



# CALIDAD DEL HÁBITAT EN LOS RÍOS TOMBAMBA Y YANUNCAY EN ECUADOR

## HABITAT QUALITY OF THE TOMBAMBA AND YANUNCAY RIVERS IN ECUADOR

MARÍA CECILIA  
CARRASCO ESPINOZA

Empresa Pública Municipal de  
Telecomunicaciones, Agua Potable  
y Saneamiento de Cuenca-Ecuador  
y Maestría en Gestión Integrada de  
Cuencas, Universidad Autónoma  
de Querétaro  
(autora para correspondencia  
mcarrasc@etapa.net.ec)

RAÚL  
PINEDA LÓPEZ

Maestría en Gestión Integrada de  
Cuencas, Facultad de Ciencias  
Naturales  
Universidad Autónoma de  
Querétaro

RICARDO MIGUEL  
PÉREZ MUNGUÍA

Facultad de Ciencias Biológicas,  
Universidad Michoacana de San  
Nicolás de Hidalgo

### Introducción

En nuestro tiempo los ríos han sido vistos como simples canales que transportan agua, solo desde hace pocas décadas con el desarrollo de la “ecología de aguas continentales” como ciencia, se comprende que los ríos son ecosistemas complejos, que no están aislados, sino que tienen una estrecha relación con los ecosistemas terrestres. Actualmente, a nivel mundial se estudia a los ríos dentro de “corredores riparios”, éstos son complejos ecosistemas que incluyen a las áreas aledañas al río, las plantas y animales que allí viven y por su puesto a los cuerpos de agua (FISRWG 1998).

Toda actividad que implique intervención en el sistema y en las áreas aledañas, afectará el funcionamiento del río y la estructura de las comunidades que viven en él. Los impactos más frecuentes en estos cuerpos de agua son los cambios en la vegetación ribereña, erosión de las orillas, contaminación puntual y difusa, cambios en los usos del suelo de la cuenca hidrográfica, construcción de presas o azudes, disminución en los caudales y canalización de los ríos. En el contexto de todos estos impactos que los ríos sufren, el estudio de la calidad del hábitat es crítico

### Resumen

Este trabajo se llevó a cabo en la región centro sur de la República del Ecuador, en el Cantón Cuenca, provincia del Azuay. Los ríos objeto de este estudio fueron el Tomebamba y el Yanuncay localizados en cuencas que llevan el mismo nombre. Pese a la enorme valía de estos ríos para la ciudad de Cuenca y la región, existe un inadecuado manejo de los recursos naturales, con débiles políticas y mecanismos de conservación para zonas estratégicas del territorio. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar los impactos sufridos por los ríos y promover su restauración, como parte de esa evaluación se efectuó un análisis de la calidad del hábitat en los ríos con el protocolo de Barbour *et al.* (1999). Los resultados mostraron que la vegetación de ribera es el factor más alterado a lo largo de todos los tramos de río estudiados. La pérdida de este importante componente produce una reacción en cadena afectando a otros factores del ecosistema. Se propone la rehabilitación de los bosques de ribera como medida fundamental para mantener la integridad ecológica de estos ríos.

**Palabras clave:** Hábitat, calidad, cuencas, ríos, Ecuador

### Abstract

*This work was done in the southcentral region of the Ecuador in the department of Cuenca, province of Azuay. The rivers under study were the Tomebamba and the Yanucaay which are the main water courses in the watersheds with the same name. These rivers are important for the city of Cuenca and its adjacent region, but its natural resources management is inadequate, exhibiting weak use policies and conservation management for strategic areas of this territory. In this context, this paper deals to the assessment of the human impacts on these rivers and promote their restoration, mainly with an habitat quality analysis performed following Barbour *et al.* (1999). The results showed that alteration of riparian vegetation is a major factor in river deterioration in all river sections analyzed. Loss of this biotic component produces a chain reaction that involves other ecosystem components. Finally, a proposal was made on the re-habilitation of the riparian vegetation as a key action management to maintain ecological integrity of these rivers.*

**Key words:** Habitat quality, watersheds, rivers, Ecuador

para la evaluación de la integridad ecológica de un sistema. En general, el hábitat y la diversidad biológica en los ríos están cercanamente relacionados (Raven *et al.* 1998), se puede afirmar que el potencial biológico en los ríos está limitado por la calidad del hábitat físico creando el marco dentro del cual las comunidades biológicas se desarrollan (Southwood 1977).

En su verdadero sentido, el hábitat incorpora todos los aspectos físicos, y químicos y biológicos de un río. Así, la evaluación del hábitat está definida como la valoración de la estructura del hábitat físico circundante que influencia la calidad de los recursos acuáticos y la condición de las comunidades acuáticas residentes en ellos (Barbour *et al.* 1996).

Los parámetros del hábitat que se deben medir incluyen aquellos que caracterizan el hábitat del río en una "microescala" (ejemplo: disponibilidad de sustratos que pueden ser colonizados) y, en una "macroescala" (ejemplo: morfología del canal), además, es necesario conocer las características de las riberas, que a menudo influyen y afectan los otros parámetros.

Los métodos para evaluar la calidad del hábitat nacieron en la década de los ochenta en Estados Unidos, aunque hay varias aproximaciones, una evaluación cualitativa más rápida del hábitat fue propuesta por Barbour *et al.* (1999) y es la que se usa en este trabajo. La matriz de evaluación de la calidad del hábitat fue desarrollada originalmente en los protocolos de bio-evaluación rápida (RBPs por sus siglas en inglés) por Plafkin *et al.* (1989); estuvo inicialmente basada en un trabajo hecho en el estado de Wisconsin por Ball (1982 en Barbour *et al.* 1999) y luego por Platts *et al.* (1983 en Barbour *et al.* 1999). Barbour y Stribling (1991) modifican la aproximación original de los RBPs e incluyen algunos parámetros adicionales para ríos de alto gradiente y parámetros más apropiados para ríos de bajo gradiente.

Este trabajo se llevó a cabo en la República del Ecuador, en la provincia de Azuay, ciudad de Cuenca, la misma que tiene cuatro ríos que la atraviesan. Las cuencas del Yanuncay y del Tomebamba, objeto de este trabajo, tienen una importancia capital para la ciudad de Cuenca, tercera ciudad del Ecuador en importancia poblacional.

Estas cuencas proveen de múltiples servicios ambientales a la población, siendo el más importante la dotación de agua: la cuenca del río Tomebamba provee el 60% del agua potabilizada para la ciudad. Para atender las mayores demandas de agua a futuro debidas al crecimiento poblacional, recientemente se construyó una nueva infraestructura de captación y una nueva planta potabilizadora de agua en la cuenca del río Yanuncay.

El objeto de este trabajo fue evaluar y conocer el estado de conservación de los ríos en la cuenca alta del Tomebamba y del Yanuncay, así como el impacto de las diferentes actividades humanas en los tramos de los ríos que recorren la zona media y baja de las cuencas. En este estudio se presenta el análisis de la calidad del hábitat de los ríos Tomebamba y Yanuncay, en relación con las actividades antropogénicas que se llevan a cabo en las cuencas respectivas.

### Descripción del sitio de estudio

La provincia del Azuay en Ecuador, está ubicada en la región centro sur del país, tiene una superficie de 8124 km<sup>2</sup>. Se divide políticamente en 15 cantones. El Cantón Cuenca, en el que se halla la ciudad capital de la provincia llamada "Santa Ana de los ríos de Cuenca", tiene 3316.64 km<sup>2</sup>.

Los ríos objeto de este estudio son el Tomebamba y el Yanuncay localizados en cuencas que llevan el mismo nombre (*Figura 1*). Estos ríos nacen en la vertiente oriental de los Andes y conforman la cuenca alta del río Paute. La cuenca del Paute forma a su vez parte de la cuenca del Santiago- Namangoza que corre hacia el Amazonas. La del Paute es una de las cuencas hidrográficas más importantes del país, con una altísima prioridad de manejo y conservación, pues en ella se halla localizada la represa "Daniel Palacios", en la que se produce la mayor parte de la energía hidroeléctrica del Ecuador.

En la parte alta de las cuencas en estudio, existen algunas presiones para los recursos: actividad turística sin control, prácticas ganaderas, agrícolas, de piscicultura y plantaciones de especies exóticas como el pino.

La cuenca media del Tomebamba y del Yanuncay está sujeta a actividades de agricultura, forestación con especies exóticas, prácticas de quema, deforestación para ampliar la frontera agrícola y una creciente urbanización con el consiguiente retaceo del terreno y presión sobre el territorio.

La zona baja de las cuencas está sujeta a una urbanización total. Pese a los problemas existentes, los cursos de agua son limpios y el deterioro se presenta a medida que se acercan a los centros poblados.

Al ingresar a la ciudad, existen interceptores de las aguas residuales que transportan las mismas a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. En el área urbana de la ciudad, uno de los problemas más graves para los ríos es la invasión de las zonas de inundación por carreteras o cultivos y la destrucción de la vegetación de las riberas.

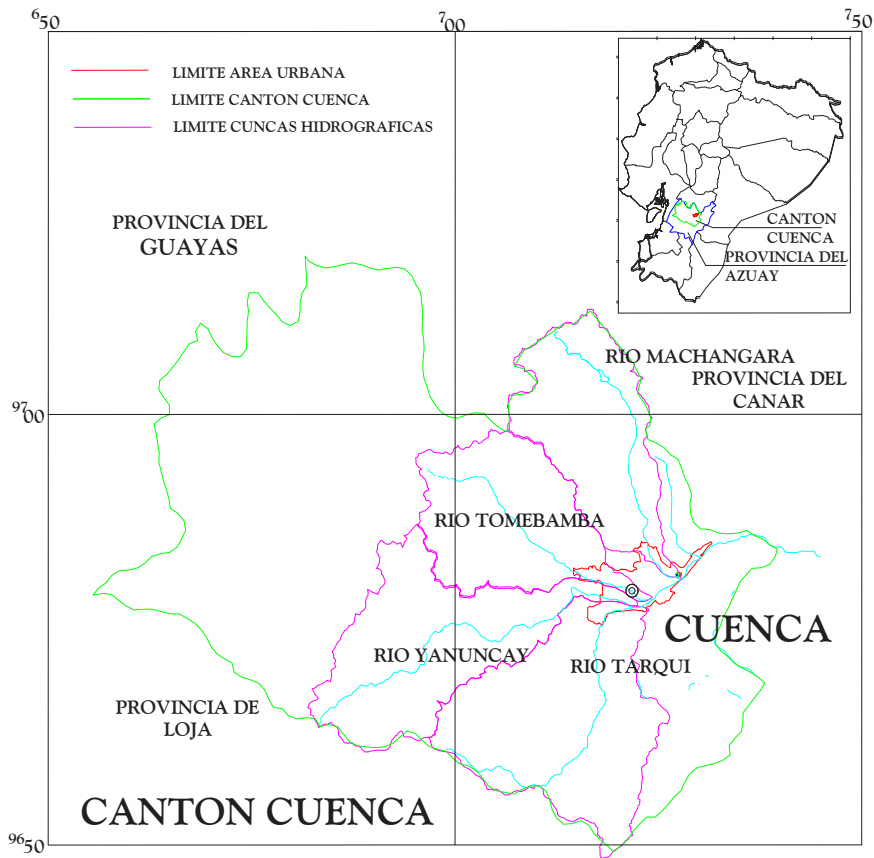


Figura 1. Ubicación geográfica de las cuencas en estudio

### Metodología

Aunque la mayor parte del trabajo se centra en los ríos Tomebamba (nueve estaciones) y Yanuncay (cinco estaciones), se usó también una estación de referencia en la microcuenca del Mazán, y se estudió otra estación en la microcuenca

del río Llaviuco; los dos ríos son tributarios del Tomebamba y se hallan en zonas protegidas, sin impactos evidentes. Así también se usaron tres estaciones en el río Cuenca, punto de unión de los cuatro ríos que atraviesan la ciudad de Cuenca (Cuadro 1)

RIO	CODIGO	UBICACIÓN DE ESTACIONES	COORDENADAS	ALTITUD (m)
Mazán	M0	Antes del refugio	710012, 9683186	3010
Llaviuco	Ch1	AJ Tomebamba	708584, 9685912	3035
Tomebamba	Q1	Después Parque Nacional Cajas	700603, 9692366	3670
	Q2	AJ Taquiurco	701965, 9692905	3595
	Q3	Después Dos Chorreras	704423, 9691623	3400
	Tbh	AJ Llaviuco	708636, 9686053	3040
	Tbdc	Después de la captación	713454, 9682950	2710
Yanuncay	Tb2	DJ Q. Sacay	718276, 9680823	2595
	Tb3	en la Universidad de Cuenca	721639, 9679606	2525
	Tb4	AJ Yanuncay	724146, 9678726	2478
	Tb5	AJ Machángara	727581, 9680956	2425
	B3	DJ Izhcarrumi	696154, 9673634	3330
Cuenca	Y0	AJ Pucán	704281, 9674097	2980
	Y1	AJ Minas	712152, 9676835	2750
	Y2	en San Joaquín	717520, 9679215	2600
	Y4	AJ Tarqui	722309, 9677804	2508
Cuenca	C1	Antes del puente de Ucubamba	728442, 9682138	2410
	C2	Después de la PTAR	730280, 9683724	2384
	C5	Antes del puente de Jadán	735069, 9686012	2330

Cuadro 1. Ubicación de las estaciones en las cuencas

Los diecinueve tramos de río estudiados (de 100 m de longitud cada uno) fueron escogidos de acuerdo a la necesidad de evaluar y conocer el estado de conservación de los ríos en la cuenca alta, así como el impacto de las diferentes actividades humanas en la cuenca media y baja.

Este trabajo se llevó a cabo en el año 2006 (Carrasco 2006) como parte de una consultoría contratada por la Empresa de Agua Potable de Cuenca (ETAPA) y se validó y consolidó con otros estudios en una tesis de Maestría en la Universidad Autónoma de Querétaro en el año 2008 (Carrasco 2008).

De acuerdo a la metodología propuesta por Barbour *et al.* (1999) se evaluaron diez parámetros a través de la observación directa de los tramos escogidos en ambos ríos (Cuadro 2). A todos los parámetros se les asignó un puntaje en una escala numérica de 0 a 20 puntos en cada estación estudiada, con cuatro categorías: Óptima (20 a 16), Sub-óptima (15 a 11), Marginal (10 a 6) y Pobre (5 a 0) (Cuadro 1). La asignación del puntaje para cada parámetro estudiado es subjetiva (a criterio del investigador y su conocimiento de los ecosistemas acuáticos) y se hace siguiendo la descripción de cada parámetro en la matriz de calificación propuesta por los autores, por ejemplo, para determinar el parámetro

CALIDAD DEL HÁBITAT EN LOS RÍOS TOMBAMBA Y YANUNCAY EN ECUADOR

2 “partículas que rodean al sustrato, se evalúa qué porcentaje de las piedras dentro del tramo se hallan cubiertas de sedimento muy fino, si es más del 75% del sustrato se asigna un puntaje de 0-5 puntos, los puntajes aumentan hasta 20 puntos conforme el sustrato presente menor porcentaje de cobertura con sedimento fino. Esto se debe a que generalmente cuando existe una acumulación excesiva de partículas en las rocas, disminuyen las superficies disponibles para refugio, desove, o incubación de los huevos de peces y macroinvertebrados, por lo que gran cantidad de sedimentos implica deterioro del hábitat del río y por lo tanto se asignan bajos puntajes dentro de la evaluación.

nes en la eco-región. El uso de una condición de referencia es deseable para evaluar la mejor condición esperada. Esta aproximación es crítica para la evaluación, porque las características de los ríos pueden variar dramáticamente a lo largo de diferentes regiones (Barbour y Stribling 1991 en Barbour *et al.* 1999). En este trabajo se escogió como referencia una estación en el río Mazán, que está ubicada dentro de un área protegida por la Empresa de Agua Potable de Cuenca (ETA-PA) (de 3 300 hectáreas) con acceso restringido. El hábitat que circunda al río es óptimo y la calidad del agua del río también, debido a la ausencia de fuentes de contaminación y de todo tipo de impacto humano.

Los puntajes asignados a cada parámetro se suman en la matriz y pueden ser comparados con una estación de referencia, en óptimas condicio-

Cuadro 2. Matriz de calificación de los parámetros que se evalúan en la determinación de la calidad del hábitat.

VALORACION DE LA CALIDAD DEL HABITAT EN RIOS Y ARROYOS CON PENDIENTE ALTA

Parámetros del hábitat	Categoría																				
	Óptimo					Subóptimo					Marginal					Pobre					
<b>1. Sustrato; hábitats que podrían ser colonizados</b>	Más del 70% de los hábitats son favorables para la colonización; mezcla de sustratos como son leños sumergidos, piedras, cortes en las orillas u otro hábitat estable que permite la colonización potencial completa (es decir, troncos u recipientes no temporal).					40 -70% de mezcla de hábitats estables; potencial para la colonización completa; hábitat adecuado para el mantenimiento de las poblaciones; presencia de sustrato de una caída reciente, pero que todavía no está preparado para la colonización (puede estar al extremo alto de la escala).					20 - 40% de mezcla de hábitats estables; disponibilidad menor de hábitats; los sustratos frecuentemente perturbados o removidos.					Menos del 20% de hábitats estables; falta obvia de hábitats; substrate inestable o faltante.					
<b>PUNTAJACION</b>	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<b>2. Partículas que rodean al sustrato</b>	0 - 25% de la grava, piedra y rocas grandes rodeados por sedimento fino. Estratos de piedra proporcionan una diversidad de espacio del nicho.					25 - 50% de la grava, piedra y rocas grandes rodeados por sedimento fino.					50 - 75% de la grava, piedra y rocas grandes rodeados por sedimento fino.					Más del 75% de la grava, piedra y rocas grandes rodeados por sedimento fino.					
<b>PUNTAJACION</b>	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<b>3. Velocidad y Profundidad</b>	Todos los cuatro regímenes de velocidad y profundidad presentes (lento - profundo, lento - poco profundo, rápido - profundo, rápido - poco profundo). (Lento es <0.3 m/s, profundo es > 0.5 m.)					Sólo 3 de las 4 categorías presentes.					Sólo 2 de las 4 categorías presentes (rápido - poco profundo o lento - poco profundo están ausentes).					Dominado por 1 velocidad y profundidad (normalmente lento -profundo).					
<b>PUNTAJACION</b>	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<b>4. Acumulación de sedimento</b>	Pequeño o ningún agrandamiento de islas o puntos de obstrucción. Menos del 5% del fondo afectado por depositos de sedimento.					Una formación pequeña de barreras, principalmente de arena gruesa, arena o sedimento fino. 5 - 30% del fondo afectado; deposición ligera en piscinas.					Acumulación moderada de arena gruesa, arena o sedimento fino en barreras anteriores y recientes; 30-50% del fondo afectado; el sedimento es depositado encogiendo el lecho y curvaturas; deposición moderada de piscinas prevalecientes.					Depósitos altos de material fino, aumento en las barreras; más del 50% del fondo cambian frecuentemente; piscinas casi ausentes debido a la acumulación sustancial de sedimento.					
<b>PUNTAJACION</b>	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<b>5. Estado del Flujo del cauce</b>	Las bases de las dos orillas del río y el substrate del cauce están expuestas en una cantidad mínima.					El agua llena >75% del cauce disponible; o < 25% de substrate del cauce es expuesto.					El agua se llena del 25 - 75% del cauce disponible, o los substrates de los rápidos son principalmente expuestos.					Una muy pequeña cantidad de agua en el cauce y principalmente se presenta como piscinas permanentes.					
<b>PUNTAJACION</b>	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<b>6. Alteración del cauce</b>	Canalización o dragado ausentes o mínimos; arroyo con una forma normal.					Presenta algunos canalizaciones, normalmente en áreas de los estribos de los puentes; evidencia una canalización pasada, es decir, dragado (hace más 20 años) tal vez presente, pero reciente no está presente la canalización.					Canalización tal vez extensa; terraplenes o estructuras presentes en ambas orillas; y del 40 al 80% del arroyo canalizado e interrumpido en un tramo.					Las orillas apuntaladas con gabiones o cemento; más del 80% del arroyo canalizado e interrumpido. El hábitat del río alterado altamente o quitado completamente.					
<b>PUNTAJACION</b>	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

## VALORACION DE LA CALIDAD DEL HABITAT (Continuación)

Parámetros del hábitat	Categoría			
	Óptimo	Subóptimo	Marginal	Pobre
<b>7. Frecuencia de rápidos (o recodos)</b>	Presencia de rápidos relativamente frecuente; la proporción entre la distancia de rápidos dividido por ancho del arroyo es < 7:1 (generalmente 5 a 7); la variedad de hábitats es importante. En arroyos donde los rápidos son continuos, la presencia de rocas grandes u otros, obstáculos naturales son importante.	Presencia de rápidos poco frecuentes; distancia entre rápidos dividido por el ancho del arroyo está entre 7 a 15.	Rápidos o recodos ocasionales; los contornos del fondo proporcionan algún hábitat; distancia entre rápidos dividido por el ancho del arroyo está entre 15 a 25.	Generalmente toda el agua es uniforme o rápidos poco profundos; hábitat pobre; distancia entre rápidos dividido por el ancho del arroyo es una proporción >25.
<b>PUNTUACION</b>	20 19 18 17 16	15 14 13 12 11	10 9 8 7 6	5 4 3 2 1 0
<b>8. Estabilidad de la orilla (cuenta cada orilla)</b> Nota: Determine el lado izquierda o derecho enfrentando río abajo.	Orilla estable; evidencia erosión o fallo de la orilla ausente o mínimo; pequeño potencial para problemas futuros. <5% de banco afectado.	Moderadamente estable; poco frecuente; pequeñas áreas de erosión han sanado principalmente encima. 5 -30% de la orilla tiene áreas de erosión.	Ligeramente inestable; 30 - 60% de la orilla en tiene áreas de erosión; potencial alta de erosión durante diluvios.	Inestable; muchos áreas erosionadas; áreas "descubiertas" frecuentan a lo largo de las secciones rectas y curvas; orilla con desprendimientos obvios; 60 - 100% de la orilla tiene marcas de erosión con cicatriz.
<b>PUNTUACION (LB)</b>	Orilla izquierda 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
<b>PUNTUACION (RB)</b>	Orilla derecha 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
<b>9. Protección de la vegetación (cuenta cada orilla)</b>	Más del 90% de la superficie de las orillas del río y las zonas ribereñas inmediatas, cubiertas por vegetación nativa, incluso de árboles, arbustos o macrofitas; interrupciones de la vegetación mínimo o no evidente; casi todas plantas tuvieron un crecimiento natural.	70 - 90% de la superficie de las orillas del río cubiertas por vegetación nativa, pero una clase de plantas no está bien representada; interrupción evidente pero no afecta el potencial crecimiento de las planta para extenderse; más de la mitad son pequeñas plantas potenciales y el resto altas.	50 - 70% de la superficie de las orillas del río cubiertas por vegetación; interrupciones obvias; parches de tierra desnuda	Menos del 50% de la superficie las orillas de río cubiertas por vegetación; la interrupción de la vegetación en las orillas es muy alta;
<b>PUNTUACION (LB)</b>	Orilla izquierda 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
<b>PUNTUACION (RB)</b>	Orilla derecha 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
<b>10. Ancho de la vegetación ribereña (cuenta cada orilla)</b>	Ancho de la zona ribereña > 18 metros; actividades humanas (es decir, parques de estacionamiento, carreteras, cortes claros, césped, o cosechas) no hay una zona impactada.	Ancho de la zona del ribereña 12 - 18 metros; las actividades humanas sólo han impactado la zona mínimamente.	Ancho de la zona ribereña 6 - 12 metros; las actividades humanas han impactado un gran parte a la zona.	Ancho de la zona de ribereña < 6 metros; pequeño o ninguna vegetación ribereña debido a las actividades humanas.
<b>PUNTUACION (LB)</b>	Orilla izquierda 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0
<b>PUNTUACION (RB)</b>	Orilla derecha 10 9	8 7 6	5 4 3	2 1 0

PUNTUACION TOTAL \_\_\_\_\_



Figura 2. Estación de referencia en el río Mazán

Los autores de la metodología recomiendan el uso de una escala de comparación con la estación de referencia (en porcentajes), que se incluye a continuación:

<b>Categoría</b>	<b>% de comparación</b>
<b>Comparable</b>	<b>&gt;90</b>
<b>Adecuado</b>	<b>75-88</b>
<b>Parcialmente adecuado</b>	<b>60-73</b>
<b>No adecuado</b>	<b>&lt;58</b>

Cuadro 3. Escala de comparación con estación de referencia

La categoría de hábitat “comparable”, significa que el tramo de río estudiado tiene un hábitat totalmente similar a la estación de referencia con condiciones óptimas para la región, el ecosistema es estable y conserva su capacidad de autodepuración. La categoría “adecuado” implica que aunque el hábitat del río no está en excelentes condiciones, puede sostener a comunidades acuáticas saludables, el funcionamiento de los diferentes procesos dentro del río todavía es bueno. La categoría “parcialmente adecuado” significa que el hábitat del río tiene una condición de alteración media, puede sostener solo a ciertas comunidades de organismos acuáticos más tolerantes a las perturbaciones ambientales, algunos procesos dentro del ecosistema pueden estar alterados. La categoría “No adecuado” implica que el hábitat del río ha sido seriamente afectado y la mayor parte de los procesos funcionales del ecosistema están alterados.

### **Resultados**

En los cuadros 4 y 5 y la figura 2 se presentan los datos referentes a la calidad del hábitat en las estaciones estudiadas. De todas las estaciones en los dos ríos, solamente el sitio en el río Llaviuco (llamado también río Taitachugo) presenta un hábitat comparable a la estación de referencia en el río Mazán, con una condición óptima para la eco-región.

PARÁMETROS EVALUADOS	M0	Ch1	Q1	Q2	Q3	Tbh	Tbdc	Tb2	Tb3	Tb4
Substrato, hábitats que podrían ser colonizados	20	20	18	18	16	20	19	16	16	12
Partículas que rodean al substrato	20	20	18	18	11	18	20	10	8	11
Velocidad y profundidad	20	20	16	18	16	20	20	16	17	12
Acumulación del sedimento	20	20	16	16	14	18	18	8	10	10
Estado del flujo del cauce	20	20	16	16	16	18	20	16	16	12
Alteración del cauce	20	20	18	16	11	20	20	16	16	18
Frecuencia de rápidos	20	20	16	16	19	18	18	16	16	12
Estabilidad de la orilla	20	20	12	10	8	14	10	10	10	11
Protección de la orilla con vegetación	20	20	10	10	8	14	10	8	8	13
Ancho de la franja de vegetación	20	20	8	10	10	6	5	5	4	6
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>148</b>	<b>148</b>	<b>129</b>	<b>166</b>	<b>160</b>	<b>121</b>	<b>121</b>	<b>117</b>
<b>PORCENTAJE DE COMPARACIÓN CON ESTACIÓN REFERENCIA</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>74.0</b>	<b>74.0</b>	<b>64.5</b>	<b>83.0</b>	<b>80.0</b>	<b>60.5</b>	<b>60.5</b>	<b>58.5</b>

PARÁMETROS EVALUADOS	Tb5	B3	Y0	Y1	Y2	Y4	C1	C2	C5
Substrato, hábitats que podrían ser colonizados	13	20	18	20	13	16	13	10	11
Partículas que rodean al substrato	10	16	18	18	13	11	10	11	10
Velocidad y profundidad	13	20	20	20	12	16	12	11	11
Acumulación del sedimento	12	20	18	18	10	12	10	15	13
Estado del flujo del cauce	12	20	18	20	10	16	13	10	14
Alteración del cauce	18	20	20	20	16	17	18	16	17
Frecuencia de rápidos	13	18	18	18	12	16	13	15	14
Estabilidad de la orilla	12	14	15	12	10	11	12	10	10
Protección de la orilla con vegetación	10	14	10	7	10	10	10	4	6
Ancho de la franja de vegetación	4	10	5	7	4	6	5	4	4
<b>TOTAL</b>	<b>117</b>	<b>172</b>	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>110</b>	<b>131</b>	<b>116</b>	<b>106</b>	<b>110</b>
<b>PORCENTAJE DE COMPARACIÓN CON ESTACIÓN REFERENCIA</b>	<b>58.50</b>	<b>86.00</b>	<b>80.00</b>	<b>80.00</b>	<b>55.00</b>	<b>65.50</b>	<b>58.00</b>	<b>53.00</b>	<b>55.00</b>

Cuadro 4. Valores de los parámetros de la evaluación de la calidad visual en las estaciones de muestreo analizadas.

Ríos	Estaciones	Comparable	Adecuado	Parcial-adeq	No adecuado
R. Mazán	M0	100			
R. Llaviuco	Ch1	100			
Río Tomebamba	Q1		74		
	Q2		74		
	Q3			64.5	
	Tbh		83		
	Tbdc		80		
	Tb2			60.5	
	Tb3			60.5	
	Tb4				58.5
	Tb5				58.5
Río Yanuncay	B3		86		
	Y0		80		
	Y1		80		
	Y2				55
	Y4			65.5	
Río Cuenca	C1				58
	C2				53
	C5				55

Cuadro 5. Valoración del hábitat en las estaciones





## CALIDAD DEL HÁBITAT DE LOS RÍOS

Figura 3. Mapa que muestra el resultado final de la evaluación de calidad del hábitat en los ríos Tomebamba y Yanuncay.

Siete estaciones estudiadas tienen un hábitat caracterizado como adecuado: Q1 (Después del Parque Nacional Cajas), Q2 (Después del Jardín de la Virgen), Tbh (Tomebamba AJ Llaviuco), Tbdc (Tomebamba después de la captación), B3 (Yanuncay en Soldados), Y0 (Yanuncay en Pucan) y Y1 (Yanuncay en Barabon). Estas estaciones presentan en general buenas condiciones en cuanto al estado del sustrato y a la morfología del cauce del río, no presentan grandes acumulaciones de sedimento; además, estos tramos de los ríos no han sido canalizados ni dragados y tienen una buena variedad de regímenes de velocidad y profundidad, con frecuencia de rápidos.

La alteración del hábitat en estos lugares se debe principalmente a uno o varios de los siguientes parámetros, estrechamente relacionados entre sí: Estabilidad de la ribera (presencia o ausencia de erosión), Protección de la vegetación (cobertura de vegetación en las orillas) y Ancho de la vegetación ribereña (Figura 3).

En las estaciones nombradas anteriormente, las riberas son inestables. La inestabilidad de la

ribera causa erosión, lo cual implica aporte constante de sedimentos al río, con las consecuentes alteraciones de las concentraciones de ciertos parámetros físico-químicos del agua y por tanto de las comunidades que pueden vivir en esas condiciones. Además, a largo plazo y conforme las orillas se van horadando, la forma misma del río puede alterarse. Las orillas pueden derrumbarse con mayor facilidad cuando no existe vegetación, el suelo está expuesto, existen raíces de los árboles expuestas y la pendiente es alta. Así mismo, menos del 50% de las riberas en estos tramos de los ríos se hallan cubiertas de vegetación nativa. La vegetación protege a las riberas de la erosión, aporta alimento y refugio a muchos organismos acuáticos; la sombra que la vegetación provee al río impide la entrada directa de los rayos solares al agua, limitando el crecimiento explosivo de algas y productores primarios en general. Las orillas con una buena cobertura de vegetación nativa son ideales para el sostenimiento de las poblaciones de peces y macroinvertebrados en cada región.

El ancho de la franja de vegetación en las estaciones mencionadas es muy pequeño (menor a seis metros). Una buena franja de vegetación puede constituir una barrera para los contami-

nantes que potencialmente pueden llegar al río con la escorrentía, controla la erosión y provee hábitat y nutrientes al río.



Figura 4. Riberas erosionadas en el río Tomebamba

Es muy importante mencionar que en las diecinueve estaciones estudiadas, se encontró erosión de riberas en mayor o menor grado, debido a la escasa cobertura vegetal, especialmente de árboles o arbustos nativos. Asimismo, el ancho de la zona ribereña es muy pequeño, no llegando ni a un metro en algunos casos.

En cuatro estaciones la calidad del hábitat del río es parcialmente adecuado: Q3 (Después de Dos Chorreras), Tb2 (Tomebamba después Cerámica), Tb3 (Tomebamba después descarga Ceboillar) y Y4 (Yanuncay AJ Tomebamba)

Además de los parámetros anteriormente mencionados que están relacionados con la alteración de la cobertura vegetal en las riberas, estas

cuatro estaciones presentan otros problemas adicionales, referentes sobre todo a dos parámetros: las partículas que rodean al sustrato y acumulación de sedimento (Figura 4).

Hasta un 50% del sustrato del lecho del río estaba cubierto por sedimento muy fino en las estaciones mencionadas. Esta acumulación de limo, arena y barro en las rocas del río implica una acumulación excesiva de partículas en las rocas del río, disminuyendo las superficies disponibles para refugio, desove, o incubación de los huevos de peces y macroinvertebrados. Los sedimentos son el resultado del movimiento de los sedimentos a gran escala en la cuenca hidrográfica.

Adicionalmente se registró hasta un 50% de reducción del lecho del río debido a depósitos de sedimento. La acumulación de los sedimentos se da por un arrastre a gran escala de los mismos, puede causar la formación de islas y bancos. A veces la deposición es más evidente en zonas donde el flujo disminuye como las curvas del río.

Altos niveles de sedimentos son un síntoma de un ambiente inestable e indeseable para muchos tipos de organismos.



Figura 5. Rocas rodeadas de sedimento muy fino.

Seis estaciones estudiadas presentan un hábitat de tipo no adecuado: Tb4 (AJ Yanuncay), Tb5 (Tomebamba AJ Machángara), Y2 (Yanuncay en San Joaquín) C1 (Río Cuenca antes puente Ucubamba), C2 (Río Cuenca después PTAR) y C5 (Río Cuenca antes del puente de Jadán)

En estos lugares la mayor parte de los parámetros medidos en el hábitat del río muestran perturbaciones. En adición a las alteraciones referentes a la vegetación ribereña y a la acumulación de sedimentos presentados en los tramos de estudio precedentes, en estos tramos de los ríos ubicados dentro del área urbana se observó además una menor disponibilidad de hábitat que puede ser colonizado por los organismos (sólo de un 20 a 40 % del hábitat es favorable para los organismos acuáticos). Se sabe que es fundamental que exista una variedad de estructuras naturales en el río (tales como rocas grandes, ramas, raíces,

piedras de distintos grosores) disponibles como refugio, fuentes de alimento o sitios de desove o incubación de los huevos de la fauna acuática. Una amplia variedad y abundancia de estructuras sumergidas en el río provee a los peces y macroinvertebrados de un gran número de nichos y así se incrementa la diversidad biológica.

En estos tramos de los ríos se verificó que gran parte del sustrato del cauce puede estar expuesto en épocas de sequía. Cuando el agua no cubre adecuadamente el lecho del río, la cantidad de lugares para la vida de los organismos acuáticos disminuyen. El flujo de agua dentro del río puede verse afectado por presas u otras obstrucciones, desviaciones de caudal para riego u otros usos y también por cambios en la forma del río debidos a la erosión de las orillas. Por otro lado, se hallaron solo dos tipos de regímenes de velocidad y profundidad. Los ríos en buen estado tienen

una variedad de regímenes de velocidad y profundidad: lento-profundo, rápido-profundo, lento-poco profundo, rápido poco profundo. Esta variedad influencia la diversidad de hábitat para los organismos.

Otros problemas relacionados con la calidad del hábitat que circunda a los ríos es la deposición de basura y escombros. Dependiendo del tipo de material depositado, estos podrían aportar sustancias tóxicas a los cursos de agua o formar barreras que desvían el caudal o empujeñecen el cauce del río.

### Discusión

El hábitat de los ríos en las partes altas y medias de las cuencas estudiadas es adecuado (estaciones Q1, Q2, Tbh, Tbdc, B3, Y0 y Y1), con alteraciones en tres parámetros relacionados con la vegetación de ribera (estabilidad de la orilla, ancho de la vegetación de ribera y grado de protección de la orilla con la vegetación). Los tramos de río estudiados tienen alta erosión de las riberas y escasa vegetación. Estos impactos se han producido durante décadas debido a la pérdida de la vegetación natural ante la presión de la tala, los incendios y la actividad agrícola y ganadera.

Una vez que los ríos Tomebamba y Yanuncay ingresan al área urbana de la ciudad de Cuenca, el hábitat sufre un deterioro paulatino y cae dentro de la categoría de parcialmente adecuada (estaciones Tb2, Tb3 y Y4), a no adecuada (estaciones Y2, Tb4, Tb5, C1, C2 y C5). Además del deterioro en la vegetación de ribera, estos tramos presentan alteraciones relacionadas con el sustrato (acumulación de sedimentos, cantidad de partículas que rodean al sustrato) y la morfología del cauce del río (frecuencia de rápidos, grado de cobertura del canal por el agua, presencia de varios regímenes de velocidad profundidad).

De acuerdo a información regional, en el 35% del suelo en las cuencas estudiadas se hallan cultivos, pastos, áreas degradadas y urbanizadas, solo el 12% del territorio se halla vegetación leñosa. El bosque altoandino ha desaparecido de la mayor parte de las cuencas, siendo habitual observar laderas con pendientes muy fuertes cubiertas

de pastos. Procedentes de la degradación de los antiguos bosques, aparecen algunas superficies cubiertas de arbustos (chaparros), siendo frecuentemente quemadas por los campesinos con la intención de incrementar las zonas de pasto para el ganado doméstico. En los fondos de valle y zonas bajas de las laderas se hallan cultivos, pastos y masas de eucaliptos o pinos (especies introducidas que alteran el suelo).

La pérdida de la vegetación original de las cuencas hidrográficas implica un fuerte detrimento de los suelos, considerando que hay pendientes muy pronunciadas en esta región, el resultado es un aporte alto de sedimentos a los ríos. Esto se refleja en la acumulación de sedimentos en los tramos bajos de los ríos (dentro de la ciudad), con la formación de islas y de alteraciones en la morfología de los cursos de agua. En un trabajo paralelo sobre la morfología de los ríos estudiados (Carrasco 2008), se determinó (según los parámetros determinados por Rosgen, 1996) que existe un aumento en la tasa ancho-profundidad de los ríos en estudio, es decir, el canal de los ríos es más ancho de lo normal y la profundidad es menor, esto se debe a que con la destrucción de la vegetación de ribera en todo el trayecto de los ríos, las orillas son enormemente susceptibles a la erosión, el agua destruye las riberas produciéndose un ensanchamiento del canal; paralelamente, los sedimentos provenientes de las alteraciones en el uso de suelo en la cuenca y de la erosión de las riberas, son transportados por el río provocando disminución de la profundidad del cauce y acumulaciones de sedimento en barreras o islas, lo cual se observa en el tramo inferior de los dos ríos.

De los 10 parámetros evaluados en el estudio de calidad del hábitat, tres de ellos relacionados con la vegetación de ribera directamente, se hallan más o menos afectados de manera constante en toda la longitud de los ríos desde la parte alta de las cuencas hasta la baja. Por ello, es necesario resaltar la importancia de la conservación y restauración de los bosques ribereños (riparios). Generalmente son áreas de vegetación forestal natural entre las áreas cultivadas y los cursos de agua y pueden ser definidos como la interfaz de los ecosistemas acuáticos y terrestres, y son identificados básicamente por las características del suelo y sus comunidades vegetales úni-

cas, adaptadas a las inundaciones periódicas y que constituyen ecosistemas multifuncionales (Cecon 2003).

Los bosques de ribera cumplen funciones importantes al proporcionar materia y energía al sistema del río, regulan la temperatura del agua, proporcionan alimento y refugio para la fauna (acuática y terrestre), intercepta sedimentos de la cuenca, intercepta contaminantes y los degrada, previene inundaciones al detener una parte del escurrimiento superficial, impide la erosión de las riberas, entre otras cosas (Cecon 2003).

Al evidenciar estas importantes funciones del bosque de ribera queda claro que su rehabilitación no solo solucionaría la inestabilidad de las riberas y su riesgo de erosión al estar desprotegidas, sino también disminuiría la acumulación de sedimentos y la cantidad de partículas que rodean al sustrato. Del mismo modo, puede mitigar el efecto de la contaminación difusa en la parte urbana y rural de las cuencas e inclusive disminuir el riesgo de inundaciones.

La evaluación de la calidad del hábitat y el estudio morfométrico de los ríos, son absolutamente complementarios, en conjunto, explican las alteraciones sufridas por los ríos. Este trabajo aporta con una mayor comprensión de la complejidad de los ríos: la alteración de uno de los componentes del sistema (vegetación de ribera), produce una reacción en cadena que afecta a otros componentes (tasa de acumulación del sedimento, cantidad de partículas que rodean al sustrato, estabilidad del canal del río, ensanchamiento del canal y por lo tanto aumento de la zona seca del canal, desaparición de algunos regímenes de velocidad-profundidad, entre otros). Por ello, la conservación y mantenimiento de la vegetación de ribera debería ser la estrategia básica para la rehabilitación de los ríos en la región.

### **Conclusiones**

Los estudios de calidad del hábitat en los ríos son una medida esencial en las investigaciones de ecología acuática y de cuencas hidrográficas, pues permiten comprender cómo las actividades humanas desarrolladas en las cuencas están

afectando el correcto funcionamiento de los ríos como ecosistemas. En este sentido los ríos se convierten en indicadores del manejo de las cuencas.

Si se complementa los estudios de calidad del hábitat de los ríos con trabajos de morfología de ríos e integridad ecológica, se puede tener un panorama claro del tipo y del grado de impacto sufrido por estos importantes ecosistemas, con miras a hacer propuestas de manejo para los ríos y su cuenca.

En este trabajo la calidad del hábitat en los ríos Tombamba y Yanuncay muestran una amplia relación de la alteración de los ríos con respecto del incremento de las actividades humanas que afectan las cuencas de captación. La propuesta derivada del trabajo de iniciar la restauración de la vegetación riparia es esencial para el mantenimiento de las funciones hidrológicas y su mejoramiento para asegurar un futuro para estos ecosistemas. Es importante revisar en un futuro, las actividades humanas en todo el territorio para mejorar la estructura y funcionamiento de la cuenca.

### **Agradecimientos**

A la Secretaría de relaciones Exteriores de México por apoyar a María Cecilia Carrasco Espinoza con una beca para estudiar la Maestría en Gestión Integrada de Cuencas.

### **Referencias bibliográficas**

Barbour, M.T., and J.B. Stribling. 1991. Use of habitat assessment in evaluating the biological integrity of stream communities. In George Gibson, editor. Biological criteria: Research and regulation, proceedings of a symposium, 12-13 December 1990, Arlington, Virginia. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. EPA-440-5-91-005

- Barbour, M.T., J.M. Diamond, C.O. Yoder. 1996. Biological assessment strategies: Applications and Limitations. Pages 245-270 in D.R. Grothe, K.L. Dickson, and D.K. Reed-Judkins (editors). Whole effluent toxicity testing: An evaluation of methods and prediction of receiving system impacts, SETAC Press, Pensacola, Florida.
- Barbour, M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder, and J.B. Stribling. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- Carrasco, M. C. 2006. Determinación de categorías de calidad ambiental en los ríos de Cuenca, con el uso de bioindicadores. Consultoría contratada por la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable y Saneamiento del Cantón Cuenca (ETAPA), Cuenca, Ecuador.
- Carrasco, M. C. 2008. Integridad Biótica y su aplicación a una propuesta de gestión en los ríos Tombamba y Yanuncay en Cuenca – Ecuador. Tesis de Maestría en Gestión Integrada de Cuencas, Universidad Autónoma de Querétaro, México.
- Ceccon, E. 2003. Los bosques ribereños y la restauración y conservación de las cuencas hidrográficas. Revista Ciencias n.72. México.
- FISRWG. 1998. Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices. By the Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG). USA.
- Plafkin, J.L., M.T. Barbour, K.D. Porter, S.K. Gross, and R.M. Hughes. 1989. Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards, Washington, D.C. EPA 440-4-89-001. USA.
- Raven, P.J., N.T.H. Holmes, F.H. Dawson, P.J.A. Fox, M. Everard, I.R. Fozzard, and K.J. Rowen. 1998. River Habitat Quality: The physical character of rivers and streams in the UK and Isle of Man. Environment Agency. Bristol, England.
- Rosgen, D. 1996. Applied River Morphology. Ed. Wildland Hydrology. USA.
- Southwood, T.R.E. 1977. Habitat, the templet for ecological strategies? Journal of Animal Ecology 46:337-365.