUSTRO en <http://www.elecaustro.gov.ec/servicios.php?seccion=5W5v8ks&codigo=fiiGdieHIE>

<sup>29</sup> Fuente de datos: VI Censo de población y V de vivienda INEC 2010

<sup>30</sup> Tesis Huella Ecológica. Econ. Hugo Ochoa R



### 2.3.3. Consumo energético total (viviendas e industria).

El consumo de parte de la población es sus viviendas es solo una parte del consumo energético total, por lo cual se estima el consumo de energía eléctrica de las industrias y comercio, según las siguientes relaciones<sup>31</sup>:

SECTOR	RELACIÓN	TOTAL
Vivienda	10.1	15.959,61
Industrial	10.6	16.749,69
Agrícola y Comercio	2.4	3.792,38
<b>TOTAL</b>		<b>36.501.68MWh</b>

### 2.3.4. Estimación de área requerida para producción energética.

Para el cálculo de la huella asociada al consumo de energía eléctrica se debe tener presente los siguientes conceptos:

- Para calcular la huella del consumo eléctrico transformamos los kilowatios consumidos a julios ( $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ Mj} = 0,0036 \text{ Gj}$ ).
- Cuando la electricidad es generada a partir de combustibles fósiles (eficiencia del 30%), la huella por unidad energética final consumida es unas 3 veces mayor que cuando se usan los combustibles fósiles directamente. Por eso, la huella de la energía producida por centrales térmicas de carbón o combustibles líquidos es de  $0,0036/0,3 = 0,0120 \text{ Gj/kW}$ .
- Para obtener el consumo anual en Gj/año, multiplicamos el consumo en kilovatios hora por la intensidad energética correspondiente a ese tipo de energía. Para obtener la huella, se divide el consumo resultante entre la productividad energética correspondiente:  $71 \text{ Gj/ha/año}$  para los

<sup>31</sup> Según Chow et. al La relación entre el consumo de vivienda y el consumo industrial está en relación 10.1 a 10.6, pero hay que añadir el consumo, agrícola, de comercio que llevaría 1 y 1.4 respectivamente



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

combustibles fósiles líquidos<sup>32</sup> y para el caso de la energía hidroléctrica 15000 GJ/ha/año<sup>33</sup>.

- El paso final, por lo tanto, es multiplicar la huella resultante de la división consumo/productividad por este factor de equivalencia, obteniendo así la huella final equivalente<sup>34</sup>.

**Tabla 17. Factores de equivalencia**

Categoría de superficie	Factor equivalencia
Energía fósil	1,14
Tierra cultivable	2,82
Pastos	0,54
Bosques	1,14
Terreno construido	2,82
Mar	0,22

Fuente: Wackernagel, 1998.

Con ello se tiene:

ENERGÍA						
TIPO	CONSUMO (MWh)	CONSUMO (GJ/año)	PRODUCTIVIDAD ENERGÉTICA (GJ/ha/año)	HUELLA POR TIPO DE ECOSISTEMA	TIPO	HUELLA (ha)
Hidroeléctrica (99%)	36136,66	130091,97	14000	0.54109	Páramo (similar a pasto)	5,01
Termoeléctrica (1%)	365,02	1314,07	71	1.138	Energía Fósil	21,06
					<b>TOTAL</b>	<b>26,07</b>
					<b>TOTAL AÑO</b>	<b>312,86</b>

<sup>32</sup> Ratio energía-superficie para los combustibles líquidos fósiles, según Wackernagel (hoja de cálculo de la huella ecológica de Italia). Utilizando un tiempo de maduración forestal (ciclo de cosecha) de solo 40 años, estimaron una media de absorción de carbono de 1,42 tC/ha/año. Los combustibles líquidos tienen un factor de emisión de carbono de 20 tC/Tj, por lo que el ratio energía-tierra es de 71 GJ/ha/año (1,42/0,020= 71)

<sup>33</sup> Valor de Productividad Energética tomado de la hoja de cálculo de la huella familiar de Wackernagel y de "Ourecologicalfootprint" (1996), basado en la pluviosidad media de las regiones húmedas (ver comentario en "consumo de agua")

<sup>34</sup> tomados de la huella de Chile de Wackernagel (1998)





UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

Consumo gal/ve diario	Consumo Anual	CO2 x galón	CO2 anual (toneladas)	Fijación de Carbono ha/año)	
153.082,51	55875116.15	0.00893199	499075,98	898336,76	1,8
232.156,5	84'737.122	0.00893199	756871,13	1362368,03	1.8

Total ha para fijación de carbono por energía fósil:**3978,63 ha/día**

#### 2.4.2. Estimación de la huella ecológica por uso de gas doméstico

En el año 2009 se comercializaron 17'730.916<sup>36</sup> Kg de GLPdando un consumo per cápita de 35,07kg.

Según Wackernagel

<u>Contenido Energético</u>	40	GJ/t
Productividad Energética	93	GJ/ha/año

Según esto anualmente se consume un total de 17730.91Toneladas; aplicando la relación de contenido energético se obtiene un valor de 709.236,4 GJ. Además, al relacionar este consumo energético con la productividad energética del gas, se obtiene un valor de 7.626,2hectáreas por año de huella del consumo de gas de uso doméstico que transformado al consumo diario representa 20,89hectáreas.

### 3. ESTIMACIÓN FINAL DE LA HUELLA ECOLÓGICA.

A continuación se muestra la estimación final del análisis de los parámetros anteriormente trabajados.

<sup>36</sup> Inventario de Calidad del Aire. CGA, Municipalidad de Cuenca, 2009



**Tabla 19. Huella Ecológica diaria del cantón Cuenca**

<b>Categoría</b>	<b>Superficie Diaria (ha)</b>
Alimentos	87162,52
Agua para consumo (Páramo)	111.227
Agua para riego (Páramo)	607.906
Electricidad	26,07
Combustibles fósiles (GLP)	20,89
Combustibles fósiles (Líquidos)(Vehículos e Industria)	3978,63
<b>HUELLA ECOLOGICA TOTAL</b>	<b>767.683,29</b>
<b>HUELLA ECOLOGICA DIARIA PER CAPITA</b>	<b>1,52</b>

Fuente: Tesis Aproximación a la Huella Ecológica Azuay. Econ. Hugo Ochoa R, 2008  
Elaboración: Ing. Martín Carpio

#### **4. CÁLCULO DE LA BIOCAPACIDAD.**

El cantón Cuenca cuenta con un área de 366.533 hectáreas. Según los datos del INEC, el 7,02% (25716,05 hectáreas) del área son tierras aptas para el uso agrícola; 13,2% (48235,1has) son aptas para la ganadería o cultivos predominantes; 68,11% (249657,8has) son áreas naturales; 1,92% (7.049,11 has) son suelos dedicados a áreas urbanas; y el restante 9,79% (35874,89,44has) son áreas rocosas, eriales, nieves perpetuas, y acuíferos, etc.

Como se puede apreciar, el espacio ambiental o la biocapacidad del cantón Cuenca, en su mayor parte está dedicado a la oferta de servicios ambientales (agua, captura de CO<sub>2</sub> y productos del bosque). El espacio disponible para la producción de alimentos tanto de origen vegetal como animal es mínimo. En consecuencia, la provisión de alimentos y servicios ambientales para su desarrollo es un asunto que amerita atención especial, ya que el bienestar de una población cualquiera está íntimamente ligado a la capacidad de su espacio ambiental para la provisión de dichos servicios.

En esta parte del trabajo se calcula la biocapacidad del cantón Cuenca, a partir de la información disponible.



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

Tabla 20. Uso del Suelo en el cantón Cuenca (has).

TIPO DE USO	Agrícola	Pecuario	Bosques	Área Urb.	Suelo No Produc.
AREA	25716,05	48235,1	249657,8	7.049,11	35874,89,44

Fuente: I. Municipalidad de Cuenca – PDOT 2011

De acuerdo con estos datos, el suelo disponible o biocapacidad para satisfacer los requerimientos de la población del cantón Cuenca es de 323.608,95 hectáreas, que equivale a 0,64 ha/persona/año. Si tenemos en cuenta que la Huella Ecológica, calculada con base en la canasta de consumo estimada, es de 1.52 has/persona/año, entonces el cantón Cuenca tiene un *Déficit Ecológico* de: -0.88 has/persona/año.

**BC-HE < 0 Déficit**

**BC-HE > 0 Reserva**

**Déficit Ecológico: 0,64- 1,52 = -0,88has/persona/año**

Como se observa en los análisis realizados, el cantón Cuenca cuenta con un déficit ambiental en su reserva ecológica, pues la demanda de recursos de la población del cantón y específicamente de la ciudad de Cuenca, considerada como el núcleo de atracción de servicios con mayor incidencia en el cantón, es mayor que la capacidad del territorio para satisfacerlas; es claro, si se ha determinado una demanda de 1,52has/hab/ año, y el territorio del cantón Cuenca en cálculos de su Biocapacidad provee de 0,64 has/per cápita/año.

Las anteriores estimaciones si bien nos muestran un panorama general de la utilización del espacio ambiental de cantón, no son suficientes para sacar conclusiones definitivas en cuanto al déficit ambiental determinado. Para tener una estimación más ajustada a la realidad es necesario calcular el déficit o superávit por categorías, y al interior de éstas por productos y servicios, de manera que se puedan plantear políticas específicas para cada caso.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

El ejercicio realizado es interesante pero tiene muchos impedimentos que son difíciles de sortear. Uno de ellos es la falta de información confiable a nivel local, pues de muy poco serviría asumir consumos y producciones promedio tomados de otros contextos, para el caso de la HE. En cuanto a la BC, ocurre algo similar. La información está dispersa y la que tienen las diferentes entidades muchas veces no es confiable. Esta apreciación no debe tomarse como factor negativo; por el contrario, debe servir de advertencia a la comunidad para que tome conciencia del estado del cantón y sus parroquias.

En síntesis, el cálculo de la Huella Ecológica y la Biocapacidad de Cuenca, es una tarea aún inacabada que, debido a que los consumos y el desarrollo tecnológico cambian con el tiempo, es necesario calcularla y actualizarla periódicamente.



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

## **CAPITULO VI**

# **ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS**



## **CAPTULO VI - DETERMINACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS DEL CANTÓN CUENCA.**

En base al diagnóstico situacional del cantón Cuenca<sup>37</sup>, se ha identificado partiendo del análisis del uso de suelo y cobertura vegetal, diferentes tipos de ecosistemas naturales y artificiales, sin embargo para el análisis del presente documento, se realizará interpolaciones detalladas en los siguientes ítems, para determinar parámetros de tipificación de Ecosistemas, además de cruzar estos resultados en las matrices de función y de valoración para generar las conclusiones pertinentes; en resumen se seguirán los siguientes pasos:

1. Identificación de Ecosistemas.
2. Categorización de Ecosistemas.
3. Valoración de Ecosistemas Estratégicos.
4. Función e importancia de los E.E. identificados en el cantón Cuenca.

### **1. IDENTIFICACIÓN DE ECOSISTEMAS.**

Para poder iniciar en la descripción e identificación de los Ecosistemas se ha considerado lo siguiente:

Para el presente estudio se han clasificado los ecosistemas de la siguiente manera:

- Según su origen.
- Según su ubicación.
- Según su tamaño.

---

<sup>37</sup> Realizado por la I. Municipalidad de Cuenca. PDOT, 2011



## 1.1. **Ecosistemas del cantón Cuenca.**

El cantón Cuenca por su diversidad territorial, así como diversidad de actividades se descompone en varios ecosistemas ya sean estos naturales o contruidos, sin embargo es necesario para fin del presente estudio, el generar o identificar a los ecosistemas con mayor representatividad o importancia para realizar el análisis y evaluación del nivel estratégico.

Es así que a continuación se enumeran los diferentes tipos de ecosistemas, identificados en parte por el PDOT del cantón Cuenca, así como con el cruce de información cartográfica manejada con SIG.

### 1.1.1. *Ecosistemas Naturales.*

Remanentes Naturales: Parches de vegetación nativa, alrededor del cual toda o la mayor parte de la vegetación original fue removida y debido a estose pueden observar pequeñas islas de vegetación en la geografía del cantón

**Tabla 21. Vegetación remanente natural.**

<b>Vegetación Remanente</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Paramo Herbáceo	129.775,25	76,72
Bosque SiempreverdePremontano	22.430,93	13,26
Matorral Húmedo Montano	7.020,29	4,15
Bosque de Neblina Montano	6.900,37	4,08
Bosque Siempreverdemontano bajo	1.632,23	0,96
Paramo Arbustivo	1.056,10	0,62
Cuerpos de Agua	327,56	0,19
Matorral seco montano	14,24	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>169.156,97</b>	<b>100</b>

**Fuente:** I. Municipalidad de Cuenca – PDOT 2011

Según el cuadro anterior nos demuestra que existe una gran cantidad de paramo herbáceo, con un área mayor al 70%, y el bosque siempreverdepemontano, que también conserva un gran porcentaje de esta categoría.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Dentro de esta sección se encuentra considerado áreas que están dentro de afecciones legales, como ABVP, o Parques Nacionales, en el siguiente punto estos ecosistemas necesariamente tendrán que ser seccionados para una mejor identificación de los ecosistemas estratégicos

### 1.1.2. *Ecosistemas Artificiales.*

Para enfoque del tema tratado en este documento, y en base de los ecosistemas categorizados por Sierra, hay que tomar en cuenta que tanto los ecosistemas artificiales como los ecosistemas intervenidos parte de esta categorización, eso quiere decir que los poblamientos, ciudades, áreas de cultivo, minería, embalses y demás forman parte de este ítem, el cuadro que a continuación se presenta, muestra el nivel de intervención de los ecosistemas, y las zonas que ha sido intervenidas en su totalidad creando ecosistemas artificiales.

**Tabla 22. Ecosistemas artificiales del cantón Cuenca**

<b>Vegetación Remanente</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Bosques Intervenidos (secundarios)	136.568,93	79,53
Bosque SiempreverdePremontano Intervenido	10.608,26	6,18
Bosque SiempreverdeMontano Alto Intervenido	9.276,65	5,40
Matorral HúmedoMontano Intervenido	9.114,65	5,31
Bosque de Neblina Montano Intervenido	6.154,46	3,58
<b>TOTAL</b>	<b>171.722,95</b>	<b>100</b>

**Fuente:** I. Municipalidad de Cuenca – PDOT 2011

El mapa N° 6. Vegetación Remanente presentado en el diagnóstico, se muestra el nivel de intervención que tiene el cantón Cuenca, es decir se tiene un porcentaje total del 37,81 en el territorio y un 79,53 en el cuadro de ecosistemas artificiales, esto muestra que es necesario que los ecosistemas intervenidos y artificiales juegan un rol importante dentro de la determinación de los ecosistemas estratégicos del cantón.

### 1.1.3. *Listado de Ecosistemas identificados*



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

En base a la determinación cartográfica se han determinado los siguientes ecosistemas presentes en el cantón Cuenca:

5. Bosques Primarios.
6. Vegetación de Rivera.
7. Bosques Intervenidos (secundarios).
8. Pastizales.
9. Sembríos (varios).
10. Áreas pobladas (urbano - rural).
11. Áreas de vegetación y bosques protectores<sup>38</sup>.
12. Ríos.
13. Lagunas.
14. Humedales.
15. Páramos.
16. Parque Nacional (Patrimonio Cultural).
17. Áreas intervenidas (Minería, erosionadas).

---

<sup>38</sup> Se ha considerado esta categoría como independiente pues tanto los bosques primarios y vegetación de rivera no necesariamente se encuentran dentro de estas áreas legalmente constituidas.



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867



## 2. CATEGORIZACIÓN DE ECOSISTEMAS.

Tabla 23. Caracterización de los Ecosistemas

Ecosistema	Regulación		Sustrato		Producción		Modificador	Receptores
	Equilibrio Ecológico	Prevención de Riesgos	Proveedor de recursos naturales	Cultural	Producción Económica	Satisfacción de necesidades básicas	Relaciones políticas y sociales	Receptores de desechos (vertederos)
Bosques Primarios.	X							
Vegetación de Rivera.	X	X						
Bosques Intervenidos (secundarios).			X		X			
Pastizales.					X	X		
Sembríos (varios).					X	X		
Áreas pobladas (urbano - rural).							X	
Áreas de vegetación y bosques	X	X						



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

protectores <sup>39</sup> .								
Ríos.			X		X	X		X
Lagunas.			X		X	X		
Humedales	X	X	X					
Páramos.	X		X			X		
Parque Nacional (Patrimonio Cultural).	X			X			X	
Áreas intervenidas (Minería, erosionadas).			X		X			X

\* A los ecosistemas que poseen 2 o mas funciones para el presente caso se le dio una X, a su principal función.

Una vez aplicada la matriz de categorización de los ecosistemas se presenta a continuación un cuadro resumen para identificar con mayor claridad la categorización que se le ha dado a los mismos:

**Tabla 24. Resumen de caracterización.**

<b>Función del Ecosistema</b>	<b>Tipo de Servicio</b>	<b>Ecosistema</b>
<b>Regulación</b>	Equilibrio Ecológico	18. Bosques Primarios. 19. ABVP. 20. Paramos. 21. Humedales.
	Prevención de riesgos	22. Vegetación de Rivera. 23. ABVP
<b>Sustrato (Espacio Físico)</b>	Proveedores de recursos naturales	24. Ríos. 25. Lagunas. 26. Áreas Intervenidoas (minería, erosionada).
	Cultural	27. PN Cajas
<b>Producción</b>	Producción económica	28. Bosques Intervenidoas. 29. Pastizales.
	Satisfacen necesidades básicas	30. Sembríos Varios.
<b>Modificador</b>	Relaciones políticas y sociales	31. Áreas pobladas (urbanas – rurales).
<b>Receptores</b>	Receptores de desechos (vertederos)	32. Ríos. 33. Áreas Intervenidoas (minería, erosionada).

Elaboración: Ing. Martín Carpio

### 3. VALORACIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS.

A continuación se desarrolla la valoración de los ecosistemas identificados con la finalidad de darles categoría de importancia e intervención, en la matriz desarrollada por el autor.



Tabla 25. Matriz de valoración según importancia de los Ecosistemas.

VARIABLES DE VALORACIÓN		ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS												
		Bosques Primarios	Vegetación de Rivera.	Bosques Intervenido (secundarios).	Pastizales.	Sembríos (varios).	Áreas pobladas (urbano - rural).	Áreas de vegetación y bosques	Ríos.	Lagunas	Humedales.	Páramos.	Parque Nacional Cajas (Patrimonio	Áreas intervenidas (Minería,
FUNCIÓN DEL ECOSISTEMA	Satisfacción de necesidades básicas													
	Productividad													
	Equilibrio Ecológico													
	Asimilación de desechos													
	Relaciones sociales													
	Prevención de riesgos													
	Cultural													
	Recursos naturales													
IMPORTANCIA DE MANEJO(PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA)	Ninguna													
	Poco													
	Importante													
	Muy Importante													
SER VACACIÓN	Muy malo													





Tabla 26. Valoración según Importancia de conservación y manejo de los ecosistemas Estratégicos.

Ecosistema Estratégico	Valoración	Importancia
Bosques Primarios	15	MI
Vegetación de Rivera.	8	I
Bosques Intervenido (secundarios).	8	I
Pastizales.	6	I
Sembríos (varios).	13	IM
Áreas pobladas (urbano - rural).	12	IM
Áreas de vegetación y bosques protectores.	11	IM
Ríos	11	IM
Lagunas.	9	I
Humedales.	13	IM
Páramos.	17	MI
Parque Nacional Cajas (Patrimonio Cultural)	17	MI
Áreas intervenidas (Minería, erosionadas).	12	IM

I: Prioridad 3  
M: Prioridad 2  
MI: Prioridad 1

Nuevamente y luego de una valoración simple, se ha realizado una priorización de los ecosistemas estratégicos de mayor importancia; se puede evidenciar que la función de los ecosistemas tanto abastecedores, reguladores, de modificación o crecimiento, y receptores, son los que predominan en el cuadro anterior, eso quiere decir que el sistema territorial y su funcionamiento depende del estado de conservación o de manejo que estos ecosistemas posean o se les dé mediante procesos administrativos de control, ordenanza y normativa emitido desde los entes gubernamentales encargados de la planificación y la conservación ambiental.

#### 4. FUNCIÓN E IMPORTANCIA DE LOS E.E. PRIORIDAD 1 Y 2 EN EL CANTÓN CUENCA.

En base a la categorización y valoración los E.E. de alta prioridad han sido identificados los ecosistemas que son a los que mayor atención se le debe prestar pues estos son los EE de alta prioridad, la descripción que a



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

continuación se presenta resume, su función natural y su funcionalidad en el territorio específico.

El propósito de la búsqueda de estos ecosistemas radica en la planificación adecuada centrada en el manejo de los Ecosistemas Estratégicos de alta prioridad, sin embargo para el alcance del estudio actual no se permite un análisis más profundo de cada uno de estos EE, aun así, se plantean en la parte final del documento mecanismos de planificación y visión planificadora en base a la metodología aquí presentada.

El análisis de los conflictos que se muestren en la interacción de los EE, es fundamental para mejorar el desarrollo del territorio en la mejoría de la calidad de servicios y abastecimiento de estos.

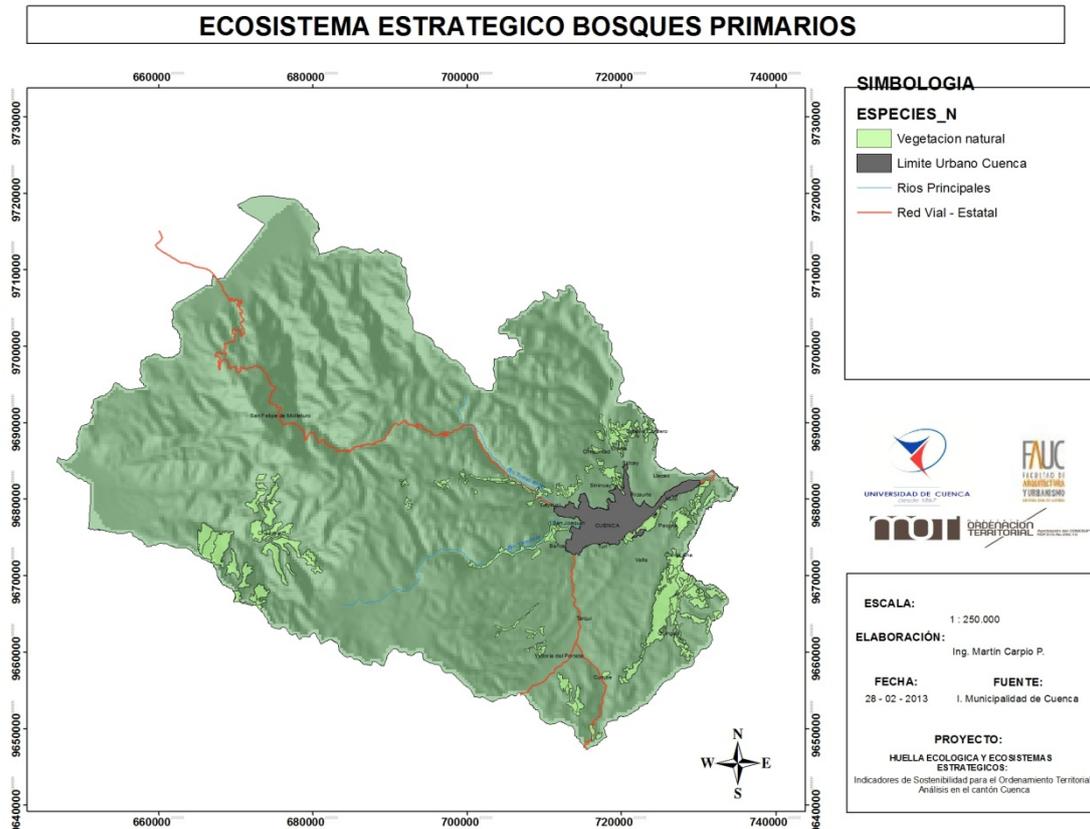
### **4.1. Ecosistemas Estratégicos de Prioridad 1**

#### *4.1.1. Bosques Primarios.*

Como se puede apreciar en el siguiente mapa, existe un aproximado de 19.859,49Has de bosque natural en el Cantón, se muestra considerablemente limitado por el crecimiento de la frontera agrícola y urbana, la conservación de estas áreas es fundamental para el funcionamiento ecológico natural del cantón que es parte fundamental del sistema territorial, sobre todo en las zonas altas pues el crecimiento propiamente dicho impedirá o limitará que los remanentes boscosos de conserven.



Mapa 14. EE. Bosques primarios



#### 4.1.2. Páramos.

El páramo es un ecosistema que brinda servicios hidrológicos a las zonas bajas de la cuenca.

Un primer aspecto a considerar sobre el valor hídrico del páramo es que el volumen total “producido” es alto. Eso es resultado de la lluvia, del hecho que es una vegetación que capta neblina (aunque es un efecto a veces sobre estimado) y del poco consumo de agua por parte de la vegetación propia de este ecosistema.

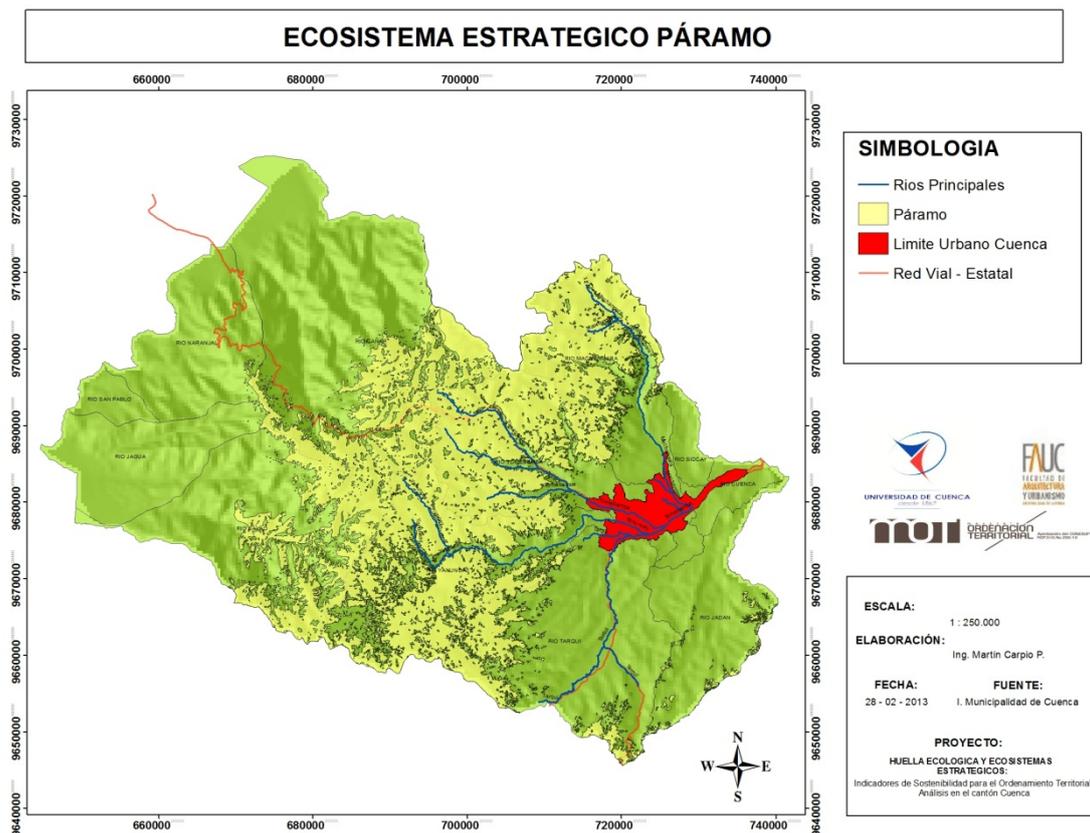
Un segundo aspecto es la regulación hídrica que nos ofrece el páramo. La regulación del agua en el páramo se da a través del gran almacenamiento del agua en el suelo, en pantanos y en lagunas. Desde estos reservorios se suelta lentamente el agua, un mecanismo que es aún muy poco conocido. Existen diversos procesos de



regulación que incluyen que el agua infiltrada en zonas altas como el páramo vuelve a la superficie más abajo y caminos del agua subterránea que son por lo general poco conocidos. En las zonas alto andinas estos flujos están a relativamente poca profundidad, pero el “camino” puede ser muy largo y no se conoce dónde está la zona de recarga.

En el cantón se cuenta con 130.831,35has de paramo, ya sea este arbustivo u herbáceo, que cubre toda la zona alta del mismo, en donde se encuentra ubicadas las captaciones de agua más importantes del cantón y que bastecen al mismo con el líquido vital para los pobladores.

Mapa 15. EE. Páramo



#### 4.1.3. Parque Nacional Cajas.

Con el marco fundamental de un ecosistema paramero, existen en el Parque 232 lagunas bien definidas ubicadas sobre sus extensos valles; entre las más



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

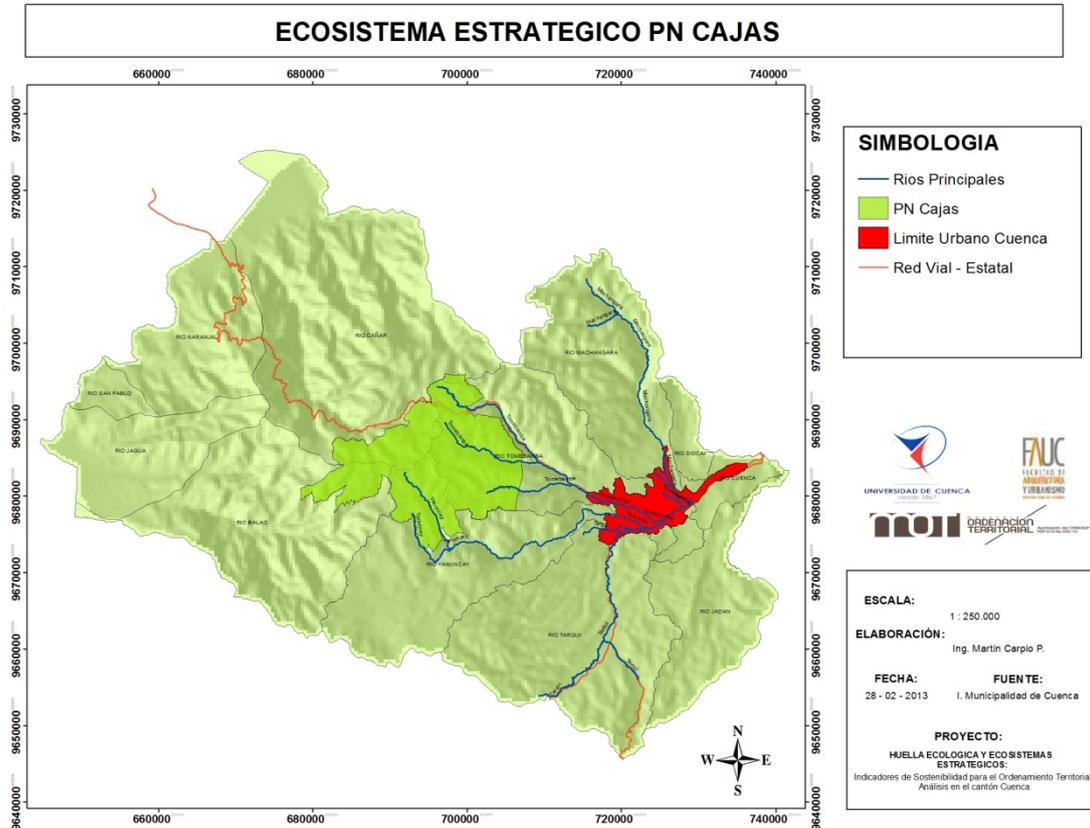
importantes están Lagartococha, Osohuaycu, MamamagóTaitachungo, Quinoascocha, La Toreadora, Sunincocha, Cascarillas, Ventanas y Tinguishcocha. Esta gran cantidad de lagunas regula y conserva a los riachuelos de la zona a través de su drenaje; ríos como el Tomebamba, el Mazán, el Yanuncay y el Migüir nacen en el Cajas y abastecen de agua potable a la ciudad de Cuenca; son, a la vez, principales aportadores del Complejo Hidroeléctrico Paute, que provee de electricidad a casi todo el país.

En El Cajas en cuestión faunística se registra la fauna característica de los páramos ecuatorianos. Se encuentran venados de cola blanca, oso de anteojos, puma, yaguarundí, venados del páramo, conejos de páramo, el tapir andino, igualmente se han registrado imágenes de la presencia del lobo del páramo, así como se ha reintroducido la llama. Las aves más importantes son el Caracara, el cóndor, el tucán andino, patos y colibríes. El ratón de agua de Cajas es una especie endémica de parque. Al igual que la norteña Reserva Ecológica de El Ángel, las lagunas del Cajas son reconocidas y muy concurridas por sus truchas.

Cuenta con un aproximado de 28.500has de área, y se encuentra administrado por ETAPA, empresa pública del Municipio de Cuenca.



Mapa 16. EE. P.N. Cajas



## 4.2. Ecosistemas Estratégicos de Prioridad 2

### 4.2.1. Sembríos y Producción

Dentro del contexto de planificación y ordenación territorial los ecosistemas estratégicos juegan un papel importante en la definición de los parámetros de manejo de los recursos naturales, en este caso específico la producción y sus áreas de sembrío, como ecosistemas de producción agrícola y abastecimiento de alimentos a la población, en el cantón Cuenca identificamos 74.954,93has de áreas productivas con buena y mediana tecnificación de los procesos productivos, sin embargo con una correcta propuesta de manejo metodológico en la producción se puede mejorar y cubrir la demanda creciente de alimentos que actualmente se proveen de otros cantones, provincias y hasta países,



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

generando un gasto enorme de energía y recursos ampliando de esta manera la Huella Ecológica de los cuencanos.

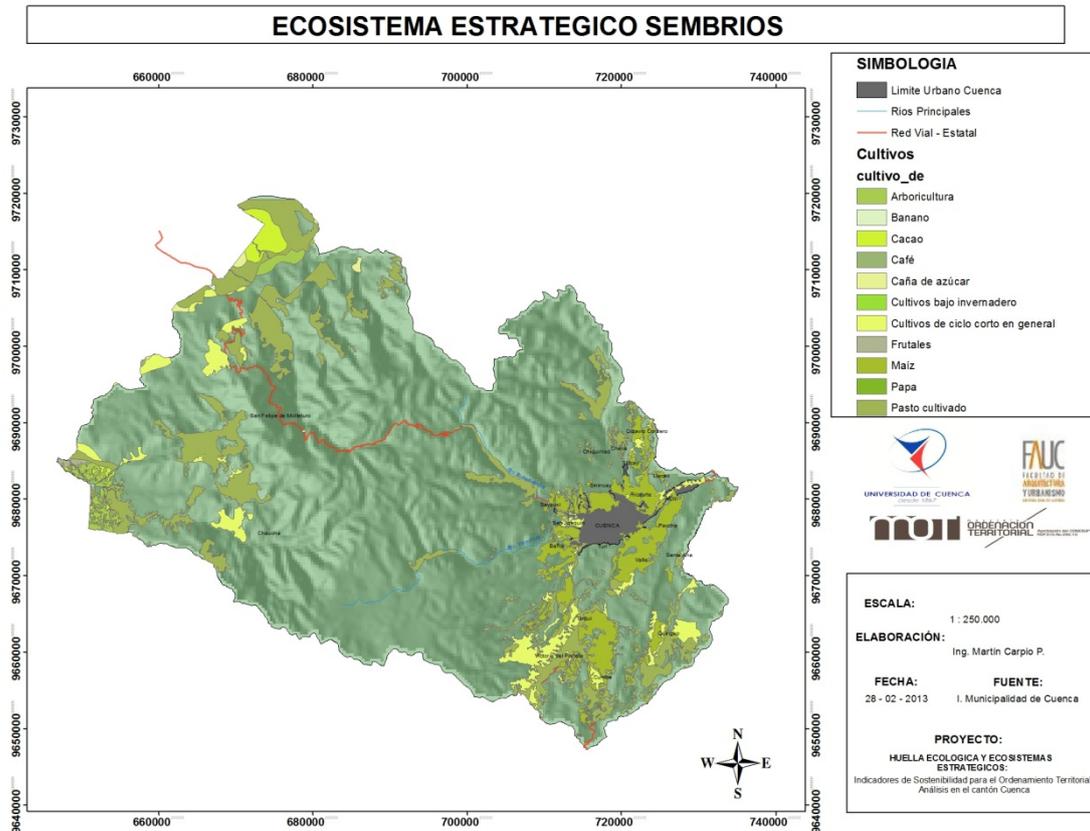
Como se mencionó y se puede observar en el siguiente mapa, la ubicación espacial de las áreas de producción agrícola se encuentran aledañas a la ciudad de Cuenca núcleo de absorción de recursos del cantón, además una gran cantidad en la zona oeste del cantón por las cualidades y riqueza orográfica y climática de la zona para la producción diversificada.

La planificación en la zonificación adecuada para un abastecimiento sin mayores gastos energéticos, es indispensable en la región, el cantón posee 2 focos claros de producción según el siguiente, el foco central y del este aporta al consumo interno del cantón, sin embargo el foco oeste específicamente en la zona climática cálida, se enfoca en la producción para la exportación de café, cacao y banano, los frutales y demás producción son para exportación interna, y consumo del cantón.

Esto muestra la necesidad de la búsqueda de nuevos ecosistemas de producción agrícola sin afectar los procesos sistémicos de los demás ecosistemas estratégicos, pues el cantón no es un territorio sostenible al tener un centro urbano que requiere la absorción de muchísimos recursos.



Mapa 17. EE. Sembríos



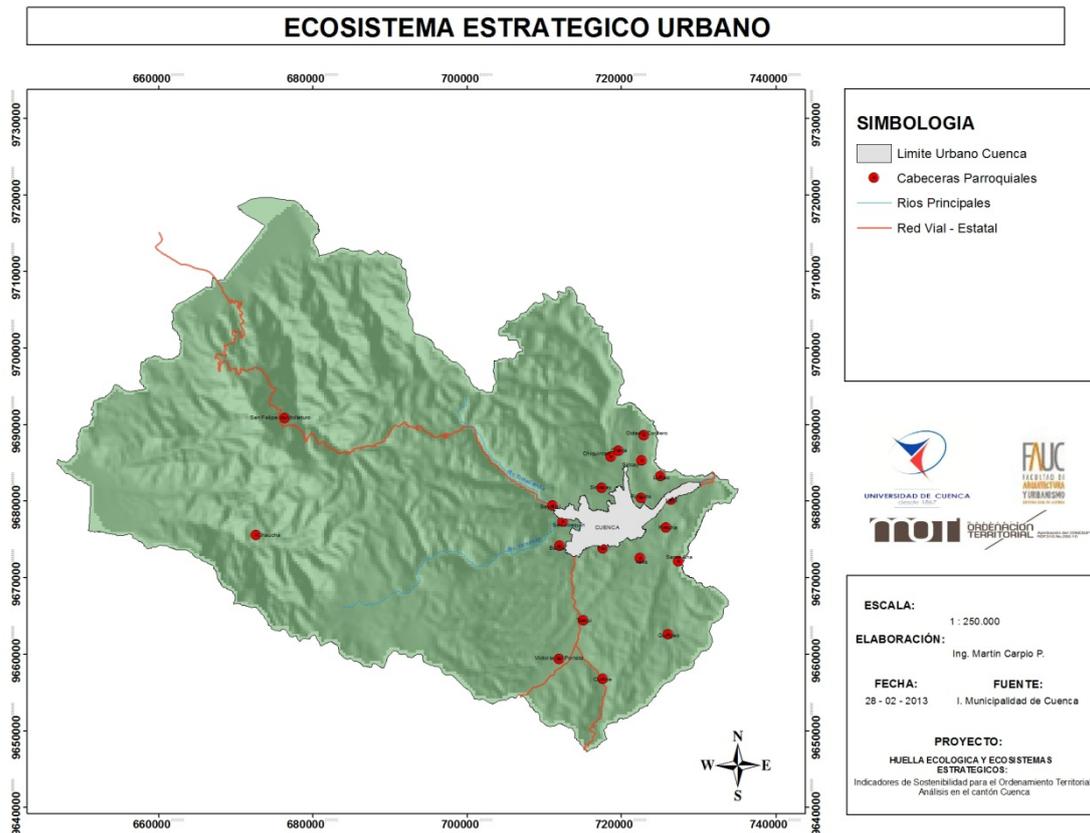
#### 4.2.2. Áreas Pobladas (urbano-rural).

Con una extensión de aproximadamente 72 km<sup>2</sup>, la ciudad de Cuenca es el eje de transformación del cantón con el mismo nombre, esta ciudad para su crecimiento y desarrollo requiere de distintos recursos que deben ser tomados de los diferentes ecosistemas naturales cercanos. Según el análisis de su huella ecológica se ha determinado a 1,55Has/hab/año de consumo, la cual se encuentra próxima a la media nacional; sin embargo el área de producción de servicios básicos a largo plazo no abastecerá a esta ciudad si no existe un manejo diferenciado desde los Ecosistemas Estratégicos, ya que se ha identificado una biocapacidad general de 0,9has/hab/año, con una reserva ecológica de 0,64has/hab/año, esto quiere decir que si el nivel de consumo mantiene una tendencia al alza y sin control ni manejo de los Ecosistemas abastecedores y receptores, el desarrollo del eje modificador del cantón se verá afectado.



A continuación se muestra el mapa de los ecosistemas artificiales, en este caso las zonas pobladas de mayor importancia, ya sean estas cabeceras parroquiales y el centro urbano principal del cantón.

Mapa 18. Áreas pobladas



#### 4.2.3. Áreas de Bosque y Vegetación Protectora.

Las ABVP, poseen un número de funciones considerable las más importantes de proveer Equilibrio Ecológico, Prevención de Riesgos, sustento de servicios básicos como agua, es por ese motivo que se encuentran catalogados como Ecosistemas Estratégicos Primarios, estas se describen a continuación:

- Protección del recurso agua
- Protección del suelo



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

- Atenuación del clima local y reducción del impacto de emisiones de gases
- Función recreativa y social de los bosques
- Protección de los bosques contra la erosión antrópica

El cantón Cuenca, cuenta con una particularidad que a nivel nacional es propio de réplica, pues esta cuenta con más de 20844, 02 has de bosques protectores en el cantón, a pesar de encontrarse con niveles de intervención altos, el rango de AVBP en el Ministerio de Ambiente del Ecuador, quiere decir que se encuentran en un orden superior planificado y consensuado con las comunidades cercanas. Sin embargo es necesario que se dé mayor control y ejecución de los planes de manejo de estas ABVP, para mejorar la función que estas tienen.

**Tabla 27. Áreas de Bosque y vegetación Protectora del cantón Cuenca.**

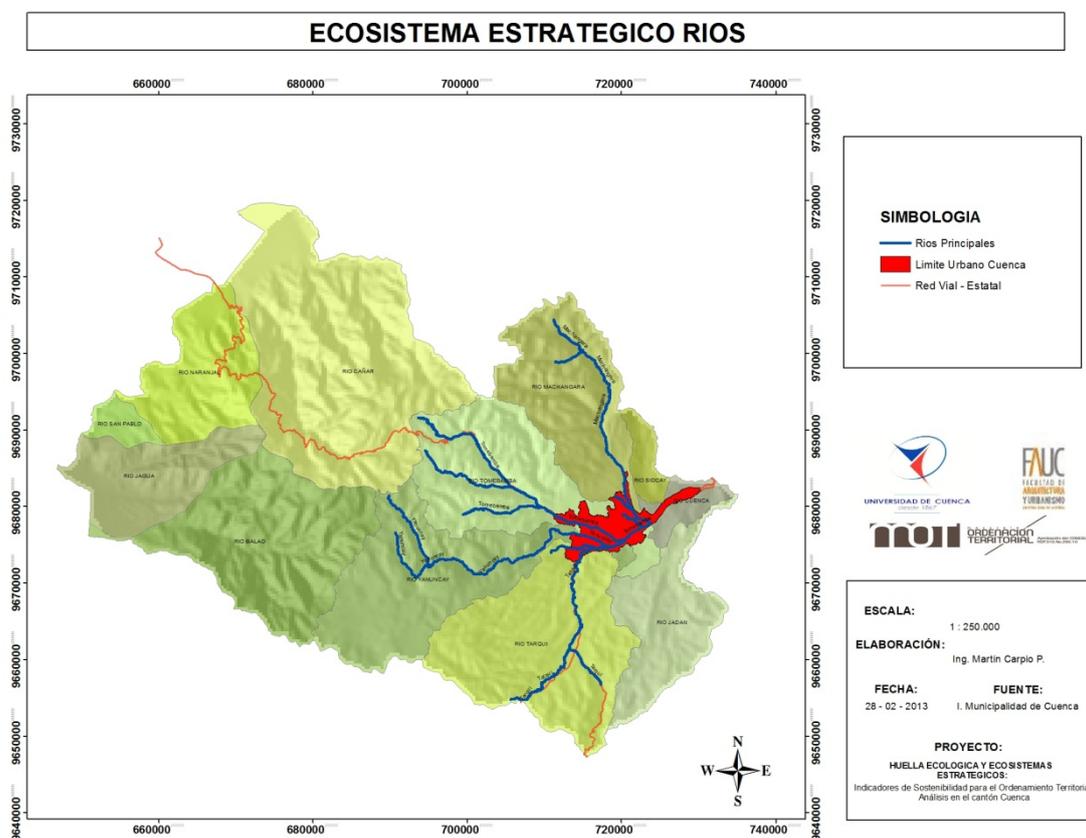
Bosque Protector	ha	%
Molleturo – MollepongoÁrea 4	57475,67	15,68
Cuenca del rio Paute – Microcuenca del rio Yanuncay e Irquis	33497,90	9,14
Cuenca del rio Paute – SubcuencaMachangaraTomebamba	31821,36	8,68
Molleturo – MollepongoÁrea 2	28197,56	7,69
Molleturo – MollepongoÁrea 1	20689,65	5,64
Molleturo – MollepongoÁrea 3	17507,81	4,78
Cuenca del rio Paute – subcuenca del rio Yunguilla	4451,36	1,21
Cuenca del rio Paute – SubcuencaMachangaraTomebamba (Ampliación)	4421,39	1,21
Mazan	1964,48	0,54
Cuenca del rio Paute Quebrada Guarango	1406,63	0,38
Cuenca del rio Paute – microcuenca de la quebrada Yunga	851,48	0,23
Totorillas	770,89	0,21
Cuenca del rio Paute – Cerro Fierroloma	225,61	0,06
Cuenca del rio Paute – subcuenca del quebrada Aguarongo	149,96	0,04
Molleturo – MollepongoÁrea 6	7,47	0,001
<b>TOTAL</b>	<b>20844,02</b>	<b>56,87</b>

**Fuente:** I. Municipalidad de Cuenca – PDOT 2011





Mapa 20. E.E. Ríos



El cantón Cuenca cuenta con 4 ríos de importancia primordial, estos son el Tarqui, Yanuncay, Tomebamba y Machangara, que nacen desde las alturas de los páramos y humedales, con promedios de caudales elevados con constancia anual como lo muestra la siguiente tabla:

**Tabla 28. Caudal Promedio.**

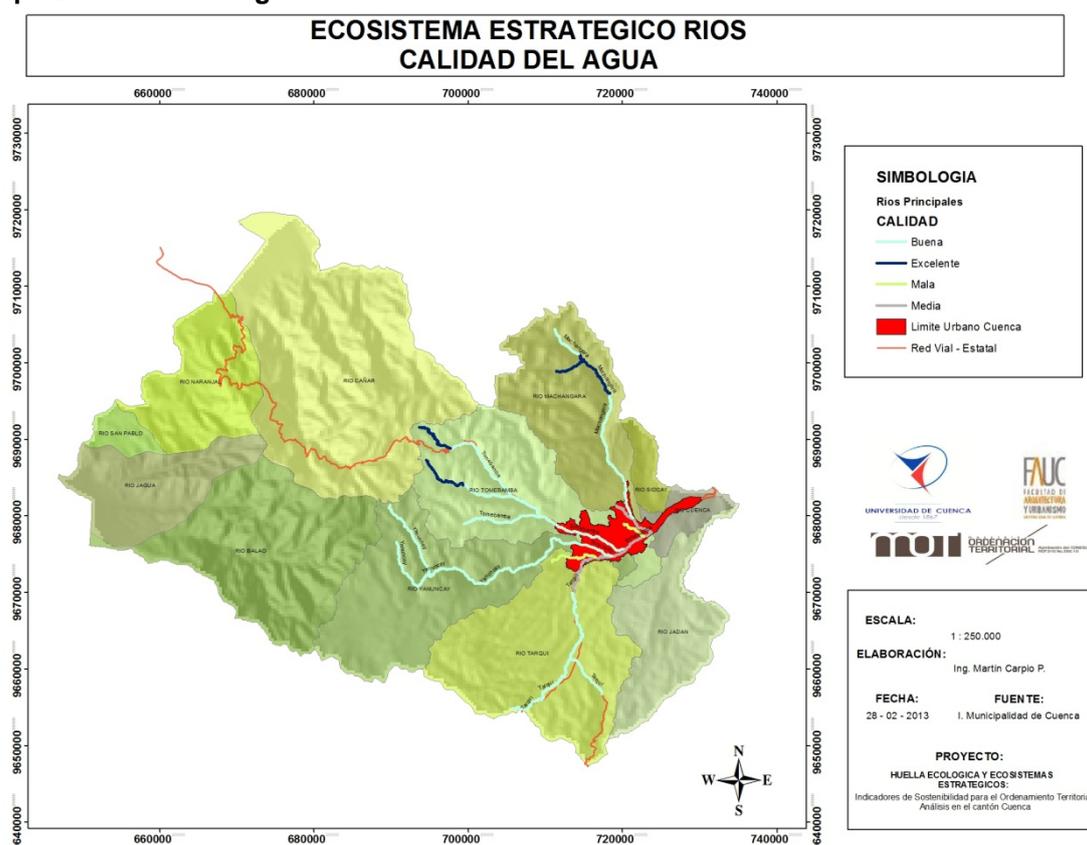
Río	Caudal Promedio M <sup>3</sup> /s
Machangara	80,21
Tarqui	69,38
Tomebamba	74,94
Yanuncay	80,35

Fuente: PDOT, Cantón Cuenca



Todos los ríos anteriormente nombrados cuentan con una calidad buena a excelente con tramos en la ciudad de calidad mala<sup>40</sup>, a pesar de que los ríos son considerados espacios de recepción de residuos, o como un ecosistema receptor, sin embargo su principal función se ve atenuada y degradada si este llega a tener fuertes grados de contaminación.

Mapa 21. Calidad de agua de los ríos del cantón



#### 4.2.5. Humedales.

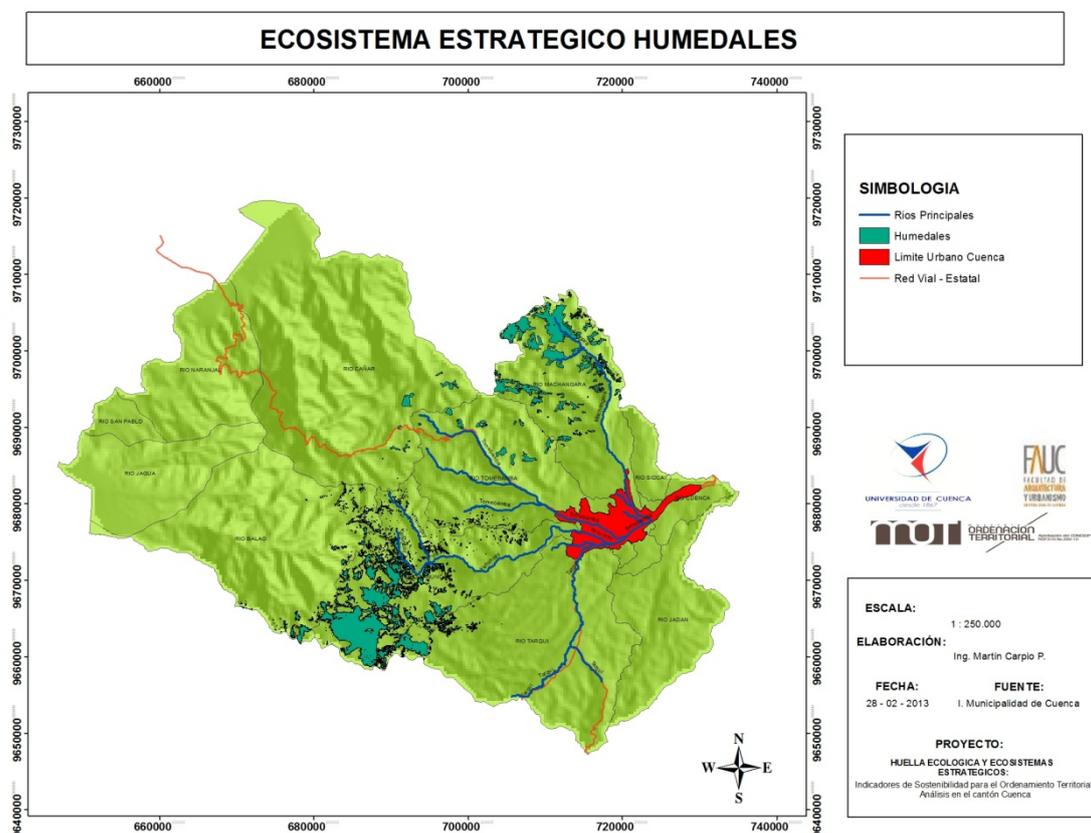
El aporte benéfico de los humedales no son valorados por la sociedad; tal como, purificación del agua, protección contra las tormentas, amortiguación del clima; formación de paisajes ecológicos que son «bienes gratuitos» sin un mercado que los valore, excluido de los cálculos económicos, carente de leyes para su conservación, sistemática destrucción y degradación paulatina por falta de conciencia ambiental.

<sup>40</sup> PDOT, cantón Cuenca



Como se observa en el siguiente mapa se ubican los humedales en las zonas altas del cantón ocupando gran parte de los páramos alto andinos del mismo, con una extensión de 16.125,27has. Sin embargo el aumento poblacional, reparto desigual de tierras, recursos y derechos de acceso, se traduce en incremento y demanda de tierras para la agricultura, desarrollo urbano e industrial, afectando los humedales. Muchos bienes y servicios que proporcionan los humedales son comercializados.

Mapa 22. E.E. Humedales



#### 4.2.6. Áreas de Intervención Degradadas.

- Minería.

La explotación minera sin duda aporta de gran manera en el desarrollo de los territorios, pues las concesiones mineras identificadas poseen una gran escala



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

cantonal, sin embargo esto no significa que estas áreas serán explotadas en un solo periodo. Hay que mencionar que estas explotaciones mineras son de diferentes tipos y diferentes metodologías, es así que se tiene canteras de materiales de construcción, Metálicos y No metálicos en general, la degradación del área de explotación es un hecho pero es necesario que los Planes de Manejo Ambiental tengan un estricto control por parte del estado para evitar excesos de degradación ambiental en el entorno.

En el cantón Cuenca se cuenta con una gran extensión de áreas concesionadas a la minería, y se puede observar conflictos entre conservación estricta y explotación abierta, es por ese motivo que en la planificación se puede evidenciar cruces indebidos de actividades que deberán ser reguladas al paso de la planificación territorial y el funcionamiento de los Ecosistemas Estratégicos.

- Áreas degradadas.

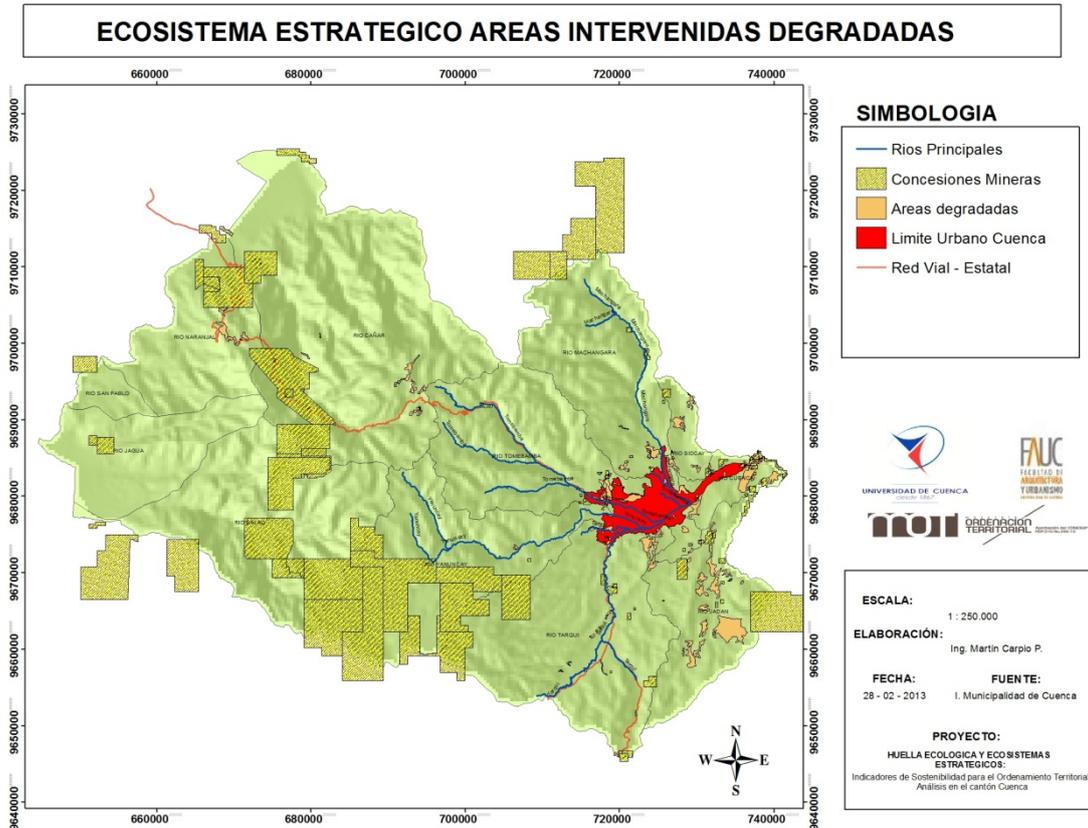
En el cantón Cuenca se han identificado 5113,3606has, de áreas con procesos de erosión elevados, a estas áreas en la planificación se las puede designar para dos sub actividades:

- Recuperación Ambiental
- Recepción y disposición final de residuos

Es por eso que se debe considerar las condiciones de los diferentes espacios con sus características individuales para determinar el uso final al que se le asignará.



Mapa 23. E.E. Áreas degradadas



## 5. CONFLICTOS DE SUPERPOSICIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS.

En el manejo cartográfico, la superposición de los ecosistemas estratégicos identificados, generan conflictos de índole de planificación, por eso es necesario definir mediante los criterios técnicos adecuados y valorando las condiciones de los ecosistemas sobrepuestos, con respecto a las prioridades de utilización o al mejoramiento del mismo, se ha puesto a continuación un mapa ejemplo:

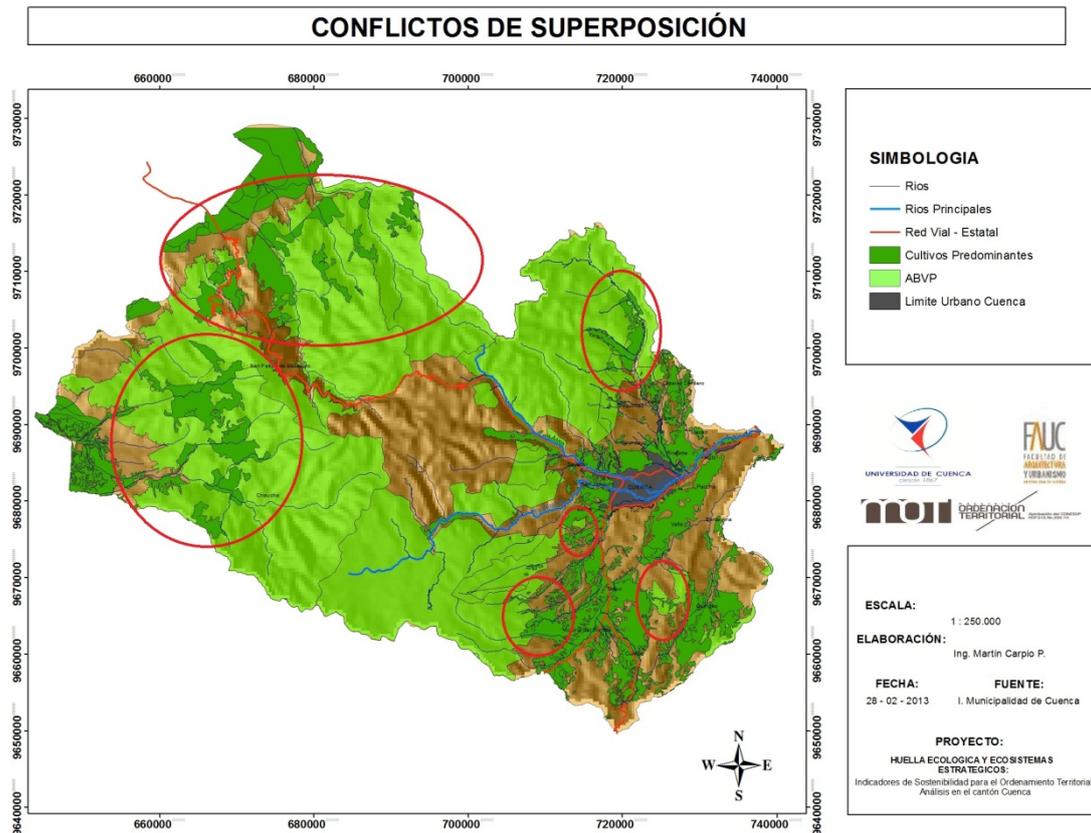
El mapa corresponde a los Ecosistemas Estratégicos de importancia 2, en general es el que más conflictos se tiene, la producción, se ha superpuesto a las Áreas de Bosques y Vegetación Protectora, sin embargo en la planificación para optimizar la capacidad de carga y rendimiento del ecosistema ABVP, sin disminuir las prácticas de producción agrícola, <lo que también no significa



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

amplificar estas prácticas en los ecosistemas estratégicos de prioridad >, se pueden plantear muchísimas soluciones a esta situación, entre ellas el mejoramiento de la técnica y utilización de químicos, así como fomentar la silvicultura, la misma que es muy útil para este caso de superposición.

Mapa 24. Conflictos de Superposición



La generación de propuestas encaminadas a la mejoría de los Ecosistemas Estratégicos específicamente en sus áreas de conflictos por superposición, deberán centrarse en lo siguiente:

- Generación de nuevos EE con manejo especial.- Por la configuración de estos ecosistemas se puede generar una nueva subcategoría de EE de manejo especial, en donde la toma de decisiones deberá ser enfocada en el manejo del EE de base (ya sea por afecciones legales o por importancia en la planificación) o en la mejoría del EE superpuesto, al proponer nuevas prácticas de mejoría en su manejo, encaminada a la



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

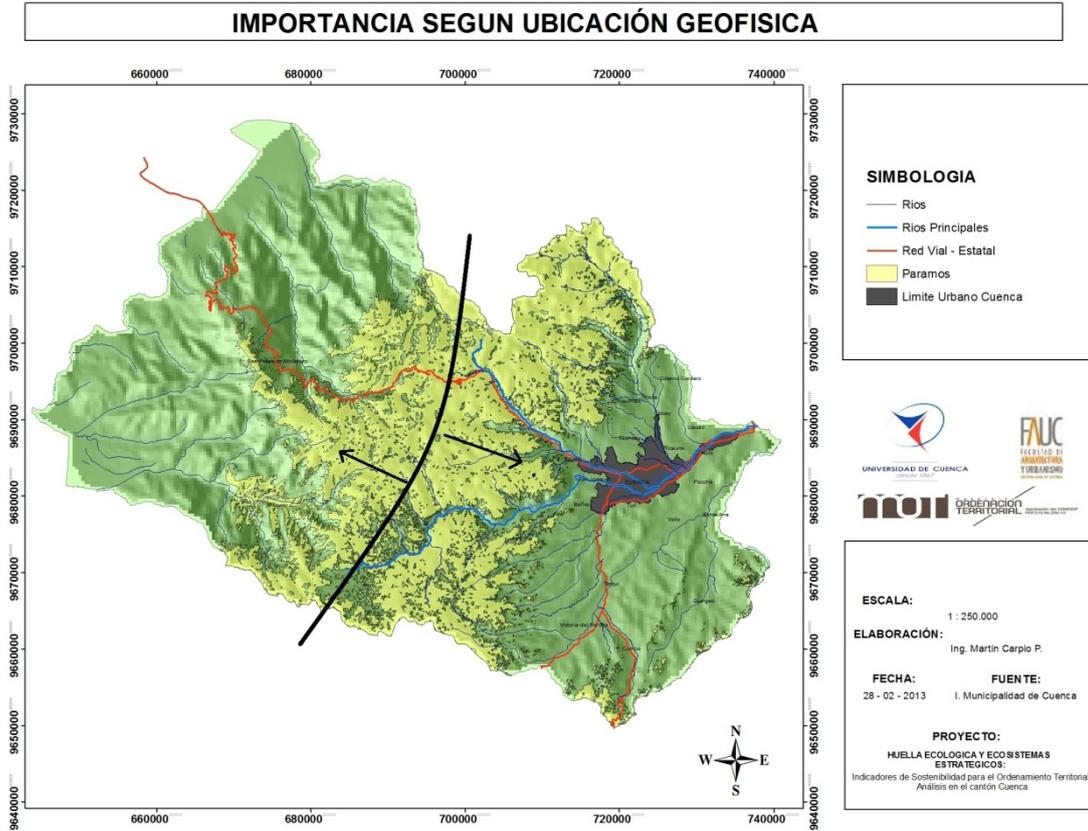
minimización de la capacidad de carga y mejoría en su capacidad de adaptación.

Además los ecosistemas como tales no son constantes, es decir su importancia puede variar dependiendo de la ubicación geoespacial, como ejemplo se plantea lo siguiente:

- El EE páramo, se encuentra abasteciendo de sus servicios ecosistemicos, tanto a la parte occidental como a la parte oriental del cantón, sin embargo la conservación estricta se la da hacia el lado oriental por la presencia de la ciudad de Cuenca y su importancia en el abastecimiento de agua para la región, esto no quiere decir que hacia la parte occidental no se deba conservar y así cambiar el ecosistema a uno de mayor utilidad, sino únicamente se aclara cuáles son las áreas de control estricto, en las que las superposiciones no deben existir, y si sucede deben ser manejadas con extrita conciencia de planificación para el desarrollo del cantón.



Mapa 25. Importancia según ubicación





UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

## **CAPITULO VII**

# **PROPUESTA DE TRASVERSALIDAD**



## **CAPTITULO VII. PROPUESTA DE TRASVERSALIDAD.**

### **1. ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS EJES DEL DESARROLLO TERRITORIAL.**

Es necesario entender que la sociedad interactúa con los ecosistemas al hacer uso de los bienes y servicios que ofrecen aquellos y a través de la transformación que la sociedad induce en ellos, es decir la obtención de recursos naturales como agua y madera, además la producción agrícola en la modificación del ecosistema, o en la recepción de desechos a ecosistemas degradados o aptos técnicamente para aquello.

Ello incide en la forma como la sociedad se organiza, al favorecer o dificultar determinados usos, por ejemplo condiciones económicas derivadas de tipos de explotación de recursos o de producción agropecuaria, para apuntar a formas muy básicas de interacción social con su entorno. Es así que la intervención sin un sustento técnico influirá en las sociales, económicas, políticas y culturales al interior de una sociedad dada y entre sociedades.

Cabe mencionar que los ecosistemas son unidades estructurales y funcionales de la naturaleza, conformadas por conjuntos de organismos que interactúan entre sí y con el entorno físico o hábitat, a través de intercambios de materia, energía e información.

Gran parte de la regularidad en el funcionamiento de la naturaleza deriva del control que los ecosistemas ejercen sobre las condiciones del medio físico y sobre las poblaciones de especies vivientes que los conforman.

Los ecosistemas estratégicos, desde el punto de vista antes mencionado cumplen un rol de importancia para el cantón Cuenca, es así que se deberá considerar una planificación funcional para estas áreas.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Los planes de ordenamiento territorial, manejan diversas metodologías de análisis de la distribución espacial de las diferentes áreas de manejo definidas. En la búsqueda de las unidades de base del manejo territorial, los criterios varían según sus diferentes autores, desde unidades ambientales, territoriales y estructurales, sin embargo la extrema disgregación de estas y la pérdida de la conceptualización o entendimiento de la función de dichas unidades, conlleva a la generación de planes de ordenamiento territorial sin nexos sistémicos.

El enfoque y visión eco sistémica, en sus ámbitos naturales y artificiales, manejan procesos de intercambios de materia, energía e información, los cuales al ser analizados y comprendidos, deberán ser de gran utilidad para la determinación de la capacidad útil o biocapacidad del mismo.

### **2. LA HUELLA ECOLÓGICA Y LA BIOCAPACIDAD COMO INDICADOR ÚTIL.**

Crecientemente se habla del problema ambiental y del agotamiento del capital natural pero las decisiones siguen siendo débiles, en parte por falta de una convicción profunda en la gravedad de la pérdida del soporte natural que empieza en el desconocimiento mismo de esta función de soporte que cumplen los ecosistemas.

Al profundizar el conocimiento de los Ecosistemas Estratégicos se puede dar el siguiente gran paso en la planificación territorial, el manejo de la biocapacidad de los EE y la Huella Ecológica del cantón.

Los ecosistemas estratégicos son ecosistemas de producción, es decir, todos generan algo útil para la población beneficiada del territorio, desde agua, aire, recursos, alimentos, etc, pasando hasta el tema de áreas de dispersión de la contaminación hasta áreas de recepción de residuos sólidos, pues es necesario entender que todo territorio posee entradas y salidas de materia, energía e información, que nacen, se modifican y terminan en los ecosistemas.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

El análisis específico de la Huella Ecológica en el cantón Cuenca, planteando con parámetros e información confiable, los valores serán más precisos y útiles para el cálculo de la sostenibilidad del cantón.

La biocapacidad, medida de una manera mucho más puntual, enfocado a los EE y a sus diferentes funciones planteadas y analizadas a lo largo de este documento, es decir la determinación de la biocapacidad específica del EE Paramo, o del EE Producción Agrícola, aporta en la determinación tanto del estado de conservación específico, su capacidad de acogida y capacidad de carga.

Es así que se podría determinar el aporte del servicio desde cada EE, con la finalidad de planificar requerimientos o mejorías a los mismos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

## **CAPITULO VIII**

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## **CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **1. CONCLUSIONES**

El aporte investigativo de documento va orientado al planteamiento de un nuevo esquema de análisis de las unidades de planificación, generando una introducción a los ecosistemas estratégicos, como ejes del desarrollo territorial.

Los ecosistemas estratégicos son áreas funcionales sistémicas en redes de intercambio de energía, materia y conocimiento, que aportan indudablemente en el desarrollo de los territorios sin excepción alguna.

El estudio se enfoca en el cantón Cuenca, pues la ciudad del mismo nombre, es un foco de absorción de recursos a nivel regional, además de ser uno de los municipios que más inversión ha prestado a favor de la conservación de las áreas de abastecimiento de recursos.

La complejidad del cálculo de la huella ecológica, en la determinación real del área local de consumo y absorción para la búsqueda de los factores equivalentes, requieren de un estudio específico para este caso, y para el alcance determinado en este estudio se ha trabajado con factores estándares globales y datos obtenidos en las instituciones especializadas de los diferentes temas, sin embargo son una base para el cálculo inicial de la huella ecológica en el cantón Cuenca.

El carácter sintético y de tendencia del indicador Huella Ecológica lo hace especialmente apropiado para investigar aspectos de sostenibilidad física y ambiental de políticas, planes y programas. En su aplicación se pueden detectar los factores, criterios o actuaciones más costosos desde una consideración ambiental, así como valorar las posibles alternativas con una expresión concreta de las mejoras conseguidas.



## 2. RECOMENDACIONES.

El análisis realizado es una propuesta de una visión alternativa a la Ordenación Territorial tradicional y metodista, sin embargo en el contexto presentado es necesario profundizar con mayor énfasis en el manejo de la información espacial o cartográfica, pues es la base fundamental para el entendimiento de los flujos sistémicos de los Ecosistemas Estratégicos.

Es posible mejorar la información base y plantear nuevas alternativas de parámetros en base a los propuestos, pues el enriquecimiento de la información para fines planificadores enfocados al desarrollo territorial es en extremo necesario.

La profundidad del estudio de los Ecosistemas Estratégicos deberá ser la meta fundamental, pues en este estudio base, por el alcance planteado inicialmente, se los conceptualiza e identifica mediante la creación de una metodología de inicio. En este caso el análisis de la capacidad de carga, resiliencia y acogida de los diferentes EE, será fundamental para poder determinar cuál es la biocapacidad real que el cantón Cuenca tiene.

La mejoría en la calidad y cantidad de información para el cálculo y análisis del cantón Cuenca y su Huella Ecológica, son un área en la que las líneas de investigación venideras podrán centrarse, pues al ser un tema que está tomando fuerza en la planificación, la información y la mejoría de los cálculos estadísticos puede seguir en retroalimentación.



## BIBLIOGRAFIA.

- Ilustre Municipalidad de Cuenca. 2011. Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. Universidad del Azuay – Alcaldía de Cuenca. Cuenca-Ecuador.
- Gómez, Deyanira. 2009. “La huella ecológica y los países andinos, una reflexión sobre la sustentabilidad y la biocapacidad”. Letras Verdes #5. Quito – Ecuador.
- Peña, Juan Alfonso (2009). “El Poder Ecológico de las Naciones: la biocapacidad de la Tierra como un nuevo marco para la cooperación internacional”. Acuerdo Ecuador, Foro Ciudades para la Vida y Global Footprint Network, SOCICAN (Comunidad Andina, Unión Europea), Quito-Ecuador.
- Ospina, Mariano. 2003. “El Páramo de Sumapaz un ecosistema estratégico para Bogotá”. Sociedad Geográfica de Colombia. Bogotá - Colombia
- Carpio, Martín. 2009. “Huella Ecológica y Biocapacidad: Indicadores Biofísicos para la Gestión Ambiental y el Desarrollo Sostenible en Sevilla de Oro – Azuay” – Ecuador. Junín – Perú.
- Márquez German. 2003. Ecosistemas Estratégicos de Colombia. Bogotá – Colombia.
- Márquez German. 2003. “Ecosistemas estratégicos para la sociedad: Bases conceptuales y metodológicas”. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá – Colombia.



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

- Gobierno Provincial del Azuay. 2010. Calculo de la Huella Ecológica para la provincia del Azuay. Cuenca - Ecuador
- Gómez Orea. 2008. Ordenación Territorial. 2da edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid – España.
- Elorrieta Pérez I. et al. 2007. Libro Verde del Medio Ambiente Urbano: Tomo I. Ministerio del Ambiente, Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible. Madrid - España.
- Elorrieta Pérez I. et al. 2007. Libro Verde del Medio Ambiente Urbano: Tomo II (Borrador). Ministerio del Ambiente, Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible. Madrid - España.
- Dreher, Douglas. 2007. Huella Ecológica y Desarrollo Sostenible. Guayaquil – Ecuador.
- Banco Interamericano de Desarrollo. 2007. Informe Anual sobre el Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Divisiones de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Washington DC – EEUU.
- Ochoa, Hugo. 2008. “Aproximación de la Huella Ecológica de la Provincia del Azuay y su proyección al año 2035”. Tesis de Diplomado Superior. Universidad de Cuenca. Cuenca - Ecuador.
- Kitzes. 2008. The Ecological Footprint Atlas 2008. Oakland: Global Footprint Network. Washington DC – EEUU.
- Palmero M. et al., 2004. Desarrollo sostenible y huella ecológica, Ed. Netlibro S.L, A Coruña – España.
- Mayor Farguell, X., Quintana Gozalo, V., Belmonte Zamora, R., 2003. “Aproximación a la huella ecológica de Cataluña”. Disponible en



## UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

[http://www.catsostenible.org/pdf/DdR\\_7\\_Huella\\_Ecologica.pdf](http://www.catsostenible.org/pdf/DdR_7_Huella_Ecologica.pdf). Cataluña  
– España.

- WackernagelMathis, W. Rees. 2001. “Nuestra Huella Ecológica Reduciendo el Impacto Humano sobre la Tierra”. Libros Arces-Lom. Santiago - Chile.
- Negrete, Gerardo J. 2001. “El Ordenamiento Ecológico del Territorio y la transición a la Sustentabilidad”. INE-SEMARNAT. México DF – México.