



CUT: 180140

## RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 098 -2016-ANA

Lima, 20 ABR. 2016

### VISTO:

El Informe Técnico N° 024-2016-ANA-DCPRH-ERH-CLI/FCC de la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos; y

### CONSIDERANDO

Que, mediante Resolución Jefatural N° 117-2015-ANA, se publicó el proyecto de "Lineamientos para la elaboración de Estudios sobre Caudales Ecológicos",

Que, la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos ha evaluado los aportes y comentarios al precitado proyecto, razón por la cual recomienda la expedición de una Resolución Jefatural que apruebe la metodología para determinar caudales ecológicos, conforme a lo señalado en el artículo 155º del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG;

Que, el artículo 39º del Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, establece que los proyectos de normas que regulen asuntos ambientales generales o que tengan efectos ambientales, serán puestos en conocimiento del público para recibir opiniones y sugerencias de los interesados. El aviso de publicación del proyecto deberá publicarse en el Diario Oficial El Peruano y el cuerpo completo del proyecto en el portal trasparencia de la entidad, por un periodo mínimo de quince (15) días útiles;

Que, en ese contexto, resulta necesario disponer la prepublicación del documento "Metodología para Determinar Caudales Ecológicos", debido a que la misma contiene innovaciones no previstas en la Resolución Jefatural N° 117-2015-ANA; a fin de recibir nuevos aportes y sugerencias que permitan el perfeccionamiento de la propuesta alcanzada por la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos; y,

Con los vistos de la Secretaría General, Oficina de Asesoría Jurídica y de la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos; y en uso de las facultades conferidas en el Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, aprobado por Decreto Supremo N° 006-2010-AG;

### SE RESUELVE:

**ARTÍCULO 1º**-Disponer la prepublicación del documento "Metodología para Determinar Caudales Ecológicos", por el lapso de quince (15) días hábiles, en el portal web de la Autoridad Nacional del Agua:



www.ana.gob.pe, a fin que los interesados remitan sus opiniones y sugerencias a la dirección electrónica fchiock@ana.gob.pe.

**ARTÍCULO 2º.-** Encargar a la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos la recepción y análisis de los aportes y comentarios que se presenten respecto del proyecto de Resolución citado en el artículo precedente.



Regístrese, comuníquese y publíquese,



**JUAN CARLOS SEVILLA GILDEMEISTER**

Jefe

Autoridad Nacional del Agua

# METODOLOGÍAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CAUDAL ECOLÓGICO

## TITULO I

### DISPOSICIONES GENERALES

#### Artículo 1º.- Objeto

La presente norma tiene por objeto establecer las metodologías y criterios aplicables para la determinación de los caudales ecológicos, con arreglo a las disposiciones establecidas en la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 20338 y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 01-2010-AG.

#### Artículo 2º.- Ámbito de aplicación

La presente norma es de aplicación a nivel nacional y de cumplimiento por todas las personas naturales como jurídicas, que realizan estudios de acreditación disponibilidad hídrica o Instrumentos de gestión ambiental para el desarrollo de proyectos de inversión que comprometan los recursos hídricos.

#### Artículo 3.- Modalidades de aprobación de caudal ecológico

La Autoridad Administrativa del Agua aprobará los caudales ecológicos bajo la siguiente modalidad:

- a) Con la Resolución Directoral que aprueba la acreditación de la disponibilidad hídrica.
- b) En las opiniones técnicas favorables a la disponibilidad hídrica contenida en el instrumento de gestión ambiental (IGA).
- c) Con la Resolución Directoral a solicitud de cualquier interesado,

#### Artículo 4.- Ejercicio de derechos de uso de agua

- 4.1 La determinación de caudales ecológicos no afecta el ejercicio de los derechos de uso de agua otorgados con anterioridad a la entrada en vigencia de la presente resolución.
- 4.2 En caso de déficit hídrico los caudales ecológicos tendrán preferencia sobre los usos productivos; el uso poblacional tendrá prioridad sobre el caudal ecológico.

## TITULO II

### CRITERIOS GENERALES PARA DETERMINAR CAUDALES ECOLÓGICOS

#### Artículo 5.- Criterios Generales para determinar los caudales ecológicos

- 5.1 **Caudal ecológico mínimo** El caudal ecológico mínimo será el equivalente al caudal determinado al 95% (noventa y cinco por ciento) de persistencia en el punto de interés de la fuente natural de agua.

**5.2 Serie histórica a analizar** El estudio de determinación de caudales ecológicos se realiza utilizando información estadística de los últimos 20 años. A falta de información, esta será generada utilizando el modelamiento hidrológico y estocástico.

**5.3** El estudio determinación de caudales ecológicos se elaborara de acuerdo al Anexo 1.

#### **Artículo 6.- Inaplicación de los criterios generales**

Los criterios generales señalados en el artículo 5º no resultan de aplicación en cualquiera de los siguientes casos:

- a) Si se amenaza la supervivencia de determinadas especies hidrobiológicas clave para el desarrollo de actividades preexistentes cuya conservación se pretende mantener.
- b) Los cursos de las aguas se encuentran dentro de zonas protegidas o de amortiguamiento.
- c) En los casos que los proyectos de infraestructura ocasionen impactos irreversibles en el régimen hidrológico.

### **TITULO III CRITERIOS ESPECIALES PARA DETERMINAR CAUDALES ECOLÓGICOS**

#### **Artículo 7.- Criterios especiales para determinar los caudales ecológicos**

**7.1** En los casos señalados en el artículo 6 precedente, los caudales ecológicos se determinaran en base a un estudio que tendrá el siguiente contenido mínimo:

- a) **Objetivos:** Objetivos ecológicos, hidrológicos y geomorfológicos que se propone alcanzar con el caudal ecológico.
- b) **Descripción del río:** Se evaluará el río, aguas arriba y aguas abajo del proyecto, por secciones detallándose en cada una de ellas los procesos ecológicos, hidrológicos y los procesos ecológicos, hidrológicos y geomorfológicos con grado de complejidad que estará en función de la realidad y el nivel de intervención que exista en el río. Este acápite comprenderá:
  - b.1 Definición de tramos y secciones del río
  - b.2 Evaluación del régimen hidrológico y la hidráulica del río
  - b.3 Evaluación de la geomorfología fluvial
  - b.4 Evaluación del estado de las condiciones hidrobiológicas
  - b.5 Evaluación de la calidad del agua
  - b.6 Identificación de la importancia social, económica y ecológica del ecosistema acuático y de las planicies de inundación
- c) **Descripción de la infraestructura hidráulica del proyecto**  
Infraestructura hidráulica emplazada en los cuerpos de agua y sus bienes asociados
- d) **Estimación del Caudal Ecológico**  
Se aplicarán métodos holísticos o de simulación de hábitat que permitan integrar todas las evaluaciones realizadas previamente y alcanzar los objetivos específicos establecidos.





**e) Reglas de Operación**

Reglas de operación de la infraestructura para permitir proveer del caudal ecológico estimado

**f) Programa de Monitoreo**

Permitirá conocer si se están alcanzando las metas planteadas para los objetivos definidos

**g) Plan de Manejo Adaptativo**

Acciones a implementar en caso los indicadores muestren que no se estén alcanzando los objetivos de conservación planteados

**7.2** El estudio determinación de caudales ecológicos se elaborara de acuerdo al Anexo 2

**Artículo 8.- Desarrollo del Estudio para determinación de caudal ecológico**

En los casos señalados en el artículo 7, el estudio para determinación de caudal ecológico se realizará conforme al Anexo 01 que forma parte integrante de la presente resolución

## ANEXO 1

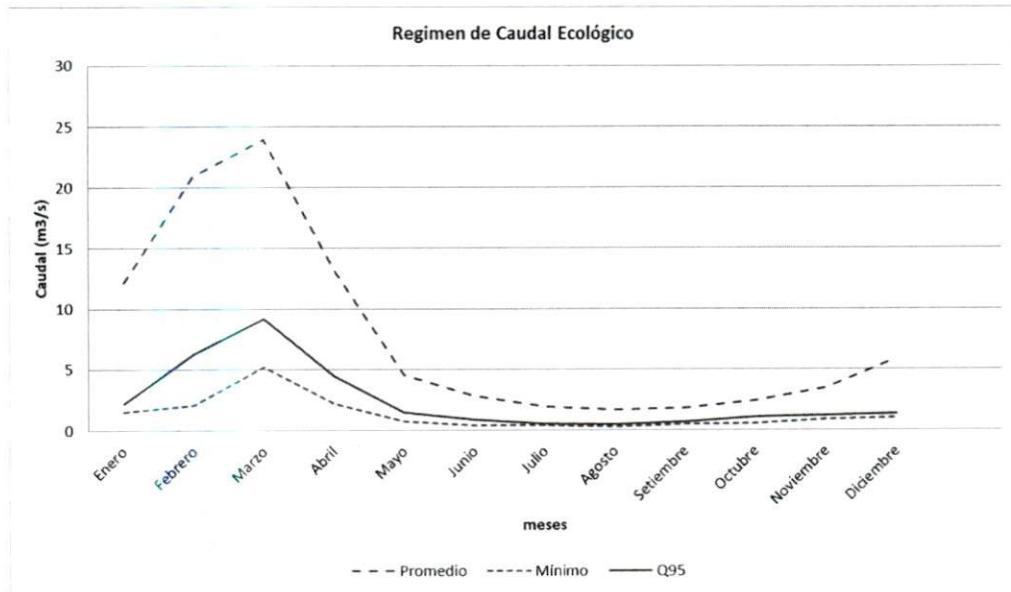
1. En la primera columna colocar el número de orden de cada dato (m), empezando desde 1 hasta N, donde N es el número de datos de caudal medio. Ver Tabla 1.
2. En otra columna a la derecha calcular la probabilidad  $p = m/N*100$ . Ver Tabla 1.
3. En las siguientes columnas, colocar los datos de caudales medios. Una columna por mes.
4. Ordenar cada columna con datos de caudales medios de mayor a menor. Ver Tabla 1.
5. Calcular los datos que corresponden a  $p = 95\%$ . Si en la columna de probabilidades, no se encuentra un valor exacto de  $p = 95\%$ , se deberá interpolar los valores adyacentes (interpolación lineal) para calcular el valor. Ver Tabla 2.

Tabla 1.- Plantilla de cálculo

m	p (%)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	1.61	41.05	56.19	84.91	40.17	12.38	8.27	5.79	5.29	6.34	6.13	15.50	31.48
2	3.23	35.65	53.11	66.45	31.32	11.31	7.52	4.89	4.17	4.57	4.88	11.05	15.98
3	4.84	34.61	50.99	57.35	26.13	9.64	6.70	4.67	3.42	4.30	4.41	8.83	15.01
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
38	93.55	2.55	6.97	10.51	4.89	1.59	1.16	0.72	0.49	0.66	1.25	1.32	1.37
39	95.16	2.17	6.18	9.03	4.37	1.47	0.86	0.52	0.43	0.65	1.00	1.21	1.34
N-1	(N-1)/N*100	1.71	4.85	7.50	3.17	1.18	0.72	0.46	0.37	0.50	0.90	1.08	1.19
N	N/N*100	1.54	2.07	5.15	2.19	0.75	0.41	0.39	0.28	0.45	0.53	0.84	1.02

Tabla 2.- Determinación del caudal ecológico

p (%)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
95	2.21	6.26	9.18	4.42	1.48	0.89	0.54	0.44	0.65	1.03	1.22	1.35



## ANEXO 2

### **LINEAMIENTOS PARA LA ELABORACION DE ESTUDIOS DE CAUDAL ECOLOGICO CON FINES DE OTORGAMIENTO DE DERECHO DE USO DE AGUA**

Los lineamientos tienen el propósito de servir de guía para la preparación de los estudios de caudal ecológico para la determinación de la disponibilidad hídrica en ríos. La elaboración de dicho estudio debe considerar al menos la estructura siguiente:

#### **1. Introducción**

Deberá presentar de forma resumida los antecedentes y la motivación para el desarrollo del estudio.

#### **2. Objetivos**

Ante la propuesta de desarrollar un proyecto o actividad que alterará las condiciones hidrológicas y/o la conectividad longitudinal y lateral natural de un río; deberá señalarse con claridad, cuales son los objetivos ecológicos, hidrológicos y geomorfológicos que se propone alcanzar con el caudal ecológico.

En los caso de haber instrumentos de gestión ambientales aprobados para el tramo del proyecto o planes de gestión de recursos hídricos aprobados para la cuenca, deberá haber coherencia los objetivos que estén previstos en estos.

#### **3. Descripción del río**

Se describirá de forma general el río que será estudiado, el área de evaluación será el área de influencia del proyecto aguas arriba y aguas abajo de este. Se presentará el mapa general del área de estudio, mostrando claramente el cauce del río, afluentes y la ubicación de infraestructura hidráulica si existiera. Esto con la finalidad de poder evaluar la zona en estudio en el contexto de una mayor longitud del río.

Para los tramos específicos del río en estudio se deben detallar los procesos ecológicos, hidrológicos y geomorfológicos, que se identifiquen al momento de la elaboración del estudio.

El alcance y complejidad del estudio estará en función de la realidad y el nivel de intervención que exista en el río.

##### ***3.1. Definición de tramos y secciones del río***

Para el estudio de las características del río, no es necesario hacer el estudio detallado del río en su totalidad, para ello es posible hacerlo seleccionando secciones que representen las diferentes características observadas en los diferentes tramos del río.

En los casos de los proyectos sujetos al Sistema Nacional de Evaluación Ambiental los tramos en estudio estarán en función al área de influencia establecida en el Instrumento de Gestión Ambiental.

El área de influencia debe determinarse considerando los siguientes criterios:

- Si por efecto de la infraestructura a construir se realizará un represamiento del río, el área de influencia hacia aguas arriba es hasta donde el efecto de la alteración del nivel y velocidad del agua se calcule (remanso).
- Si el proyecto alterará la cantidad de agua que discurre por el río, el área de influencia hacia aguas abajo, será hasta el punto en el que esta reducción de caudal sea observable y significativa.

- Si el proyecto alterará la variabilidad estacional, mensual, diaria u horaria de los caudales el área de influencia hacia aguas abajo, será hasta el punto en el que esta variabilidad de caudales sea observable y significativa.

El río en el área de estudio, se dividirá en tramos que tengan características homogéneas o similares con respecto a la hidrología, geomorfología, ecología, tipo y grado de impacto esperado del proyecto sobre el río.

La cantidad de tramos, dependerá de la homogeneidad del cauce. En sistemas homogéneos se dividirá en pocos tramos, mientras que en sistemas heterogéneos se necesitará dividir en más tramos.

Típicamente, los tramos son identificados considerando: ubicación de tributarios principales, morfología y estructura del cauce, estructura y morfología de las planicies de inundación, presencia de hábitats importantes, ubicación y operación del sistema hidráulico, composición y estructura de la flora y fauna, etc.

Por ejemplo: en los casos en que los proyectos implican la construcción de infraestructura en el cauce del río que generen un área de inundación, el río podría dividirse en dos tramos, uno aguas arriba de la infraestructura y otra aguas abajo. Otros casos en el que deriva el agua fuera del cauce y se retorna en un punto aguas abajo del mismo cauce, podría dividirse el río en tres tramos uno aguas arriba de la derivación, otro en el tramo donde se desvía el caudal y otras aguas abajo de la descarga de agua al cauce.

Dentro de cada tramo identificado, se seleccionarán secciones representativas; estas secciones deben en conjunto representar las diferentes características del río en ese tramo. Las características mínimas que deben ser consideradas en la selección de las secciones incluyen: representatividad de todas las características del tramo, proximidad a una estación de medición de caudales, disponibilidad de información sobre aspectos ambientales, accesibilidad y disponibilidad de información biológica.

### **3.2. Evaluación del régimen hidrológico y la hidráulica del río**

En la evaluación debe describirse todos los componentes que caracterizan el régimen hidrológico del río, en su estado natural y estado actual (en caso de encontrarse alterado) y la información será sistematizada en varias escalas de tiempo (diaria, mensual o interanual). Se analizará el comportamiento interanual y estacional de los caudales. Deberá ponerse énfasis en evaluar los caudales base existentes en períodos de estiaje.

Basado en el principio de que la integridad de los sistemas hídricos dependen largamente del carácter de su dinámica natural, son cinco componentes críticos del régimen de flujo que regulan los procesos ecológicos en los ecosistemas fluviales: la magnitud, frecuencia, duración, momento y velocidad de cambio de las condiciones hidrológicas (Poff et al., 1997; Richter et al., 1996). Estos componentes son el vínculo teórico entre la hidrología y los procesos ecológicos.

Por ejemplo la magnitud de los caudales en cualquier tiempo dado, es una medida de la disponibilidad o la idoneidad del hábitat y define atributos del hábitat tales como el área mojada o volumen del hábitat, o la posición del espejo de agua relacionado a humedales o zonas radiculares de plantas ribereñas; mientras que el momento de ocurrencia de una condición natural particular del flujo (estiaje o avenidas) puede determinar, que ciertos requerimientos del ciclo de vida sean alcanzados o influenciar el grado de estrés o mortalidad para varias especies.

Se presentará las características hidráulicas del cauce del río, como resultado de mediciones para evaluar parámetros como tirante de agua, velocidad del flujo, perímetro mojado y ancho del espejo de agua. Esta evaluación debe permitir conocer como varían las condiciones hidráulicas.

En el caso de caudales alterados (por regulación o trasvase) se realizará el análisis de cuáles serían las variaciones hidráulicas e hidrológicas respecto al caudal natural en el río.

### **3.3. *Evaluación de la geomorfología fluvial***

Deberá identificarse los procesos geomorfológicos que tienen un rol importante en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas asociados al río. Estos pueden ser: (i) Los procesos y dinámicas del transporte, deposición y almacenamiento de sedimentos en el cauce; (ii) las formas y procesos del cauce y (iii) las formas y procesos de las planicies de inundación. Estas son tres categorías que influencian las interacciones ecohidromorfológicas a través de un rango de escalas temporales y espaciales e inherentemente involucran consideraciones para otros temas geomorfológicos, como la variabilidad fisiográfica a escala de cuenca y los impactos humanos a los ríos y las subsecuentes respuestas del sistema (Meitzen et al, 2013).

Los procesos que deben ser evaluados son aquellos relacionados con: la disponibilidad temporal y espacial del hábitat físico; el mantenimiento de las características del sustrato (condiciones del lecho), el mantenimiento de la forma del cauce y la conexión con las planicies de inundación.

En las secciones de cada tramo del río, se describirá la morfología, la geología, forma del cauce, composición del sustrato, sedimentos (transporte), dimensiones (ancho, pendiente, longitud de las secciones) y como estos varían estacionalmente; así como los procesos relacionados a esos componentes que hayan sido identificados al momento de la elaboración del estudio. Se presentará en mapas y cuadros las características correspondientes a los aspectos señalados.

### **3.4. *Evaluación del estado de las condiciones hidrobiológicas***

Para cada sección del río en los tramos de estudio, se realizará el estudio de especies del ecosistema (crustáceos, peces, macrofitas, mamíferos, vegetación ribereña, etc.). Este estudio describirá las interacciones entre los diferentes componentes biológicos con el medio abiótico.

Se realizará la evaluación detallada de las condiciones hidrobiológicas en las secciones del río; para ello se efectuarán estudios cualitativos y cuantitativos detallados aplicando metodologías replicables de las especies de flora y fauna acuática, identificando si hay o no especies endémicas, de importancia ecológica y social; descripción del ciclo de vida de las especies, construcción de la cadena trófica, evaluación de aspectos biológicos claves (migración, reproducción, etc.) y evaluar la potencial capacidad de supervivencia de la fauna acuática. Se describirá la metodología empleada para evaluar las condiciones hidrobiológica previstas en el presente numeral.

Se mostrará el análisis realizado para establecer la(s) especie(s) y los parámetros poblacionales o comunitarios en base a la información recopilada.

Así mismo deberá evaluarse las condiciones del hábitat en el río al momento de la elaboración del estudio.

### **3.5. *Evaluación de la calidad del agua***

Describirá la calidad del agua en el área de influencia del proyecto; debiendo señalar las fuentes que pudieran estar generando un cambio en la calidad del agua, para conocer cuales impactos sobre la calidad no están influenciados por el proyecto propuesto.

### **3.6. Identificación de la importancia social, económica y ecológica del ecosistema acuático y de las planicies de inundación**

Se deberá evaluar y determinar la importancia social, económica y ambiental del ecosistema. Se debe identificar que bienes del ecosistema deben ser conservados en un nivel determinado por su importancia social, económica o ecológica; incluyendo aspectos paisajísticos, científicos y culturales de importancia.

#### **4. Descripción de la infraestructura hidráulica del proyecto**

Presentará una descripción de la infraestructura hidráulica emplazada en los cuerpos de agua y sus bienes asociados, con planos a escala adecuada y memorias descriptivas con el detalle de sus características.

En el caso de los proyectos de aprovechamiento hídrico se describirá también cuál será la forma de operación del sistema hidráulico y detallar las características de la infraestructura que permitirá la continuidad del flujo del agua y la conservación del ecosistema, en los casos que corresponda.

De ser el caso describirá la infraestructura diseñada para mantener la conectividad longitudinal y/o transversal del río.

#### **5. Estimación del Caudal Ecológico**

Con el conocimiento de los procesos físicos y biológicos en el río, se fijarán los objetivos específicos para la conservación del ecosistema (será necesario definir el nivel de conservación) de los bienes del ecosistema identificados. En esta etapa debe realizarse la integración de todas las evaluaciones realizadas previamente, para lo cual debe construirse un modelo conceptual, que vincule los diferentes componentes del régimen hidrológico con los componentes de los procesos ecológicos, los cuales pueden ser explicados a través de procesos geomorfológicos o las relaciones hidráulicas y de calidad que deben darse.

El caudal ecológico en el río debe considerar los componentes de flujo necesarios (magnitud, momento, frecuencia, duración y tasa de cambio) para mantener los procesos físicos y biológicos en el nivel definido. Así mismo incluirá los patrones de variaciones estacionales y diarias que se consideren importantes para alcanzar los objetivos de conservación en el ecosistema.

Los métodos o criterios que se propongan para la determinación del caudal ecológico, deberán contar con un sustento técnico adecuado y responder a las condiciones del río y del ecosistema. Las relaciones entre caudal y los bienes del ecosistema identificados, deberán ser elaboradas en base a indicadores apropiados. De emplearse programas de cómputo para el cálculo del caudal ecológico, se deberá explicar los criterios, factores, resultados y validación de los modelamientos a fin de verificar los resultados obtenidos.

La complejidad de las metodologías estará en función a la complejidad de la realidad del río. En ríos con ecosistemas importantes será necesario emplear metodologías más completas que integren diferentes aspectos físicos y biológicos, mientras que en ríos altamente intervenidos, las metodologías a emplear serán menos complejas, por tener menos factores que evaluar.

Los resultados deberán mostrarse en forma de cuadros, hidrogramas y esquemas de las secciones transversales del tramo de río evaluado.

No se recomienda el empleo de métodos que no se sustenten en relaciones entre caudal y ecosistemas o aquellos que no se encuentren documentados, tanto su desarrollo como los resultados de su implementación.

Se sugieren métodos holísticos o de simulación de hábitat.

## **6. Reglas de Operación**

Se presentará cuáles serán las reglas de operación de la infraestructura para permitir proveer del caudal ecológico que se haya estimado.

## **7. Programa de Monitoreo**

Se presentará el plan de monitoreo y los indicadores que permitan conocer si en el tramo del río en el área de influencia del proyecto se están alcanzando las metas planteadas para los objetivos definidos en el estudio de caudal ecológico. Estos monitoreos se corresponden con los presentados a la autoridad competente, según el instrumento de gestión ambiental aprobado.

Los indicadores deben permitir medir las condiciones hidrológicas, geomorfológicas, de calidad del agua y biológicas del río, que fueron identificadas como importantes para el mantenimiento de los ecosistemas dependientes del río, sobre todo en la meses hidrológicamente más críticos (usualmente la época de estiaje).

## **8. Plan de Manejo Adaptativo**

Se planteará cuáles serían las acciones a implementar en caso los indicadores muestren que no se estén alcanzando los objetivos de conservación planteados. Las acciones planteadas deben ser concordantes con los existentes en los instrumentos ambientales, de ser el caso.