



Instituto Costarricense de Electricidad Proyecto Hidroeléctrico Reventazón

Plan de Acción Ambiental y Social

PLAN DE MANEJO ADAPTATIVO DE SEDIMENTOS Y CALIDAD DE AGUA: PROTOCOLO DE MONITOREO

Noviembre 2014
Código: PAAS-3-3.1-2 Versión: 1

Instituto Costarricense de Electricidad
Proyecto Hidroeléctrico Reventazón
Siquirres, Limón, Costa Rica

Teléfono: (506) 2799-7000

Fax: (506) 2799-7171

www.grupoice.com



Contactar con:

Ing L. Allan Retana Calvo

Correo electrónico: LRetanaC@ice.go.cr

Teléfono: (506) 2799-7167

N de Rev.	Fecha de Rev.	Contenido/Acuerdo	Prepara/Modifica	Aprueba
1	14/08/2015	Publicar	Fermín Vargas Cabezas	Rodríguez Meza Carlos Roberto

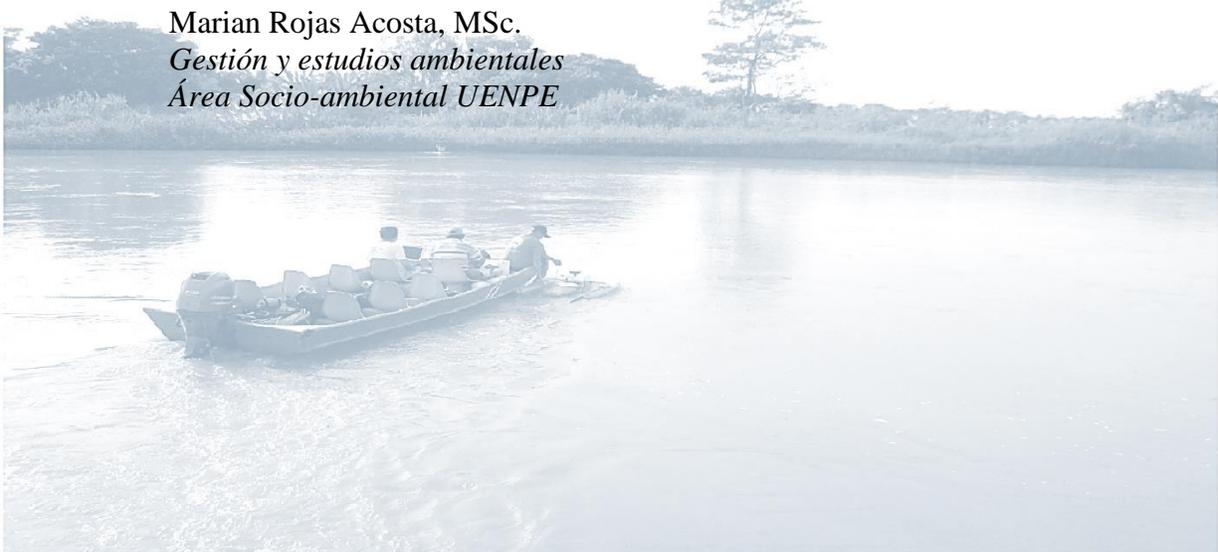
Plan de Manejo Adaptativo de Sedimentos y Calidad de Agua del Sistema Hidrobiológico Reventazón – Parismina – Tortuguero: Protocolo de monitoreo

Equipo Técnico:



Carlos Rodríguez Meza, Ing.
Coordinador Área Socio-ambiental UENPE

Fermín Vargas Cabezas, MSc.
*Manejo de cuencas hidrográficas y GIS
Proyecto Hidroeléctrico Reventazón*



Marian Rojas Acosta, MSc.
*Gestión y estudios ambientales
Área Socio-ambiental UENPE*

	PLAN DE MANEJO ADAPTATIVO DE SEDIMENTOS Y CALIDAD DE AGUA: PROTOCOLO DE MONITOREO	Versión1 (14/08/2015)	Código: PAAS-3-3.1-2
		Página 4 de 66	

CONTENIDO

1	CONTEXTO GENERAL	7
2	PROTOCOLO DE MONITOREO SHIRPT	7
2.1	UBICACIÓN	7
2.2	EVALUACIÓN HIDROMORFOLÓGICO (HMF)	8
2.2.1	<i>Tipificación de valles y establecimiento de tramos de referencia</i>	9
2.2.2	<i>Clasificación, estabilidad y evolución del cauce</i>	11
2.3	INDICADORES DE LA CALIDAD FUNCIONAL DEL SISTEMA FLUVIAL (ICFSF)	16
2.3.1	<i>Calidad funcional hidrológica</i>	16
2.3.2	<i>Calidad funcional del ecosistema acuático</i>	27
2.3.3	<i>Calidad funcional del cauce</i>	36
2.3.4	<i>Calidad funcional de las riberas</i>	42
2.3.5	<i>Calidad funcional para uso social</i>	51
2.3.6	<i>Valoración de los ICFSF</i>	54
3	BIBLIOGRAFÍA	54
4	ANEXOS	55
4.1	INSTRUMENTOS DE CAMPO A UTILIZAR EN LOS MONITOREOS	55
4.2	HOJA DE CAMPO PARA SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN	57
4.3	PLANTILLA AFOROS	58
4.4	PLANTILLA PARA LA VALORACIÓN DEL ICFSF	59
4.5	FRECUENCIA DE MONITOREO	60
4.6	INSECTOS ACUÁTICOS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN	61
4.7	SITIOS DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA	64

	PLAN DE MANEJO ADAPTATIVO DE SEDIMENTOS Y CALIDAD DE AGUA: PROTOCOLO DE MONITOREO	Versión1 (14/08/2015)	Código: PAAS-3-3.1-2
		Página 5 de 66	

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Mapa de ubicación de los sitios de monitoreo del PMAS - SHIRPT.</i>	8
<i>Figura 2. Esquema representativo de los tramos de monitoreo hidrológico, biológico y calidad de agua.</i>	11
<i>Figura 3. Claves para la clasificación Rosgen de ríos naturales. Como una función de la "variable física continua" en los tramos. Valores de la relación de encajonamiento y sinuosidad pueden variar por +/-0,2 unidades, mientras que los valores de ancho/profundidad pueden variar por +/-2,0 unidades.</i>	12
<i>Figura 4. Ciclo de evolución de un cauce, partiendo de una condición y retornando a la misma.</i>	15
<i>Figura 5. Ciclo de evolución de un cauce, partiendo de una condición y finalizando en otra condición.</i>	15
<i>Figura 6. Tipos de distribución de sedimentos.</i>	18
<i>Figura 7. Ubicación de los sitios de monitoreo de calidad de agua.</i>	28
<i>Figura 8. Perfil longitudinal del tramo navegable de río Reventazón.</i>	51

Índice de cuadros

<i>Cuadro 1. Clasificación de tipos de valle de acuerdo a Rosgen.</i>	9
<i>Cuadro 2. Evaluación de la calidad funcional hidrológica por tipos de valles en el sistema fluvial.</i>	20
<i>Cuadro 3. Valoración del Índice Holandés.</i>	29
<i>Cuadro 4. Interpretación del Índice Holandés.</i>	29
<i>Cuadro 5. Valoración del ICA.</i>	30
<i>Cuadro 6. Valoración del Índice BMWP-CR.</i>	31
<i>Cuadro 7. Sitios de monitoreo de peces.</i>	31
<i>Cuadro 8. Evaluación de la calidad funcional del ecosistema acuático.</i>	32
<i>Cuadro 9. Evaluación de la calidad funcional del cauce.</i>	38
<i>Cuadro 10. Evaluación de la calidad funcional de la ribera.</i>	44
<i>Cuadro 11. Evaluación de la calidad funcional para uso social.</i>	52
<i>Cuadro 12. Valoración del ICFSF.</i>	54

	PLAN DE MANEJO ADAPTATIVO DE SEDIMENTOS Y CALIDAD DE AGUA: PROTOCOLO DE MONITOREO	Versión1 (14/08/2015)	Código: PAAS-3-3.1-2
		Página 6 de 66	

ABREVIATURAS

BPA:	Boca Parismina
CBL:	Caño Blanco
CPA:	Confluencia Parismina
CRP:	Confluencia Río Peje
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxígeno
EHH:	Estación Hidrológica Hamburgo
GIS:	Geografic Information System
HMF:	Hidromorfológico
ICFSF:	Indicadores de Calidad Funcional del Sistema Fluvial
ICA:	Índice de Calidad del Agua
IHMF:	Índice para la evaluación de la calidad Hidromorfológica
JAL:	Laguna Jaloba
LJU:	Las Juntas
LCH:	Los Chorros
MCA:	Mirador La Castellana
N-NH ₄ :	Nitrógeno Amoniacal
PAAS:	Plan de Acción Ambiental y Social
PMA:	Plan de Manejo Adaptativo
PSO:	Porcentaje Saturación de Oxígeno
RPH:	Antes de Restitución Casa Máquinas
SHIRPT:	Sistema Hidrobiológico Reventazón Parismina Tortuguero
SAL:	San Alberto

	PLAN DE MANEJO ADAPTATIVO DE SEDIMENTOS Y CALIDAD DE AGUA: PROTOCOLO DE MONITOREO	Versión1 (14/08/2015)	Código: PAAS-3-3.1-2
		Página 7 de 66	

1 Contexto general

Una vez lleno el embalse, el río se comportará de manera diferente en cuanto a su régimen de flujo, balance y transporte de sedimentos, especialmente durante los primeros 20 años de funcionamiento. Se prevé que el balance actual de sedimentos (previo al PH Reventazón) cambiará: será transportada una menor cantidad de sedimentos a los tramos más bajos y ocurrirá una menor deposición, resultando en una mayor erosión de los tramos inferiores del río, almacenamiento de sedimentos en el embalse detrás de la presa y el aumento de la profundidad del río aguas abajo de la presa (IE-ERM 2012). La alteración del flujo del río, provocaría pérdida de hábitat, reducción de la biodiversidad acuática, pérdida de conectividad estructural, funcional y desequilibrio en la dinámica natural del río.

A raíz de estas posibles afectaciones, el presente trabajo tiene por objetivo a través del Plan de Acción Ambiental y Social (PAAS), que ejecuta el Proyecto Hidroeléctrico Reventazón - ICE; desarrollar un programa de monitoreo continuo para comprender los problemas relacionados con la calidad del agua y la sedimentación resultantes de la operación y mantenimiento del embalse, antes (línea base) y después de la operación del mismo en el cauce del río Reventazón. Parte de ello, es la elaboración del “Protocolo de monitoreo”, que está basado en la evaluación de Indicadores de Calidad Funcional del Sistema Fluvial (ICFSF). En este, se definen los indicadores y variables de seguimiento y valoración, que nos permitirán detectar cambios, con base a los umbrales al que están asociados para una condición natural y la escala de calificación de acuerdo a estándares conocidos.

2 Protocolo de monitoreo SHIRPT

2.1 Ubicación

El Sistema Hidrobiológico Reventazón – Parismina – Tortuguero, se encuentra ubicada en la Vertiente del Caribe, parte media y baja de la cuenca del río Reventazón, entre las coordenadas geográficas de proyección CRTM05, longitud este 545477 a 572811 y latitud norte 1113421 a 1145339, abarcando principalmente la provincia de Limón (figura 1). Este tramo se encuentra entre las cotas 265 y 0 msnm y tiene una longitud de 72,00 km, medidos a lo largo del río.

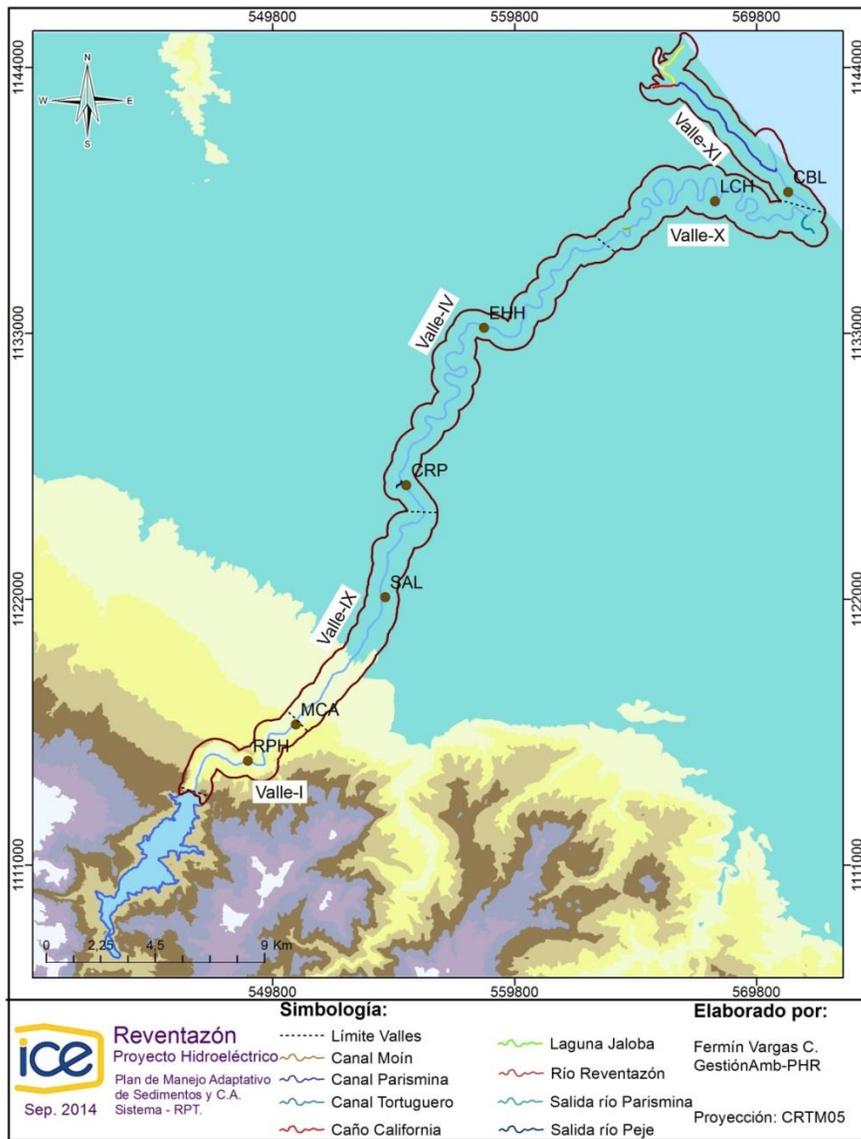


Figura 1. Mapa de ubicación de los sitios de monitoreo del PMAS - SHIRPT.

2.2 Evaluación hidromorfológica (HMF)

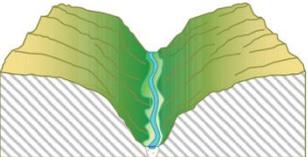
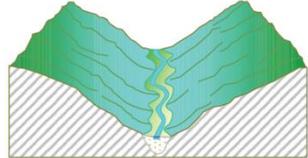
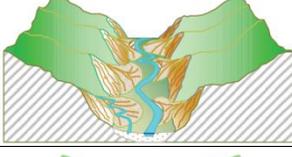
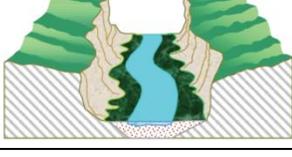
De acuerdo a Ollero et al (2009), la valoración de un sistema fluvial puede abordarse desde diferentes puntos de vista. El objetivo de la evaluación puede ser la determinación del estado ecológico, la definición de medidas de restauración o rehabilitación, la conservación de corredores ribereños, la ordenación del territorio, la gestión sostenible del agua, la zonificación en función del grado de riesgo, etc. Cuando se diseñan indicadores de valoración se intenta que sea útil para cualquiera de los objetivos expuestos, o para todos ellos en conjunto.

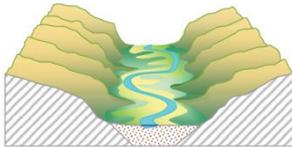
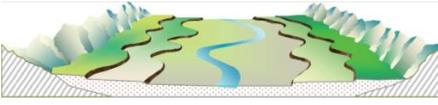
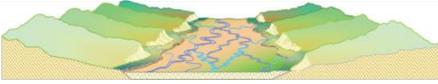
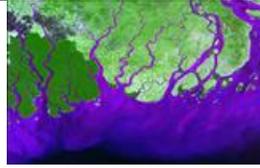
En esta sección, se introducen indicadores basados sobre la calidad funcional del sistema fluvial, que determina su condición natural y su evolución o cambios a ocurrir a lo largo del tiempo; para la toma de decisiones a la hora de implementar acciones de corrección, mitigación y adaptación. Lo más importante para la evaluación y análisis, es el monitoreo de indicadores a lo largo del tiempo con visita regular al campo, a fin de tener en cuenta los cambios y tendencias de la estabilidad del río, con base a una condición conocida o referencial (línea base).

2.2.1 Tipificación de valles y establecimiento de tramos de referencia

Para la tipificación de valles se sugiere utilizar la metodología de Rosgen o cualquier otra metodología de clasificación. En el presente documento, se utiliza la metodología Rosgen porque estratifica la topografía por tipos de valles, de acuerdo a su forma, pendiente y material; según este investigador, debido a que todos los ríos se encuentran dentro de una amplia gama de tipos de valle o condiciones topográficas, no presentan características similares; morfológicas, sedimentológicas, hidráulicas, o biológicas, por tal razón es necesario agruparlos en ríos de similares características (NEH 2007b). Es así que los tipos de ríos deben en una primera instancia estratificarse por tipos de valles, los cuáles según Rosgen se clasifican en 11 tipos (cuadro 1):

Cuadro 1. Clasificación de tipos de valle de acuerdo a Rosgen.

Tipo de Valle	Descripción	Tipos de ríos	Esquema
I	Empinadas, confinados, cañones en forma de muescas-V, laderas laterales rejuvenecidas de más de 2% de pendiente, a menudo con alto aporte de sedimentos.	Aa+, A, G	
II	Moderadamente escarpado, con laderas de pendiente suave, con frecuencia en valles coluviales, pendiente de aproximadamente 4%.	B, G	
III	Abanicos aluviales y conos de deyección, pendiente mayor a 2%.	A, B, F, G, D	
IV	Cañones de suave pendiente, gargantas, valles aluviales y confinadas con sustrato de fondo controladas.	C, F	

V	Moderadamente empinadas, en forma de U valles glacial-parabólicos, pendiente menor 4%.	C, D, F, G	
VI	Moderadamente empinada, fallas, unidos a una roca madre (estructura), debido a cambios en el material geológico, pendiente inferior al 4%, y el aporte de sedimentos por lo general es baja.	Aa+, A, B, C, F, G	
VII	Empinados, terreno de forma escarpada, fluviales disecados, de alta densidad de drenaje de laderas aluviales, con alto aporte de sedimentos.	Aa+, A, G	
VIII	Amplia ladera, valle de pendiente suave, con llanura de inundación bien desarrollada, adyacente al río y/o terrazas glaciales.	C, D, E, F, G	
IX	Amplio, pendientes moderadas a suaves, asociados con glaciares de transición y/o dunas de arena eólicas.	C, D, F	
X	Se encuentra en las llanuras aluviales costeras y llanuras aluviales, valle muy amplio y suave pendiente, asociadas con glaciares y no glaciares-depósitos lacustres, indicados por los pantanos y otros humedales.	C, DA, D, E, F, G	
XI	Se encuentra en deltas (desembocaduras) fluviales y zonas intermareales. Pendientes muy bajas, con sedimentos cohesivos y diques naturales. Áreas caracterizadas como alargada, lobulada, ondas y mareas dominantes.	C, D, DA, E	

Una vez tipificados los valles, se deben diseñar los tramos de referencia en el río. Este tramo representa la condición del río en su estado natural, para que paralelamente o posterior, como es el caso de los Planes de Manejo Adaptativo (PMA), se establezcan tramos de monitoreo en ríos intervenidos o afectados; para que posteriormente puedan ser evaluadas o comparadas.

Pueden establecerse 1 o más tramos de referencia por cada tipo de valle, dependiendo de las condiciones del río. Estos tramos que se utilizarán para los monitoreos hidromorfológicos, calidad de agua y biológico, deben ser representativos del valle, de aproximadamente 10 veces el ancho del

río en cauces rectilíneos, y en cauces de alta sinuosidad (meandríticos), se deben cubrir al menos 2 meandros. En cada tramo, se deben establecer 3 secciones con el fin evaluar la variables indicadas anteriormente (figura 2).

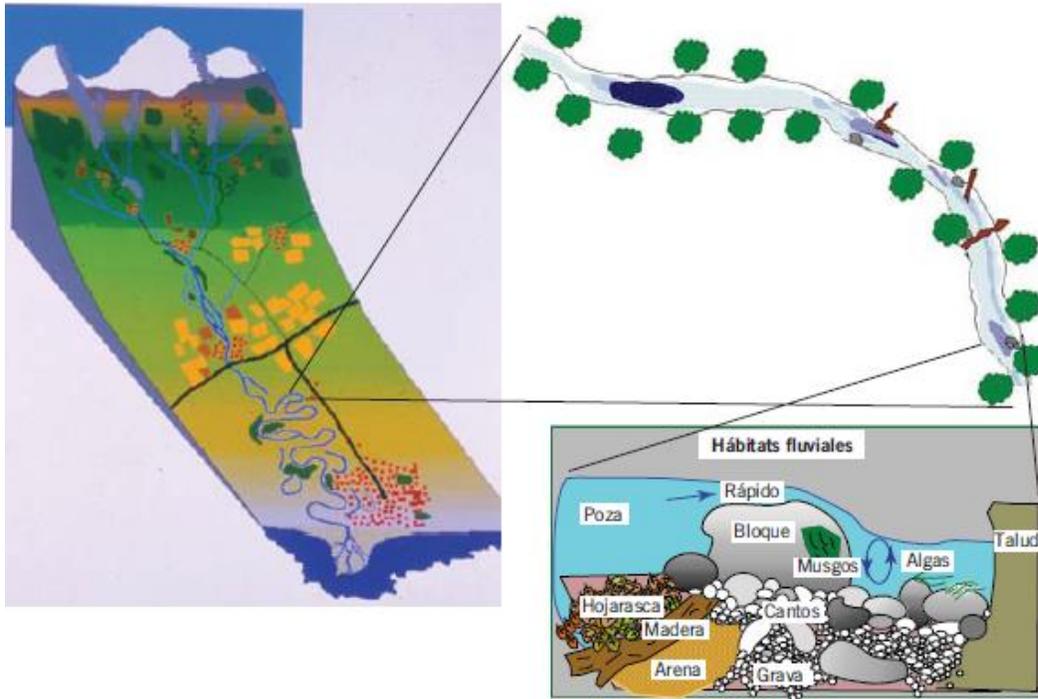


Figura 2. Esquema representativo de los tramos de monitoreo hidrológico, biológico y calidad de agua.

2.2.2 Clasificación, estabilidad y evolución del cauce

Un canal estable para mantener su patrón, perfil y dimensión, va a distribuir el flujo de sedimentos. La estabilidad de un cauce está influenciada por factores de carácter hidrológico, biológico, ecológico y humano que ocurren en el propio cauce y cuenca. Cuando un canal conserva su estabilidad por sí misma, tiene un buen estado ecológico y se considera estar funcionando en su máximo potencial (Ollero et al 2009).

Para la evaluación de esta condición en cada tipo de valle o tramo de referencia se debe seguir los siguientes pasos:

a) Clasificación de ríos

Se sugiere utilizar la metodología Rosgen, donde la clasificación debe llevar letras y números para describir la HMF del río, como ser: patrón, perfil, dimensión y el sustrato (figura 3).

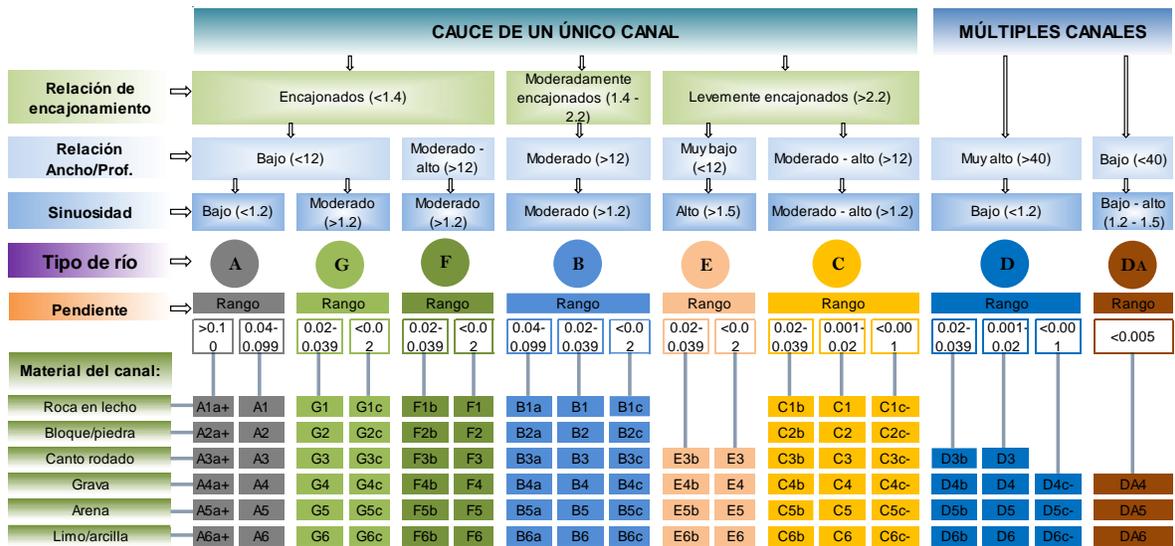


Figura 3. Claves para la clasificación Rosgen de ríos naturales. Como una función de la "variable física continua" en los tramos. Valores de la relación de encajonamiento y sinuosidad pueden variar por +/-0,2 unidades, mientras que los valores de ancho/profundidad pueden variar por +/- 2,0 unidades.

Los parámetros a estimar y nivel de condición, para la clasificación de ríos, deben realizarse utilizando las siguientes ecuaciones y/o relaciones:

▪ **Relación de encajonamiento:**

$$RE = \frac{API}{ABLL}$$

Dónde:

RE: es la relación de encajonamiento o contención vertical de un río.

API: ancho propenso a la inundación

ABLL: ancho del cauce a banco lleno

Nivel RE	Condición
0 – 1.4	Encajonados
1.4 – 2.2	Moderadamente encajonados
> 2.2	Levemente encajonados

▪ **Relación ancho profundidad:**

$$RAP = \frac{ABLL}{PMdBLL}$$

Dónde:

RAP: es la relación de ancho profundidad

ABLL: ancho del cauce a banco lleno

PMdBLL: profundidad media a banco lleno

Nivel RAP	Condición
0 - 12	Bajo
12 - 40	Moderado
> 40	Alto

▪ **Sinuosidad:**

$$Sn = \frac{LR}{LV}$$



Dónde:

Sn: sinuosidad, valor mínimo que puede tener es 1 (río rectilíneo)

LR: longitud del río

LV: longitud del valle

Nivel Sn	Condición
1 - 1.05	Rectilíneo
1.05 - 1.5	Sinuoso
> 1.5	Meandriforme

▪ **Pendiente:**

$$PV = \frac{(Elev\ 1 - Elev2)}{LV}$$

Dónde:

PV: pendiente del valle, resulta de dividir la diferencia en elevación de la superficie del agua, entre la longitud del valle (LV).

▪ **Material del canal:**

Se debe evaluar los porcentajes de material existente en el canal, y se debe elegir el tipo de material predominante (>50%), con base a la siguiente clasificación:

Tipo material	Diámetro (mm)	Descripción
Limo/arcilla	0 – 0.062	% de material existente en el tramo del cauce. Tanto de pozas como rápidos.
Arena	0.062 - 2	% de material existente en el tramo del cauce. Tanto de pozas como rápidos.
Grava	2 - 64	% de material existente en el tramo del cauce. Tanto de pozas como rápidos.
Canto rodado	64 - 256	% de material existente en el tramo del cauce. Tanto de pozas como rápidos.
Bloques/piedras	256 - 2048	% de material existente en el tramo del cauce. Tanto de pozas como rápidos.
Roca en lecho	-	% de roca existente en el tramo del cauce. Tanto de pozas como rápidos.

b) Estabilidad y evolución del cauce

Después de la clasificación del río, observación y mediciones de campo (monitoreos), de las condiciones hidrológicas y morfológicas (patrón, perfil, dimensión y sustrato del río), expuestos en paso anterior, sigue la evaluación de la estabilidad y tendencia del cauce. Un canal estable mantendrá su patrón morfológico, perfil y dimensión, con erosión y deposición por debajo de niveles excesivos de degradación y agradación (Rosgen 2009).

En esta sección, se introducen indicadores basados sobre el campo de la estabilidad. Lo más importante para la evaluación y análisis, es el monitoreo de indicadores a lo largo del tiempo con visita regular al campo, a fin de tener en cuenta los cambios y tendencias de la estabilidad del río, con base a una condición conocida o de referencia (línea base).

De acuerdo a Rosgen (2009), un cauce de un tipo “X”, a través de una serie de sucesiones a causa de diferentes factores como: degradación, agradación, relación de ancho - profundidad, disminución de la sinuosidad, aumento de la pendiente y el cambio en la distribución de los sedimentos en el cauce, puede volver (retorno) o no (salida) a su estado inicial. En la siguiente figura, se ilustra de cómo un tipo de río E4 podría cambiar a lo largo del tiempo, de acuerdo al tipo de alteración ocasionada al cauce y retornar a su estado inicial “E4”.

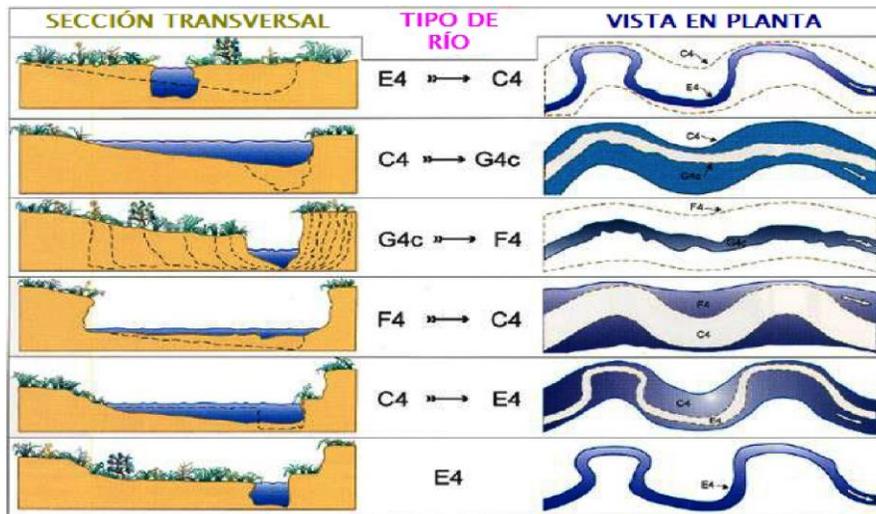


Figura 4. Ciclo de evolución de un cauce, partiendo de una condición y retornando a la misma.

En la siguiente figura se observa un cauce con una condición de salida. En esta figura se observa cómo un cauce de tipo E4, a través de una serie de cambios hidromorfológicos y sedimentológicos, adopta un cauce de tipo D4.

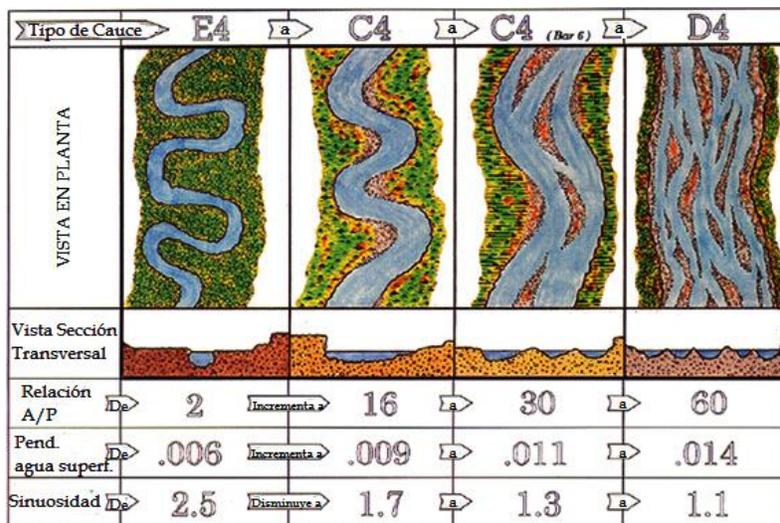


Figura 5. Ciclo de evolución de un cauce, partiendo de una condición y finalizando en otra condición.

Para la evaluación de la estabilidad y evolución del cauce, se debe realizar una valoración año tras año, con base a la condición inicial o de referencia. Se deben considerar, además de los indicadores para la clasificación de ríos de Rosgen (paso anterior), el análisis de imágenes aéreas y satelitales. El análisis de las imágenes, sirven para conocer el comportamiento de la morfología del cauce (sinuosidad, patrones morfológicos y alineamiento horizontal del río), distribución de sedimentos y

	PLAN DE MANEJO ADAPTATIVO DE SEDIMENTOS Y CALIDAD DE AGUA: PROTOCOLO DE MONITOREO	Versión1 (14/08/2015)	Código: PAAS-3-3.1-2
		Página 16 de 66	

vegetación ribereña, se la debe realizar con regularidad cada 2 años o cuando se presente algún evento o situación extrema que podría ocasionar cambios.

2.3 Indicadores de la Calidad Funcional del Sistema Fluvial (ICFSF)

En esta sección se evaluará la calidad del río Reventazón (aguas abajo del sitio de restitución) para cada tipo de valle, elemento funcional y en forma global. Estos indicadores, combinan en parte con la metodología de Ollero et al. “Índice para la evaluación de la calidad hidromorfológica de sistemas fluviales (IHMF)”, que el mismo incluye una serie de indicadores que definen la calidad del cauce de forma integral, tomando en cuenta principios hidromorfológicos de restauración fluvial y la metodología de Rosgen. La metodología de Ollero et al. se desarrolló en España y fue aplicado específicamente en la cuenca del Ebro.

Para el caso del río Reventazón, se ha diseñado una plantilla de valoración ICFSF con una serie de indicadores adecuados a la condición natural hidrológica del mismo, y considerando realizar el seguimiento de estos indicadores una vez opere el embalse. Es así que estos indicadores están establecidos por umbrales para una condición natural actual del río Reventazón y de cómo éstos podrían ir cambiando con el transcurso de los años, estableciendo una nueva condición de equilibrio. Cualquier cambio a ocurrir en estos indicadores una vez opere el embalse, la calidad ICFSF baja, porque el río estaría perdiendo su condición natural; no obstante este cambio podría considerarse como positivo, previa valoración de los demás elementos de calidad.

A continuación se mencionan cada uno de los elementos que componen el ICFSF:

2.3.1 Calidad funcional hidrológica

Está conformado por 3 indicadores:

a) Caudal:

Se debe realizar una revisión de las entradas y salidas del régimen de caudal a banco lleno histórico y actual, antes de operación del embalse. Para ello, se deben establecer sitios estratégicos de monitoreo hidrológico, considerando el efecto de la futura presa, derivaciones, acequias, trasvases, aportes de afluentes naturales o antrópicas, etc. También se debe analizar aspectos que conciernen a la cuenca hidrográfica, como: área de drenaje, curvas de descarga, curva de duración, etc.

Ecuación:

$$CBLL = Abll * Pmdbll * Vmbll$$



	PLAN DE MANEJO ADAPTATIVO DE SEDIMENTOS Y CALIDAD DE AGUA: PROTOCOLO DE MONITOREO	Versión1 (14/08/2015)	Código: PAAS-3-3.1-2
		Página 17 de 66	

Dónde:

CBLL: Caudal a Banco lleno; flujo volumétrico que llena el canal de cauce lleno, más allá de esto el flujo se derrama sobre la llanura de inundación. Cauce lleno es la caudal que mantiene y le da forma al canal del río.

Abll: ancho a banco lleno

Pmdbll: profundidad media a banco lleno

Vmbll: velocidad media a banco lleno

Para la evaluación del ICFSF se debe considerar el caudal aforado en cada campaña, posteriormente se debe evaluar el comportamiento del régimen fluvial con base al cuadro 2; donde a un sistema fluvial cuyo funcionamiento hidrológico natural es adecuado se le asigna una “condición azul”.

b) Disponibilidad y movilidad de sedimentos

La función básica natural de un sistema fluvial es, junto con el transporte hídrico, la movilización de sedimentos aguas abajo. En este apartado el evaluador debe preguntarse si lleva el río todos los sedimentos que puede llevar y parece capaz de transportarlos.

Se deben localizar y georeferenciar: sitios de dragados, distribución de material, extracción de materiales e infraestructuras que obstruyan la movilidad natural de sedimentos, distribución y características deposicionales (figura 6). También se deben realizar monitoreos periódicos para el análisis de la variabilidad granulométrica. Construir por tramos de referencias, relaciones de caudal vs sedimentos.

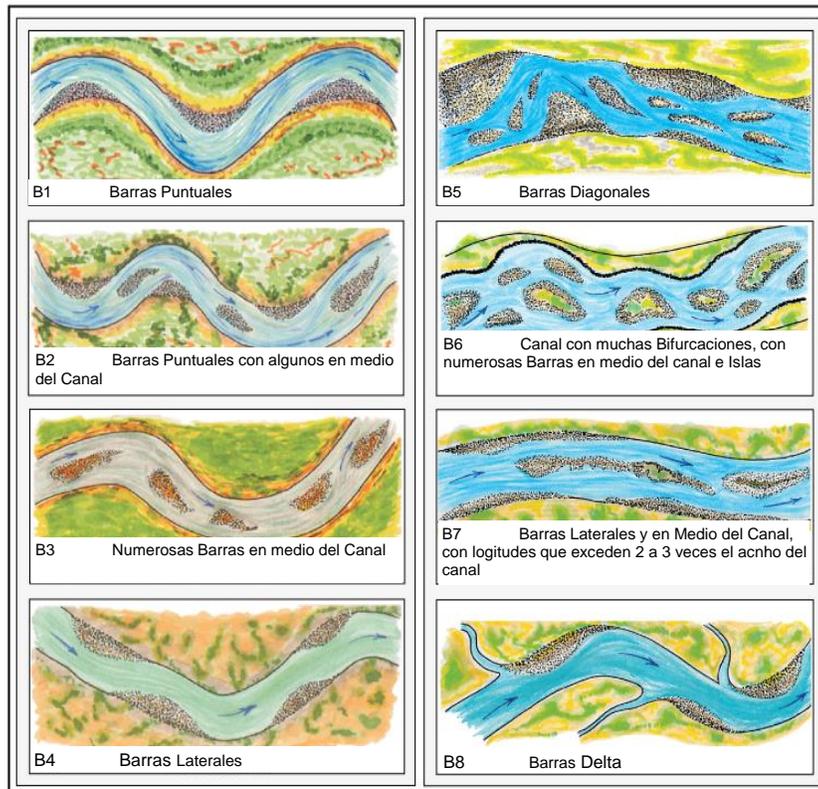


Figura 6. Tipos de distribución de sedimentos.

c) Funcionalidad de la llanura de inundación

El evaluador debe preguntarse si puede el río desbordarse sin problemas en la llanura de inundación del tramo fluvial a estudio. Si el curso fluvial es encajado y carece de llanura de inundación se analiza como espacio inundable el propio cauce encajado, comprobando en sus orillas escarpadas o vertientes limitantes si no tiene obstáculos que dificulten la elevación natural (in-flood) del nivel de la corriente con la crecida.

Se debe localizar, georeferenciar y realizar un levantamiento topográfico de: obras de defensa como diques, u otras de obras de contención lateral, identificación de su estado y superficies impermeabilizadas (tecnologías de construcción de obras de contención). Se debe buscar rastros de desbordamientos, dragados e incisión en el lecho del río.

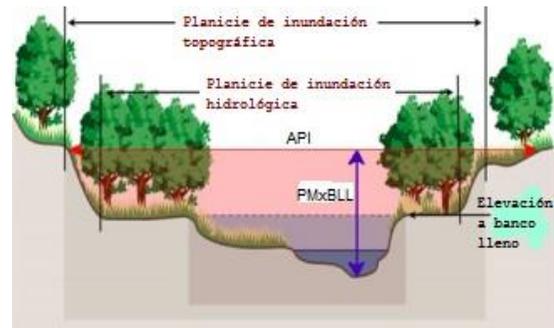
-Se debe estimar el ancho propenso a la inundación:

$$API = 2 * PMxBLL$$

Dónde:

API: ancho propenso a la inundación

PMxBLL: profundidad máxima a banco lleno



-Se debe estimar la relación de encajonamiento

$$RA = \frac{API}{ABLL}$$

Dónde:

RA: relación de atrincheramiento o encajonamiento

API: ancho propenso a la inundación

ABLL: ancho banco lleno

-Se debe estimar la relación ancho/profundidad

$$RAP = \frac{ABLL}{PMdBLL}$$

Dónde:

RAP: relación ancho profundidad

PMdBLL: profundidad media banco lleno

Los 3 indicadores mencionados en anteriores párrafos, se deben valorar con base a la tabla de valoración presentada en hoja de Excel, que la misma, a continuación se detalla su forma de valorar y además se proponen acciones por indicador y variable:



Cuadro 2. Evaluación de la Calidad Funcional Hidrológica por tramos en el sistema fluvial.

Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
1	Caudal	Caudal	Mensual	-Condición azul: Caudal entre 110-170m ³ /s -Condición verde: Caudal entre 170-270m ³ /s y 90-110 m ³ /s -Condición amarillo: Caudal entre 270-370m ³ /s y 70-90 m ³ /s -Condición naranja: Caudal entre 370-563m ³ /s y 45-70 m ³ /s -Condición rojo: Caudal entre >563m ³ /s y <45 m ³ /s	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Maniobras en el embalse -Maniobras en el embalse -Maniobras en el embalse
		Velocidad	Mensual	-Condición azul: Velocidad entre.....m ³ /s -Condición verde: Velocidad entre.....m ³ /s -Condición amarillo: Velocidad entre.....m ³ /s -Condición naranja: Velocidad entre.....m ³ /s -Condición rojo: Velocidad.....m ³ /s	
	Disponibilidad de sedimentos	Sedimento de fondo	Mensual	-Condición azul: D50 entre.....mm -Condición verde: D50 entre.....mm -Condición amarillo: D50 entre.....mm -Condición naranja: D50 entre.....mm -Condición rojo: D50.....mm	
		Sedimento suspendido	Mensual	-Condición azul: Sedimento susp. entreppm -Condición verde: Sedimento susp. entre.....ppm -Condición amarillo: Sedimento susp. entre.....ppm -Condición naranja: Sedimento susp. entre.....ppm -Condición rojo: Sedimento susp.ppm	
	Movilidad de material	Material en canal	Anual	-Condición azul: D50 entre 170-210mm -Condición verde: D50 entre 210-220mm -Condición amarillo: D50 entre 220-230mm -Condición naranja: D50 entre 230-250mm -Condición rojo: D50 <100 y >250mm	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento
		Movilidad y distribución	Anual	-Condición azul: =B1-B2 -Condición verde: >B2 -Condición amarillo: >B3 -Condición naranja: >B4 -Condición rojo: >B6	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento
		Ancho banco lleno	Anual	-Condición azul: Ancho entre 150-178m -Condición rojo: >178 y <150m	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación de la sección
		Ancho	Anual	-Condición azul: entre 178-250m	-Monitoreo y seguimiento



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
	Funcionalidad de llanura de inundación	propenso a inundación		-Condición rojo: >250 y <178m	-Evaluación de la sección
		Profundidad media banco lleno	Anual	-Condición azul: entre 3,3-4m -Condición rojo: >4 y <3,3m	-Monitoreo y seguimiento -Valoración de la sección
		Relación de encajonamiento	Anual	-Condición azul: entre 1,2-1,4 -Condición rojo: >1,4 y <1,2	-Monitoreo y seguimiento -Valoración de la sección
		Relación ancho/prof.	Anual	-Condición azul: entre 48-92 -Condición rojo: >92 y <48	-Monitoreo y seguimiento -Valoración de la sección
2	Caudal	Caudal	Mensual	-Condición azul: Caudal entre.....m ³ /s -Condición verde: Caudal entre.....m ³ /s -Condición amarillo: Caudal entre.....m ³ /s -Condición naranja: Caudal entre.....m ³ /s -Condición rojo: Caudal entre.....m ³ /s	
		Velocidad	Mensual	-Condición azul: Velocidad entrem ³ /s -Condición verde: Velocidad entre.....m ³ /s -Condición amarillo: Velocidad entre.....m ³ /s -Condición naranja: Velocidad entre.....m ³ /s -Condición rojo: Velocidad.....m ³ /s	
	Disponibilidad de sedimentos	Sedimento de fondo	Mensual	-Condición azul: D50 entre.....mm -Condición verde: D50 entre.....mm -Condición amarillo: D50 entre.....mm -Condición naranja: D50 entre.....mm -Condición rojo: D50.....mm	
		Sedimento suspendido	Mensual	-Condición azul: Sedimento susp. entre.....ppm -Condición verde: Sedimento susp. entre.....ppm -Condición amarillo: Sedimento susp. entre.....ppm -Condición naranja: Sedimento susp. entre.....ppm -Condición rojo: Sedimento susp.....ppm	
	Movilidad de	Material en canal	Anual	-Condición azul: D50 entre 90-113mm -Condición verde: D50 entre 113-125mm -Condición amarillo: D50 entre 125-135mm -Condición naranja: D50 entre 135-150mm -Condición rojo: D50 <60 y >150mm	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
	material	Movilidad y distribución	Anual	-Condición azul: \geq B5 -Condición verde: $>$ B6 -Condición amarillo: $=$ B4 -Condición naranja: $=$ B3 -Condición rojo: $>$ B7 y \leq B2	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento
	Funcionalidad de llanura de inundación	Ancho banco lleno	Anual	-Condición azul: Ancho entre 250-286,48m -Condición rojo: $>$ 286,48 y $<$ 250m	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación de la sección
		Ancho propenso a inundación	Anual	-Condición azul: entre 3750-4000m -Condición rojo: $>$ 4000 y $<$ 3750m	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación de la sección
		Profundidad media banco lleno	Anual	-Condición azul: entre 2,6 -3,2m -Condición rojo: $>$ 3,2 y $<$ 2,6m	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación de la sección
		Relación de encajonamiento	Anual	-Condición azul: entre 12-13,09 -Condición rojo: $>$ 13,09 $<$ 12	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación de la sección
		Relación ancho/prof.	Anual	-Condición azul: entre 99-150 -Condición rojo: $>$ 150 y $<$ 99	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación de la sección
3	Caudal	Caudal	Mensual	-Condición azul: Caudal entre 115-250m ³ /s -Condición verde: Caudal entre 250-318m ³ /s y 84-115 m ³ /s -Condición amarillo: Caudal entre 318-387m ³ /s y 53-84 m ³ /s -Condición naranja: Caudal entre 387-456m ³ /s y 22-53 m ³ /s -Condición rojo: Caudal $>$ 456m ³ /s y $<$ 22 m ³ /s	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Evaluación del caudal -Evaluación del caudal
		Velocidad	Mensual	-Condición azul: Velocidad entre 0,8-1m ³ /s -Condición verde: Velocidad entre 1-1,04 y 0,68-0,8 m ³ /s -Condición amarillo: Velocidad entre 1,04-1,09 y 0,56-0,68m ³ /s -Condición naranja: Velocidad entre 1,09-1,14 y 0,44-0,56m ³ /s -Condición rojo: Velocidad $>$ 1,14 y $<$ 0,44m ³ /s	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Evaluación -Evaluación
	Disponibilidad de sedimentos	Sedimento de fondo	Mensual	-Condición azul: D50 entre 0,5-0,6mm -Condición verde: D50 entre 0,4-0,5mm -Condición amarillo: D50 entre 0,3-0,4mm -Condición naranja: D50 entre 0,2-0,3mm -Condición rojo: D50 $>$ 0,6 y $<$ 0,2mm	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Evaluación del sedimento



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar	
		Sedimento suspendido	Mensual	-Condición azul: Sedimento susp. entre 100-394ppm -Condición verde: Sedimento susp. entre 90-100ppm -Condición amarillo: Sedimento susp. entre 80-90ppm -Condición naranja: Sedimento susp. entre 70-80ppm -Condición rojo: Sedimento susp. >394 y <70ppm	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Evaluación -Evaluación del sedimento	
		Movilidad de material	Material en canal	Anual	-Condición azul: D50 entre 0,5-0,6mm -Condición verde: D50 entre 0,6-0,63mm y 0,45-0,5mm -Condición amarillo: D50 entre 0,63-0,66mm y 0,4-0,45mm -Condición naranja: D50 entre 0,66-0,7mm y 0,35 y 0,4mm -Condición rojo: D50 >0,7 y <0,35mm	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Evaluación -Evaluación del material
	Movilidad y distribución		Anual	-Condición azul: ≤B4 -Condición verde: =B5 -Condición amarillo: =B6 -Condición naranja: =B7 -Condición rojo: =B8	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento	
	Funcionalidad de llanura de inundación	Ancho banco lleno	Anual	-Condición azul: Ancho entre 88-92m -Condición rojo: >92 y <88m	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación de la sección	
		Ancho propenso a inundación	Anual	-Condición azul: entre 350-360m -Condición rojo: >360 y <350m	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación de la sección	
		Profundidad media banco lleno	Anual	-Condición azul: entre 3,6-4m -Condición rojo: >4 y <3,6m	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación de la sección	
		Relación de encajonamiento	Anual	-Condición azul: entre 3,7-4 -Condición rojo: >4 y <3,7	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación de la sección	
		Relación ancho/prof.	Anual	-Condición azul: entre 22-26 -Condición rojo: >26 y <22	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación de la sección	
	4	Caudal	Caudal	Mensual	-Condición azul: Caudal entre 80-143m ³ /s -Condición verde: Caudal entre 143-153m ³ /s y 67-80 m ³ /s -Condición amarillo: Caudal entre 153-163m ³ /s y 54-67 m ³ /s -Condición naranja: Caudal entre 163-175m ³ /s y 36-54 m ³ /s -Condición rojo: Caudal entre >175m ³ /s y <36 m ³ /s	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento
			Velocidad	Mensual	-Condición azul: Velocidad entre 0,7-0,93m ³ /s -Condición verde: Velocidad entre 0,67-0,7m ³ /s	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
	Disponibilidad de sedimentos			-Condición amarillo: Velocidad entre 0,64-0,67m ³ /s -Condición naranja: Velocidad entre 0,61-0,64m ³ /s -Condición rojo: Velocidad <0,61 y >0,93m ³ /s	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento
		Sedimento de fondo	Mensual	-Condición azul: D50 entre 0,19-0,35mm -Condición verde: D50 entre 0,17-0,19mm -Condición amarillo: D50 entre 0,15-0,17mm -Condición naranja: D50 entre 0,13-0,15mm -Condición rojo: D50 <0,13 y >0,35mm	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Evaluación -Evaluación
		Sedimento suspendido	Mensual	-Condición azul: Sedimento susp. entre 143,33-553,33ppm -Condición verde: Sedimento susp. entre 120-143,33ppm -Condición amarillo: Sedimento susp. entre 100-120ppm -Condición naranja: Sedimento susp. entre 80-100ppm -Condición rojo: Sedimento susp. <80 y >553,33ppm	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Evaluación de sedimento -Evaluación de sedimento
	Movilidad de material	Material en canal	Anual	-Condición azul: D50 entre 0,06-0,075mm -Condición verde: D50 entre 0,05-0,06mm -Condición amarillo: D50 entre 0,04-0,05mm -Condición naranja: D50 entre 0,03-0,04mm -Condición rojo: D50 <0,03 y >0,075mm	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Evaluación de material -Evaluación de material
		Movilidad y distribución	Anual	-Condición azul: ≤B2 -Condición verde: =B3 -Condición amarillo: =B4 -Condición naranja: =B5 -Condición rojo: >B5	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Evaluación de condición -Evaluación de condición
	Funcionalidad de llanura de inundación	Ancho banco lleno	Anual	-Condición azul: Ancho entre 65-73m -Condición rojo: >73 y <65m	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación
		Ancho propenso a inundación	Anual	-Condición azul: entre 7000-7500m -Condición rojo: >7500 y <7000m	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación
		Profundidad media banco lleno	Anual	-Condición azul: entre 2,5-3m -Condición rojo: >3 y <2,5m	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación
		Relación de encajonamiento	Anual	-Condición azul: entre 100-105 -Condición rojo: >105 y <100	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación
		Relación	Anual	-Condición azul: entre 25-29	-Monitoreo y seguimiento



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
		ancho/prof.		-Condición rojo: >29 y <25	-Evaluación
5	Caudal	Caudal	Mensual	-Condición azul: Caudal entre 80-143m ³ /s -Condición verde: Caudal entre 143-153m ³ /s y 67-80 m ³ /s -Condición amarillo: Caudal entre 153-163m ³ /s y 54-67 m ³ /s -Condición naranja: Caudal entre 163-175m ³ /s y 40-54 m ³ /s -Condición rojo: Caudal entre >175m ³ /s y <40 m ³ /s	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Evaluación del caudal -Evaluación del caudal
		Velocidad	Mensual	-Condición azul: Velocidad entre 0,5-0,69m ³ /s -Condición verde: Velocidad entre 0,44-0,5m ³ /s -Condición amarillo: Velocidad entre 0,38-0,44m ³ /s -Condición naranja: Velocidad entre 0,3-0,38m ³ /s -Condición rojo: Velocidad >0,69 y <0,3m ³ /s	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento
	Disponibilidad de sedimentos	Sedimento de fondo	Mensual	-Condición azul: D50 entre 0,28-0,36mm -Condición verde: D50 entre 0,23-0,28mm -Condición amarillo: D50 entre 0,18-0,23mm -Condición naranja: D50 entre 0,13-0,18mm -Condición rojo: D50 >0,36 y <0,13mm	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Evaluación -Evaluación
		Sedimento suspendido	Mensual	-Condición azul: Sedimento susp. entre 80-441ppm -Condición verde: Sedimento susp. entre 75-80ppm -Condición amarillo: Sedimento susp. entre 65-75ppm -Condición naranja: Sedimento susp. entre 55-65ppm -Condición rojo: Sedimento susp. >441 y <55ppm	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Evaluación de sedimento -Evaluación de sedimento
	Movilidad de material	Material en canal	Anual	-Condición azul: D50 entre 0,11-0,15mm -Condición verde: D50 entre 0,09-0,11mm -Condición amarillo: D50 entre 0,08-0,09mm -Condición naranja: D50 entre 0,07-0,08mm -Condición rojo: D50 >0,15 y <0,07mm	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Evaluación de material -Evaluación de material
		Movilidad y distribución	Anual	-Condición azul: =B8 -Condición verde: =B4 -Condición amarillo: =B3 -Condición naranja: <=B2 -Condición rojo: >=B5	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Evaluación de condición -Evaluación de condición
		Ancho banco lleno	Anual	-Condición azul: Ancho entre 125-130m -Condición rojo: >130 y <125m	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación
		Ancho	Anual	-Condición azul: entre 4500-5000m	-Monitoreo y seguimiento



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
	Funcionalidad de llanura de inundación	propenso a inundación		-Condición rojo: >5000 y <4500m	-Evaluación
		Profundidad media banco lleno	Anual	-Condición azul: entre 1,55-1,75m -Condición rojo: >1,75 y <1,55m	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación
		Relación de encajonamiento	Anual	-Condición azul: entre 36-40 -Condición rojo: >40 y <36	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación
		Relación ancho/prof.	Anual	-Condición azul: entre 76-82 -Condición rojo: >82 y <76	-Monitoreo y seguimiento -Evaluación

	PLAN DE MANEJO ADAPTATIVO DE SEDIMENTOS Y CALIDAD DE AGUA: PROTOCOLO DE MONITOREO	Versión1 (14/08/2015)	Código: PAAS-3-3.1-2
		Página 27 de 66	

2.3.2 Calidad funcional del ecosistema acuático

Además de los factores considerados para la tipificación de tramos en la metodología de Rosgen, para la selección de sitios de monitoreo de calidad de agua; se consideró factores como: posibles influencias de actividades agropecuarias, desechos, vertidos de zonas urbanas, comparación entre antes y después de aportes de posibles contaminantes a través de afluentes y canales artificiales al río Reventazón.

Es así que se definieron 10 sitios de muestreo, los mismos corresponden desde el sitio de restitución de casa máquinas hasta la desembocadura al mar (boca Parismina y boca Jaloba), todos ubicados en la cuenca baja del río reventazón (figura 7).

Para los monitoreos de indicadores biológicos, se deben utilizar los mismos tramos funcionales establecidos para la evaluación del ICFSF.

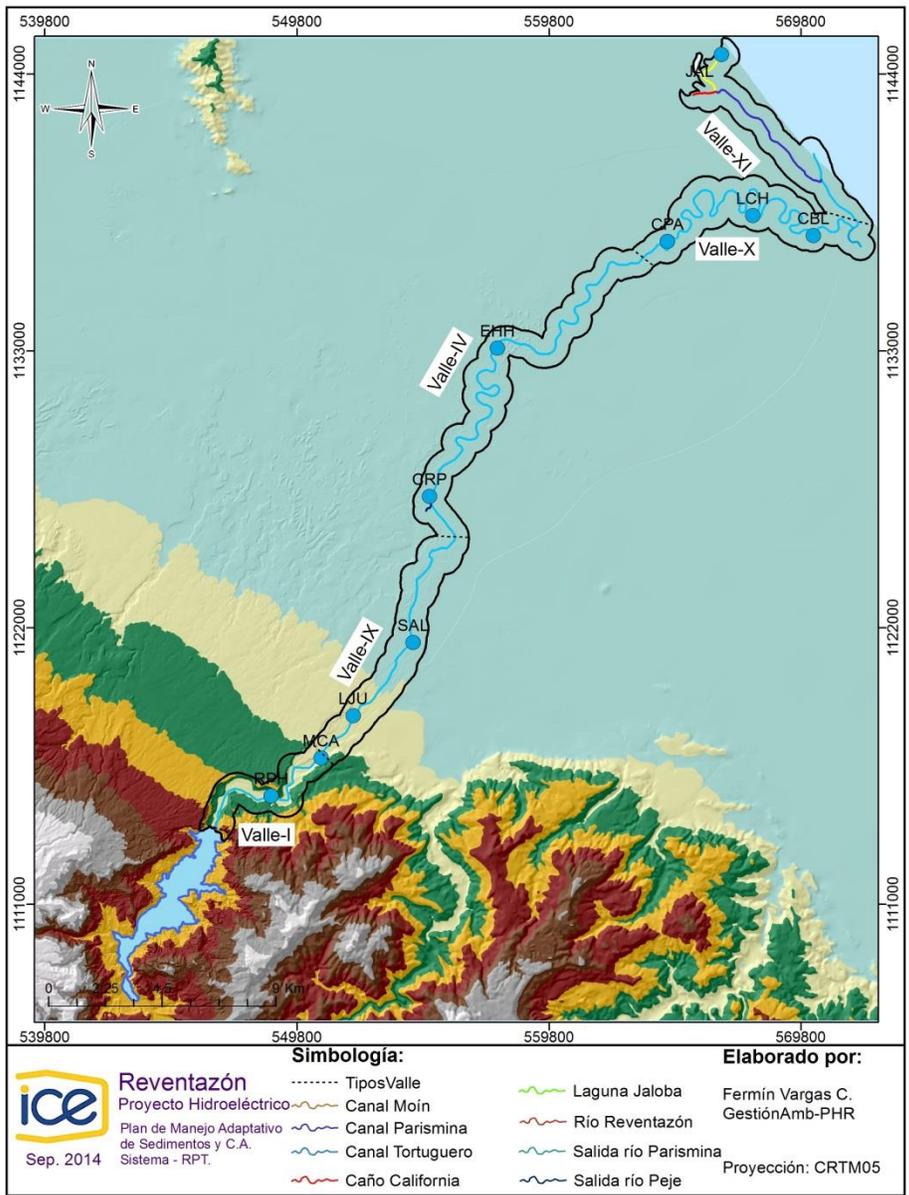


Figura 7. Ubicación de los sitios de monitoreo de calidad de agua.

2.3.2.1 Indicadores físico-químicos

Para este estudio, se deben recolectar muestras de agua mensualmente en cada sector funcional, para su posterior análisis fisicoquímico. Las muestras deben ser llevadas al Laboratorio Químico de Hidrología del CS de Estudios Básicos de Ingeniería para su posterior análisis. La metodología de muestreo a utilizar debe ser con base al “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22 Ed”. Posteriormente, la calidad del agua se debe valorar con base a los siguientes indicadores:

a) Índice Holandés

Este índice tiene como objetivo la clasificación o reclasificación de la calidad de los cuerpos de agua en una de las 5 categorías definidas en el Decreto 33903-MINAE-S. Incluye como parámetros fisicoquímicos de análisis: porcentaje de saturación de oxígeno (PSO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y nitrógeno amoniacal (N-NH₄) como se indica en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. Valoración del Índice Holandés.

PUNTOS	PSO, %	DBO, mg/l	N-NH ⁴⁺ , mg/l
1	91 – 100	<= 3	< 0,50
2	71 – 90 111 – 120	3,1 – 6.0	0,50 – 1,0
3	51 – 70 121 – 130	6,1 – 9.0	1,1 – 2,0
4	31 – 50	9,1 – 15	2,1 – 5,0
5	<= 30 y > 130	> 15	> 5,0

Para la interpretación la interpretación de los resultados se procede con base a la siguiente indicación:

Cuadro 4. Interpretación del Índice Holandés.

Clase	Sumatoria de puntos	Código de color	Interpretación de calidad
1	3	Azul	Sin contaminación
2	4 – 6	Verde	Contaminación incipiente
3	7- 9	Amarillo	Contaminación moderada
4	10 - 12	Anaranjado	Contaminación severa
5	13 - 15	Rojo	Contaminación muy severa

b) Índice de Calidad de Agua (ICA)

Este índice valora la calidad de agua de acuerdo a la ponderación de varios parámetros, constituye una variación al Índice de la Fundación Nacional de Sanidad (FNS) de Estados Unidos, desarrollado en 1970. Incluye los parámetros: pH, demanda bioquímica de oxígeno, fósforo total, nitratos, oxígeno disuelto, turbidez y sólidos totales.

La valoración de la calidad del agua se realiza con base a la siguiente clasificación:

Cuadro 5. Valoración del ICA.

CALIDAD	ICA
Excelente	91 -100
Buena	71 - 90
Regular	51 - 70
Mala	26 - 50
Muy mala	0 - 25

2.3.2.2 Indicadores biológicos

a) Macroinvertebrados acuáticos e Índice BMWP-CR

El índice BMWP-CR, determina el estado de la calidad del agua, basado en el muestreo de macroinvertebrados como bioindicadores de contaminación (ver anexo 4.6). Esta metodología, fue adaptada para Costa Rica y aprobado para ser utilizado como indicador de la calidad de agua en el año 2007 bajo el decreto N° 33903-MINAE-S.

Los muestreos deben realizarse bimensualmente. En cada tramo funcional, deben evaluarse los distintos tipos de microhábitat, que se encuentren presentes en el cuerpo de agua (pozas, rápidos de bajo y alto gradiente, raíces expuestas, entre otros), para que de esta manera se pueda obtener la mayor cantidad de familias, evitando así un sesgo si se evalúa únicamente un tipo de microhábitat.

Para la identificación de los macroinvertebrados y categorización de contaminación, se debe utilizar las siguientes referencias: libro “Macroinvertebrados de agua dulce de Costa Rica” (Springer *et al.* 2010), “Aquatic Entomology” (McCafferty, P. 1998) y “Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia” (Roldan 1998).

Para la valoración, se calcula sumando las puntuaciones asignadas a los distintos taxones encontrados en las muestras de macro invertebrados. La puntuación se asigna en función del grado de sensibilidad a la contaminación:

Cuadro 6. Valoración del Índice BMWP-CR.

NIVEL DE CALIDAD DEL AGUA	BMWP	Color
<i>De calidad excelente</i>	>120	Azul
<i>De calidad buena, no contaminadas</i>	101-120	Azul
<i>De calidad regular, contaminación moderada</i>	61-100	Verde
<i>De calidad mala, contaminadas</i>	36-60	Amarillo
<i>De calidad mala, muy contaminadas</i>	16-35	Naranja
<i>De calidad muy mala extremadamente contaminadas</i>	<15	Rojo

b) Evaluación poblacional de Peces

El estudio de la fauna de peces de la parte baja del Río Reventazón-Parismina denominada como SHIRPT-PMA, se realiza en cuatro puntos de muestreo en los sitios denominados como Dos Bocas (confluencia del río Parismina con el río Reventazón), Los chorros, Caño Blanco, Boca del río Reventazón (llamada Boca Parismina) y Boca Jalova en el Parque Nacional Tortuguero. La altitud de los sitios anteriores se encuentra entre los 0 y 5 msnm, tal como se observa en el siguiente cuadro:

Cuadro 7. Sitios de monitoreo de peces.

Sitio	Abreviatura	Elevación (msnm)	Promedio de °C
Dos Bocas	DBO	5	25.5
Los Chorros	LCH	3	25.5
Caño Blanco	CBL	2	26
Boca Parismina	BPA	0	27
Jalova	JAL	0	26.5

Durante los muestreos, se trata de no ocasionar daño alguno al resto de la población de peces (freza, alevines, juveniles y adultos), es así que los muestreos se realizan con herramientas como: chinchorro, caña, carrete y señuelos artificiales. Los muestreos se realizan en cada sitio por aproximadamente 4 horas.

Los indicadores mencionados para este componente, se deben valorar con base a la tabla de valoración presentada en hoja de Excel, que la misma, a continuación se detalla su forma de valorar y además se proponen acciones por indicador y variable:



Cuadro 8. Evaluación de la Calidad Funcional del Ecosistema Acuático por tramo.

Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar	
1, 2, 3	Calidad del agua	Sólidos suspendidos	Mensual	-Condición azul: <10 mg/l -Condición verde: 10-15 mg/l -Condición amarillo: 15-20 mg/l -Condición naranja: 20-25 mg/l -Condición rojo: >25 mg/l	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación	
		Sulfatos	Mensual	-Condición azul: <100 mg/l -Condición verde: 100-150 mg/l -Condición amarillo: 150-200 mg/l -Condición naranja: 200-250 mg/l -Condición rojo: >250 mg/l	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación	
		ICA	Mensual	-Condición azul: >91 -Condición verde: 71-91 -Condición amarillo: 51-71 -Condición naranja: 26-51 -Condición rojo: <26	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación	
		Holandés	Mensual	-Condición azul: =1 -Condición verde: =2 -Condición amarillo: =3 -Condición naranja: =4 -Condición rojo: =5	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación	
		BMWP	Bimensual	-Condición azul: >101 -Condición verde: 61-101 -Condición amarillo: 36-61 -Condición naranja: 16-36 -Condición rojo: <16	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones a nivel de cuencas -Acciones a nivel de cuencas	
	Población de peces	Abundancia	Bimensual	NA	NA	
		Diversidad	Bimensual	NA	NA	
	Especie indicadora	Presencia	Bimensual	NA	NA	
	4		Sólidos suspendidos	Mensual	-Condición azul: <10 mg/l -Condición verde: 10-15 mg/l -Condición amarillo: 15-20 mg/l -Condición naranja: 20-25 mg/l	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones de mitigación



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
	Calidad del agua			-Condición rojo: >25 mg/l	-Acciones de mitigación
		Sulfatos	Mensual	-Condición azul: <100 mg/l -Condición verde: 100-150 mg/l -Condición amarillo: 150-200 mg/l -Condición naranja: 200-250 mg/l -Condición rojo: >250 mg/l	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación
		ICA	Mensual	-Condición azul: >91 -Condición verde: 71-91 -Condición amarillo: 51-71 -Condición naranja: 26-51 -Condición rojo: <26	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación
		Holandés	Mensual	-Condición azul: =1 -Condición verde: =2 -Condición amarillo: =3 -Condición naranja: =4 -Condición rojo: =5	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación
		BMWP	Bimensual	-Condición azul: >101 -Condición verde: 61-101 -Condición amarillo: 36-61 -Condición naranja: 16-36 -Condición rojo: <16	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones a nivel de cuencas -Acciones a nivel de cuencas
	Población de peces	Abundancia	Bimensual	-Condición azul: >4 -Condición verde: 3-4 -Condición amarillo: 2-3 -Condición naranja: 1-2 -Condición rojo: <1	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de causas -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación
		Diversidad	Bimensual	-Condición azul: >10 -Condición verde: 7-10 -Condición amarillo: 4-7 -Condición naranja: 1-4 -Condición rojo: <1	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de causas -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación
	Especie indicadora	Presencia	Bimensual	-Condición azul: >21 -Condición verde: 16-21 -Condición amarillo: 11-16	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de causas



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
				-Condición naranja: 6-11 -Condición rojo: <6	-Acciones de mitigación -Acciones de mitigación
5	Calidad del agua	Sólidos suspendidos	Mensual	-Condición azul: <10 mg/l -Condición verde: 10-15 mg/l -Condición amarillo: 15-20 mg/l -Condición naranja: 20-25 mg/l -Condición rojo: >25 mg/l	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación
		Sulfatos	Mensual	-Condición azul: <100 mg/l -Condición verde: 100-150 mg/l -Condición amarillo: 150-200 mg/l -Condición naranja: 200-250 mg/l -Condición rojo: >250 mg/l	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación
		ICA	Mensual	-Condición azul: >91 -Condición verde: 71-91 -Condición amarillo: 51-71 -Condición naranja: 26-51 -Condición rojo: <26	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación
		Holandés	Mensual	-Condición azul: =1 -Condición verde: =2 -Condición amarillo: =3 -Condición naranja: =4 -Condición rojo: =5	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación
		BMWP	Bimensual	-Condición azul: >101 -Condición verde: 61-101 -Condición amarillo: 36-61 -Condición naranja: 16-36 -Condición rojo: <16	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de fuentes contaminantes -Acciones a nivel de cuencas -Acciones a nivel de cuencas
	Población de peces	Abundancia	Bimensual	-Condición azul: >40 -Condición verde: 30-40 -Condición amarillo: 20-30 -Condición naranja: 10-20 -Condición rojo: <10	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de causas -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación
		Diversidad	Bimensual	-Condición azul: >30 -Condición verde: 20-30	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
				-Condición amarillo: 10-20 -Condición naranja: 5-10 -Condición rojo: <5	-Identificación de causas -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación
	Especie indicadora	Presencia	Bimensual	-Condición azul: >20 -Condición verde: 15-20 -Condición amarillo: 10-15 -Condición naranja: 5-10 -Condición rojo: <5	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Identificación de causas -Acciones de mitigación -Acciones de mitigación

2.3.3 Calidad funcional del cauce

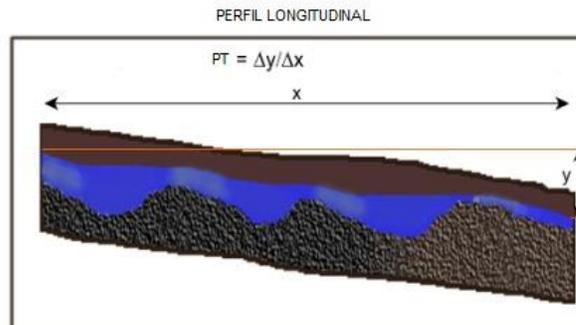
Los cauces fluviales se clasifican en función de su morfología en planta. Suele diferenciarse entre cauces únicos, que son los rectos, sinuosos y meandriformes, y cauces múltiples, que son los trenzados y anastomosados. La pendiente, la naturaleza de la cuenca, el carácter rocoso o aluvial del fondo de valle, el caudal generador (caudal de crecidas ordinarias), causas antrópicas tanto directas (rectificaciones del cauce, encauzamientos, etc.) como indirectas (regulación, deforestación, etc.); condicionan que se dé una determinada morfología.

El evaluador debe preguntarse si conserva el cauce un trazado o forma en planta natural en el tramo fluvial a estudio. Para esto es fundamental la consulta y comparación de fotografías aéreas de diferentes fechas. Hay que observar si el trazado del cauce es el que corresponde con la pendiente, caudal y litología de la cuenca y del valle o bien ha sido obligado a adaptarse a cambios humanos en la cuenca.

En este apartado se evalúan dos parámetros interrelacionados: la continuidad del cauce como forma de relieve y la naturalidad de su fondo o lecho. Ambos parámetros controlan las dinámicas longitudinal y vertical del sistema fluvial, dinámicas a su vez interactuantes, condicionadas la una por la otra.

Se debe estimar el perfil de toda la longitudinal del río y su pendiente, así mismo para cada valle. Se debe observar bien las zonas de dragado o extracción de materiales para una posible detección de rupturas anómalas de la pendiente.

$$PT = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$



Dónde:

PT: pendiente del cauce, que resulta de la diferencia del desnivel superficial del thalweg, dividido entre la longitud del cauce (thalweg).

Se deben monitorear las secciones establecidas en cada tramo de referencia, para evaluar la evolución de los mismos.

Los indicadores mencionados para este componente, se deben valorar con base a la tabla de valoración presentada en hoja de Excel, que la misma, a continuación se detalla su forma de valorar y además se proponen acciones por indicador y variable:





Cuadro 9. Evaluación de la Calidad Funcional del Cauce por tramo.

Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
1	Naturalidad del trazado y morfología en planta	Pendiente a nivel de thalweg	Anual	-Condición azul: 0,009-0,01 -Condición rojo: >0,01 y <0,009	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento
		Pendiente a nivel superficie agua	Anual	ND	ND
		Sinuosidad	Anual	-Condición azul: 1,3-1,5 -Condición rojo: >1,5 y <1,3	-Monitoreo y seguimiento -Valoración de las afectaciones por el cambio morfológico del río hacia la propiedad privada
	Naturalidad de las márgenes y movilidad lateral	Diques u obras de contención	Anual	-Condición azul: 0km -Condición verde: 0,1-0,5km -Condición amarillo: 0,5-1km -Condición rojo: >1km	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los diques -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los diques
		Canales artificiales	Anual	-Condición azul: 0 -Condición verde: 0-1 -Condición amarillo: 1-2 -Condición rojo: >2	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los canales -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los canales
2	Naturalidad del trazado y morfología en planta	Pendiente a nivel de thalweg	Anual	-Condición azul: 0,006-0,007 -Condición rojo: >0,007 y <0,006	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento
		Pendiente a nivel superficie agua	Anual	ND	ND
		Sinuosidad	Anual	-Condición azul: 1,1-1,2 -Condición rojo: >1,2 y <1,1	-Monitoreo y seguimiento -Valoración de las afectaciones por el cambio morfológico del río hacia la propiedad privada
	Naturalidad de las márgenes y	Diques u obras de contención (MI)	Anual	-Condición azul: 0km -Condición verde: 0,1-0,5km -Condición amarillo: 0,5-1km	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
	movilidad lateral			-Condición rojo: >1km	para la construcción de los diques -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los diques
		Diques u obras de contención (MD)	Anual	-Condición azul: 0km -Condición verde: 0,1-1km -Condición amarillo: 1-2km -Condición rojo: >2km	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los diques -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los diques
		Canales artificiales	Anual	-Condición azul: 0 -Condición verde: 0-1 -Condición amarillo: 1-2 -Condición rojo: >2	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los canales -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los canales
3	Naturalidad del trazado y morfología en planta	Pendiente a nivel de thalweg	Anual	-Condición azul: 0,00047-0,0005 -Condición verde: 0,0005-0,00055 -Condición amarillo: 0,00055-0,0006 -Condición rojo: >0,0006 y <0,00047	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento
		Pendiente a nivel superficie agua	Anual	-Condición azul: 0,04-0,045 -Condición verde: 0,045-0,05 -Condición amarillo: 0,05-0,055 -Condición rojo: >0,055 y <0,04	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento
		Sinuosidad	Anual	-Condición azul: 1,25-1,45 -Condición rojo: >1,45 y <1,25	-Monitoreo y seguimiento -Valoración de las afectaciones por el cambio morfológico del río hacia la propiedad privada
	Naturalidad de las márgenes y movilidad lateral	Diques u obras de contención	Anual	-Condición azul: 0km -Condición verde: 0,1-0,5km -Condición amarillo: 0,5-1km -Condición rojo: >1km	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los diques -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los diques
		Canales	Anual	-Condición azul: 0	-Monitoreo y seguimiento



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
		artificiales		-Condición verde: 0-1 -Condición amarillo: 1-2 -Condición rojo: >2	-Monitoreo y seguimiento -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los canales -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los canales
4	Naturalidad del trazado y morfología en planta	Pendiente a nivel de thalweg	Anual	-Condición azul: 0,0003-0,00034 -Condición verde: 0,00034-0,00037 -Condición amarillo: 0,00037-0,0004 -Condición rojo: >0,0004 y <0,0003	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento
		Pendiente a nivel superficie agua	Anual	-Condición azul: 0,08-0,1 -Condición verde: 0,1-0,11 -Condición amarillo: 0,11-0,12 -Condición rojo: >0,12 y <0,08	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento
		Sinuosidad	Anual	-Condición azul: 2,3-2,5 -Condición rojo: >2,5 y <2,3	-Monitoreo y seguimiento -Valoración de las afectaciones por el cambio morfológico del río hacia la propiedad privada
	Naturalidad de las márgenes y movilidad lateral	Diques u obras de contención	Anual	-Condición azul: 0km -Condición verde: 0,1-0,5km -Condición amarillo: 0,5-1km -Condición rojo: >1km	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los diques -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los diques
		Canales artificiales	Anual	-Condición azul: 0 -Condición verde: 0-1 -Condición amarillo: 1-2 -Condición rojo: >2	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los canales -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los canales
5	Naturalidad del trazado y morfología en planta	Pendiente a nivel de thalweg	Anual	-Condición azul: 0,00002-0,000023 -Condición verde: 0,000023-0,000026 -Condición amarillo: 0,000026-0,00003 -Condición rojo: >0,00003 y <0,00002	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento
		Pendiente a	Anual	-Condición azul: 0,0002-0,0003	-Monitoreo y seguimiento



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
		nivel superficie agua		-Condición verde: 0,0003-0,0004 -Condición amarillo: 0,0004-0,0005 -Condición rojo: >0,0005 y <0,0002	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento
		Sinuosidad	Anual	-Condición azul: 1,35-1,5 -Condición rojo: >1,5 y <1,35	-Monitoreo y seguimiento -Valoración de las afectaciones por el cambio morfológico del río hacia la propiedad privada
	Naturalidad de los márgenes y movilidad lateral	Diques u obras de contención	Anual	-Condición azul: 0km -Condición verde: 0,1-0,5km -Condición amarillo: 0,5-1km -Condición rojo: >1km	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los diques -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los diques
		Canales artificiales	Anual	-Condición azul: 0 -Condición verde: 0-1 -Condición amarillo: 1-2 -Condición rojo: >2	-Monitoreo y seguimiento -Monitoreo y seguimiento -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los canales -Valoración de la necesidad y tecnología utilizada para la construcción de los canales

2.3.4 Calidad funcional de las riberas

Se refiere a la evaluación de la estructura y calidad funcional de las riberas, como se ilustra en el siguiente gráfico:



a) Continuidad longitudinal

La continuidad del corredor ribereño a lo largo del fondo de valle fluvial es una característica clave de su naturalidad y funcionalidad hidromorfológica, ecológica y paisajística. Un corredor ribereño continuo y bien conservado es una “autopista ecológica del territorio”, entretejiendo conexiones entre numerosos espacios naturales (Ollero et al 2009).

Se debe realizar un análisis de continuidad de la franja ribereña, mediante análisis de imágenes aéreas y observación de campo. Para la evaluación se debe caracterizar y digitalizar mediante GIS, la cobertura y usos de suelo a 10m ancho en cada margen, como control estructural y 50m ancho como zona funcional ecológica.

b) Ancho de la franja ribereña

La anchura de una ribera es un parámetro fundamental para evaluar su calidad, ya que un corredor ribereño extenso garantiza todas las funciones hidromorfológicas y ejerce de forma efectiva como ecotono y eje de interconexiones entre el cauce, la llanura de inundación, el freático y el valle.

Para valorar este parámetro el evaluador debe preguntarse, si el corredor ribereño conserva toda su anchura potencial (zona ecológica 50m) a lo largo del tramo y en ambas márgenes, siempre que las características del valle lo permitan. Si la respuesta es afirmativa se le asigna una condición azul.

	PLAN DE MANEJO ADAPTATIVO DE SEDIMENTOS Y CALIDAD DE AGUA: PROTOCOLO DE MONITOREO	Versión1 (14/08/2015)	Código: PAAS-3-3.1-2
		Página 43 de 66	

c) Estructura, naturalidad y conectividad transversal

En este valor final de los ICFSF se analiza el estado de tres parámetros fundamentales de la calidad interna de las riberas. La estructura hace referencia tanto a la distribución en estratos (herbáceos, arbustivos, arbóreos) de la vegetación de ribera como a su distribución en bandas en función de la distancia al cauce y al freático. La naturalidad se refiere a la adecuación de las especies vegetales al medio ribereño, siendo contraria, por tanto, a la presencia de especies alóctonas o invasoras. En tercer término, la conectividad entre hábitats o ambientes dentro del corredor ribereño y en sentido fundamentalmente transversal es un valor ecológico relevante.

Los indicadores mencionados para este componente, se deben valorar con base a la tabla de valoración presentada en hoja de Excel, que la misma, a continuación se detalla su forma de valorar y además se proponen acciones por indicador y variable:



Cuadro 10. Evaluación de la Calidad Funcional de la Ribera por tramo.

Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
1	Continuidad longitudinal	Longitud de la franja ribereña MI	Anual	-Condición azul: $\geq 6,73$ km -Condición verde: 5,6 – 6,73km -Condición amarillo: 4,5 - 5,6km -Condición naranja: 3,36 – 4,5km -Condición rojo: $< 3,36$ km	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Longitud de la franja ribereña MD	Anual	-Condición azul: $\geq 6,5$ km -Condición verde: 5,5 – 6,5km -Condición amarillo: 4,4 - 5,5km -Condición naranja: 3,27 – 4,4km -Condición rojo: $< 3,27$	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Discontinuidad	Anual	-Condición azul: =0% -Condición verde: 0,1 – 16,8% -Condición amarillo: 16,8 – 33,4% -Condición naranja: 33,4 – 50% -Condición rojo: > 50 %	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
	Ancho de la franja ribereña	Ancho ecoestructural promedio	Anual	-Condición azul: ≥ 50 m -Condición verde: 37 – 50m -Condición amarillo: 24 – 37m -Condición naranja: 10 – 24m -Condición rojo: < 10 m	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Infraestructuras	Anual	-Condición azul: =0km	-Monitoreo y evaluación



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
	Estructura, naturalidad y conectividad transversal			-Condición verde: 0,1 – 0,5km -Condición amarillo: 0,5 – 1km -Condición rojo: >1km	-Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación
		Presión agropecuaria y social	Anual	-Condición azul: 0% -Condición verde: 0,1 – 25% -Condición amarillo: 25 – 50% -Condición naranja: 50 – 75% -Condición rojo: >75%	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
2	Continuidad longitudinal	Longitud de la franja ribereña MI	Anual	-Condición azul: $\geq 11,42$ km -Condición verde: 9,52 – 11,42km -Condición amarillo: 7,62 – 9,52km -Condición naranja: 5,71 – 7,62km -Condición rojo: $< 5,71$ km	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Longitud de la franja ribereña MD	Anual	-Condición azul: $\geq 11,21$ km -Condición verde: 9,35 – 11,21km -Condición amarillo: 7,49 – 9,35km -Condición naranja: 5,6 – 7,49km -Condición rojo: $< 5,6$ km	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Discontinuidad	Anual	-Condición azul: =0% -Condición verde: 0,1 – 16,8% -Condición amarillo: 16,8 – 33,4% -Condición naranja: 33,4 – 50%	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
				-Condición rojo: >50%	mitigación -Implementación de medidas de mitigación
	Ancho de la franja ribereña	Ancho ecoestructural promedio	Anual	-Condición azul: ≥ 50 m -Condición verde: 37 – 50m -Condición amarillo: 24 – 37m -Condición naranja: 10 – 24m -Condición rojo: <10m	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
	Estructura, naturalidad y conectividad transversal	Infraestructuras	Anual	-Condición azul: =0km -Condición verde: 0,1 – 0,5km -Condición amarillo: 0,5 – 1km -Condición rojo: >1km	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación
		Presión agropecuaria y social	Anual	-Condición azul: 0% -Condición verde: 0,1 – 25% -Condición amarillo: 25 – 50% -Condición naranja: 50 – 75% -Condición rojo: >75%	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
3	Continuidad longitudinal	Longitud de la franja ribereña MI	Anual	-Condición azul: $\geq 21,7$ km -Condición verde: 18,1 – 21,7km -Condición amarillo: 14,5 – 18,1km -Condición naranja: 10,8 – 14,5km -Condición rojo: <10,8km	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Longitud de la	Anual	-Condición azul: $\geq 21,7$ km	-Monitoreo y evaluación



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
		franja ribereña MD		-Condición verde: 18,1 – 21,7km -Condición amarillo: 14,5 – 18,1km -Condición naranja: 10,8 – 14,5km -Condición rojo: <10,8km	-Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Discontinuidad	Anual	-Condición azul: =0% -Condición verde: 0,1 – 16,8% -Condición amarillo: 16,8 – 33,4% -Condición naranja: 33,4 – 50% -Condición rojo: >50%	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
	Ancho de la franja ribereña	Ancho ecoestructural promedio	Anual	-Condición azul: >=50m -Condición verde: 37 – 50m -Condición amarillo: 24 – 37m -Condición naranja: 10 – 24m -Condición rojo: <10m	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
	Estructura, naturalidad y conectividad transversal	Infraestructuras	Anual	-Condición azul: =0km -Condición verde: 0,1 – 0,5km -Condición amarillo: 0,5 – 1km -Condición rojo: >1km	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación
		Presión agropecuaria y social	Anual	-Condición azul: 0% -Condición verde: 0,1 – 25% -Condición amarillo: 25 – 50% -Condición naranja: 50 – 75%	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
				-Condición rojo: >75%	mitigación -Implementación de medidas de mitigación
4	Continuidad longitudinal	Longitud de la franja ribereña MI	Anual	-Condición azul: $\geq 20,62$ km -Condición verde: 17,8 – 20,62km -Condición amarillo: 13,74 – 17,8km -Condición naranja: 10,3 – 13,74km -Condición rojo: <10,3km	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Longitud de la franja ribereña MD	Anual	-Condición azul: $\geq 21,46$ km -Condición verde: 17,8 – 21,46km -Condición amarillo: 14,3 – 17,8km -Condición naranja: 10,7 – 14,3km -Condición rojo: <10,7km	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Discontinuidad	Anual	-Condición azul: =0% -Condición verde: 0,1 – 16,8% -Condición amarillo: 16,8 – 33,4% -Condición naranja: 33,4 – 50% -Condición rojo: >50%	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
	Ancho de la franja ribereña	Ancho ecoestructural promedio	Anual	-Condición azul: ≥ 50 m -Condición verde: 37 – 50m -Condición amarillo: 24 – 37m -Condición naranja: 10 – 24m -Condición rojo: <10m	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
					mitigación
	Estructura, naturalidad y conectividad transversal	Infraestructuras	Anual	-Condición azul: =0km -Condición verde: 0,1 – 0,5km -Condición amarillo: 0,5 – 1km -Condición rojo: >1km	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación
		Presión agropecuaria y social	Anual	-Condición azul: 0% -Condición verde: 0,1 – 25% -Condición amarillo: 25 – 50% -Condición naranja: 50 – 75% -Condición rojo: >75%	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
5	Continuidad longitudinal	Longitud de la franja ribereña MI	Anual	-Condición azul: >=7,88km -Condición verde: 6,58 – 7,88km -Condición amarillo: 5,28 – 6,58km -Condición naranja: 3,9 – 5,28km -Condición rojo: <3,9km	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Longitud de la franja ribereña MD	Anual	-Condición azul: >=14,66km -Condición verde: 12,21 – 14,66km -Condición amarillo: 9,76 – 12,21km -Condición naranja: 7,3 – 9,76km -Condición rojo: <7,3km	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Discontinuidad	Anual	-Condición azul: =0% -Condición verde: 0,1 – 16,8% -Condición amarillo: 16,8 – 33,4%	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
				-Condición naranja: 33,4 – 50% -Condición rojo: >50%	identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
	Ancho de la franja ribereña	Ancho ecoestructural promedio	Anual	-Condición azul: >=50m -Condición verde: 37 – 50m -Condición amarillo: 24 – 37m -Condición naranja: 10 – 24m -Condición rojo: <10m	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
	Estructura, naturalidad y conectividad transversal	Infraestructuras	Anual	-Condición azul: =0km -Condición verde: 0,1 – 0,5km -Condición amarillo: 0,5 – 1km -Condición rojo: >1km	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación
		Presión agropecuaria y social	Anual	-Condición azul: 0% -Condición verde: 0,1 – 25% -Condición amarillo: 25 – 50% -Condición naranja: 50 – 75% -Condición rojo: >75%	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación

2.3.5 Calidad funcional para uso social

Este elemento hace referencia principalmente al uso social para la navegación. Para la evaluación se considera el uso para lanchas con capacidad de 4 personas en adelante desde el sitio denominado Confluencia con río Peje (CRP), que corresponde al tramo 3 y valle IV según la clasificación Rosgen, hasta Boca Parismina (figura 8), que corresponde al tramo 5 y valle XI; para el primero se considera un umbral de profundidad máxima de 0,5m, para el segundo de 0,9m, mismo se detalla a continuación:

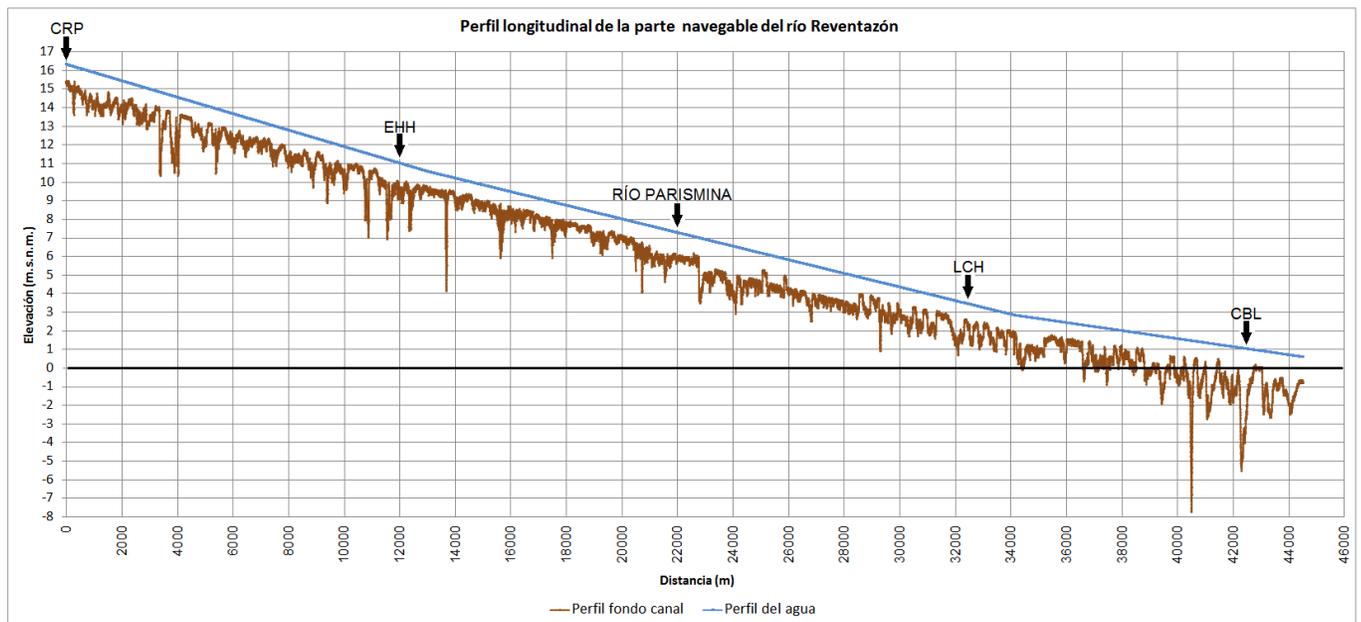


Figura 8. Perfil longitudinal del tramo navegable de río Reventazón.



Cuadro 11. Evaluación de la Calidad Funcional para Uso Social por tramo.

Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
3	Navegación	Longitud del tramo funcional	Anual	-Condición azul: ≥ 19 km -Condición verde: 18 – 19km -Condición amarillo: 17 - 18km -Condición naranja: 16 – 17km -Condición rojo: < 16 km	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Profundidad prom. Del tramo funcional	Anual	-Condición azul: ≥ 1 m -Condición verde: 0,8 – 1m -Condición amarillo: 0,6 – 0,8m -Condición naranja: 0,5 – 0,6m -Condición rojo: $< 0,5$	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
4	Navegación	Longitud del tramo funcional	Anual	-Condición azul: $\geq 20,6$ km -Condición verde: 20 – 20,6km -Condición amarillo: 19 - 20km -Condición naranja: 18 – 19km -Condición rojo: < 18 km	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Profundidad prom. Del tramo funcional	Anual	-Condición azul: $\geq 1,5$ m -Condición verde: 1,3 – 1,5m -Condición amarillo: 1,1 – 1,3m -Condición naranja: 0,9 – 1,1m -Condición rojo: $< 0,9$	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Longitud del	Anual	-Condición azul: $\geq 9,2$ km	-Monitoreo y evaluación



Tramo	Indicador	Variable	Frecuencia	Evaluación	Acciones a tomar
5	Navegación	tramo funcional		-Condición verde: 9 – 9,7km -Condición amarillo: 8,5 - 9km -Condición naranja: 7,5 – 8,5km -Condición rojo: <7,5km	-Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación
		Profundidad prom. Del tramo funcional	Anual	-Condición azul: $\geq 1,5$ m -Condición verde: 1,3 – 1,5m -Condición amarillo: 1,1 – 1,3m -Condición naranja: 0,9 – 1,1m -Condición rojo: <0,9	-Monitoreo y evaluación -Monitoreo y evaluación -Valoración del tramo (análisis e identificación de causas) -Implementación de medidas de mitigación -Implementación de medidas de mitigación

2.3.6 Valoración de los ICFSF

La valoración se la debe realizar con base a la plantilla elaborada para este fin (ver anexo 4.4). Puede valorarse la calidad de forma global (con todos los elementos) o de forma separada para cada tipo de elemento. Permite valorar de forma integrada la calidad del cauce por tramo o sector del sistema fluvial, para lo cual se suman los 5 valores (dependiendo de la condición del valle) obtenidos para cada elemento, con un máximo de 100 puntos (cuadro 12).

Cuadro 12. Valoración Global de los ICFSF.

Nivel de calidad del ICFSF	Color
80 a 100 calidad muy buena	Azul
60 a 79 calidad buena	Verde
40 a 59 calidad moderada	Amarillo
20 a 39 calidad deficiente	Naranja
0 a 19 calidad muy mala	Rojo

La valoración por componente está dada por el peso de los mismos, de acuerdo a la puntuación que se va obteniendo para cada variable de evaluación, con base a los siguientes rangos:

Nivel de calidad por componente	Color
Peso componente - 0	Azul
Peso componente - a	Verde
Peso componente - b	Amarillo
Peso componente - c	Naranja
Peso componente – Peso componente	Rojo

3 Bibliografía

INTEGRATED ENVIRONMENTS. 2012. Proyecto Hidroeléctrico Reventazón “Estudios Ambientales Estratégicos – Fase 2”. San José, CR. 174p.

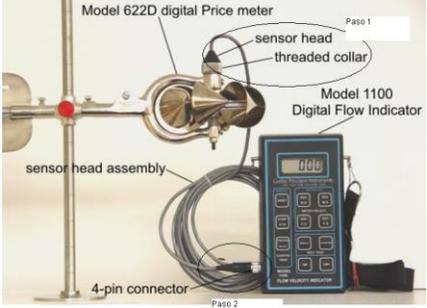
Ollero A; Ballarín D; Mora D. 2009. Aplicación del Índice Hidromorfológico (IHG) en la cuenca del Ebro “Guía metodológica”. Zaragoza, Es. 93p.

NEH. 2007b. Stream Restoration Design: Chapter 1 “Introduction: Ecological and Physical Considerations for Stream Projects”. Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture, US. 36p.

Rosgen, D. 2009. Watershed Assessment of River Stability and Sediment Supply (WARSSS). 2 ed. Wildland Hydrology Fort Collins, Colorado, US.

4 Anexos

4.1 Instrumentos de campo a utilizar en los monitoreos

Nombre	Descripción	Esquema
Perfilador Acústico	Recopila la cantidad de metros cúbicos en una distancia vertical de un extremo al otro también mide profundidad y crea un hidrograma ya que está conectado vía bluetooth a una PC.	
Draga	Utilizado para recolectar muestras de material de fondo.	
GPS	Para el levantamiento de fotografías con coordenadas de ubicación de los sitios de monitoreo de calidad de agua e hidrológico, verificación de sitios con posibles indicios de contaminación o deterioro ambiental, que se podrían estar originando por la actividad agrícola o económica en la zona.	
Correntómetro digital	Equipo para mediciones rápidas y precisas para todos los caudales menos los más bajos.	

	PLAN DE MANEJO ADAPTATIVO DE SEDIMENTOS Y CALIDAD DE AGUA: PROTOCOLO DE MONITOREO	Versión1 (14/08/2015)	Código: PAAS-3-3.1-2
		Página 56 de 66	

Multiparamétrico	<p>Medidor multiparámétrico de pantall digital portátil para lectura de datos en el agua. Paquete de medidor portátil avanzado HQ40d con sondas de oxígeno disuelto resistentes LDO101, de pH resistente PHC101, de conductividad / TDS /salinidad resistentes CDC401.</p>	
Muestreador de agua	<p>Este muestreador están diseñado para muestreo general y no es apropiado para análisis químicos de contenido debido al potencial de contaminación (ej. por mercurio y fósforo) por medio de los materiales de la estructura del muestreador.</p>	

4.2 Hoja de campo para sedimentos en suspensión

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD DIREC. PLANIFICACION ELECTRICA-DEPTO.HIDROLOGIA F-53-0004 CONCENTRACION DEL SEDIMENTO EN SUSPENSION										
Río		Cuenca				Estación				
Tipo de muestreador		Tipo de muestra				Fecha				
DATOS DE CAMPO	Botella No.									
	Hora									
	Escala									
	Vertical									
	Temperatura									
	ESTADO DEL RIO	<input type="checkbox"/>								
		ESTABLE	SUBIENDO	BAJANDO	MUY LIMPIO	LIMPIO	TURBIO	MUY TURBIO		
Otras observaciones										
LABORATORIO	Peso de muestra	Peso total								
		Botella No.								
		Peso neto								
	Peso de sedimento	Recipiente No.								
		Peso total								
		Peso recipiente								
		Diferencia								
		Corrección S.D								
		Peso neto de sedimento								
		Concentración (P.P.M)								
Trabajo de campo	Laboratorio	Revisado			SEDIMENTO DISUELTO					
Por	Por	Por			Volumen de muestra	cc: Peso recipiente				
Fecha	Fecha	Fecha			Peso muestra seca	mg				
					Concentración	mg-peso recipiente				
						mg				
						P.P.M				
OBSERVACIONES:										
Gestión de documentación e información-Gerencia General										

4.4 Plantilla para la valoración del ICFSF



Calidad Funcional del Sistema Fluvial

Periodo de evaluación:	04-2015	Aviso/alerta	NI	Nivel de calidad del ICFSF	Color
Zona:	Aluvial	Rojo	1	80 a 100 calidad muy buena	Azul
Valle:	IV	Naranja	2	60 a 79 calidad buena	Verde
Tramo:	EHH	Amarillo	3	40 a 59 calidad moderada	Amarillo
Clasificación Rosgen:	Tipo "C5b"	Verde	4	20 a 39 calidad deficiente	Naranja
ICFSF Global:	64.42	Azul	5	0 a 19 calidad muy mala	Rojo

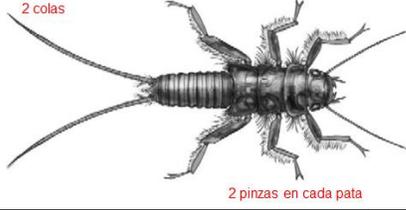
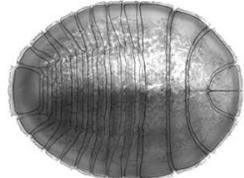
Elementos de Evaluación	Indicadores	Variables	Unid. medida	Valor ideal	Umbral		Disparador	Aviso/alerta	NI	Peso	ICFSF-G	ICFSF-E		
					Valor medido	Min							Max	
Calidad funcional hidrológica	Mensual	Caudal	m³/s	115-250	48.6	21.8	456	<input checked="" type="checkbox"/>	Naranja	2	5	1,25	Verde	
		Velocidad	m/s	0.8-1	0.57	0.44	1,14	<input type="checkbox"/>	Amarillo	3	2	1		
	Disponibilidad de sedimentos	Sedimento de fondo	D50 (mm)	0.2-0.6	0.59	0.2	0.6	<input type="checkbox"/>	Azul	5	2	2		
		Sedimento suspendido	ppm	77-394	187,3	77	394	<input checked="" type="checkbox"/>	Azul	5	4	4		
	Anual	Movilidad de material	Materia en Canal	D50 (mm)	0.5-0.6	0.56	0.5	0.7	<input checked="" type="checkbox"/>	Azul	5	3		3
		Movilidad y distribución	Adimensional	B1-B4	B4	B1	B8	<input type="checkbox"/>	Azul	5	1	1		
	Funcionalidad de la llanura de inundación	Ancho banco lleno	m	88-92	92	88	92	<input type="checkbox"/>	Azul	5	1	1		
		Ancho propenso a inundación	m	350-360	350	350	360	<input type="checkbox"/>	Azul	5	1	1		
		Profundidad media banco lleno	m	3.6-4	3.8	3.6	4	<input type="checkbox"/>	Azul	5	2	2		
		Relación de encajonamiento	Adimensional	3.7-4	3.83	3.7	4	<input type="checkbox"/>	Azul	5	1	1		
		Relación ancho/profundidad media	Adimensional	22-26	24	22	26	<input checked="" type="checkbox"/>	Azul	5	3	3		
	Calidad funcional del ecosistema acuático	Mensual	Sólidos suspendidos	mg/l	<25	1	0.1	25	<input type="checkbox"/>	Azul	5	3		3
Sulfatos			mg/l	<250	12.7	0.1	250	<input type="checkbox"/>	Azul	5	1	1		
ICA		Adimensional	91-100	78	91	100	<input checked="" type="checkbox"/>	Verde	4	11	8,25			
Holandés		Adimensional	1	1	1	5	<input type="checkbox"/>	Azul	5	5	5			
BMWP		Adimensional	>101	20	101	500	<input type="checkbox"/>	Naranja	2	5	1,25			
Población de peces		Abundancia	Nº	ND	ND	ND	ND	<input type="checkbox"/>			ND			
		Diversidad	Nº	ND	ND	ND	ND	<input type="checkbox"/>			ND			
Especie indicadora (Tepemechin)		Presencia	%	ND	ND	ND	ND	<input type="checkbox"/>			ND			
Calidad funcional del cauce	Anual	Naturalidad del trazado y morfología en planta	Pendiente a nivel thalweg (valle)	m	0,0005	0,00047	0,0005	0,0006	<input type="checkbox"/>	Azul	5	1	1	Amarillo
		Pendiente a nivel superficie agua (tramo)	m	0,04	0,04	0,04	0,055	<input type="checkbox"/>	Azul	5	1	1		
	Sinuosidad	Adimensional	1,34	1,34	1,25	1,45	<input checked="" type="checkbox"/>	Azul	5	3	3			
	Naturalidad de las márgenes y movilidad lateral	Diques u obras de contención MI	Km	0	6,38	0,5	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Rojo	1	3	0		
		Diques u obras de contención MD	Km	0	6,37	0,5	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Rojo	1	3	0		
	Canales artificiales MI	Nº	0	2	1	2	<input type="checkbox"/>	Amarillo	3	2	0,67			
	Canales artificiales MD	Nº	0	0	1	2	<input type="checkbox"/>	Azul	5	2	2			
Calidad funcional de las riberas	Anual	Longitud de la franja ribereña MI	Km	21,7	12,1	12,1	10,8	<input checked="" type="checkbox"/>	Naranja	2	4	1	Naranja	
		Longitud de la franja ribereña MD	Km	21,7	12,2	12,2	10,8	<input checked="" type="checkbox"/>	Naranja	2	4	1		
	Discontinuidad MI	%	0	44	44	50	<input type="checkbox"/>	Naranja	2	2	0,5			
	Discontinuidad MD	%	0	43,7	43,7	50	<input type="checkbox"/>	Naranja	2	2	0,5			
	Ancho de la franja ribereña	Ancho ecoestructural prom. MI	m	50	26	26	10	<input type="checkbox"/>	Amarillo	3	1	0,5		
		Ancho ecoestructural prom. MD	m	50	27	27	10	<input type="checkbox"/>	Amarillo	3	1	0,5		
	Estructura, naturalidad y conectividad transversal	Infraestructuras (carreteras, edificios) MI	Km	0	8,9	0,5	1	<input type="checkbox"/>	Rojo	1	1,5	0		
		Infraestructuras (carreteras, edificios) MD	Km	0	3,9	0,5	1	<input type="checkbox"/>	Rojo	1	1,5	0		
Presión agropecuaria y social MI		%	0	44,8	44,8	50	<input checked="" type="checkbox"/>	Amarillo	3	4	2			
Presión agropecuaria y social MD	%	0	44,2	44,2	50	<input checked="" type="checkbox"/>	Amarillo	3	4	2				
Calidad funcional para uso social	Anual	Longitud de tramo funcional	Km	21,8	21	21	19	<input checked="" type="checkbox"/>	Azul	5	5	5	Azul	
		Profundidad prom. Del tramo funcional	m	>0,6	1,33	0,6	0,5	<input checked="" type="checkbox"/>	Azul	5	5	5		

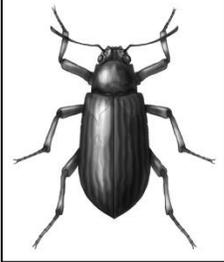
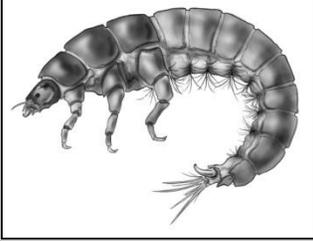
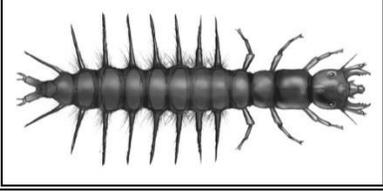
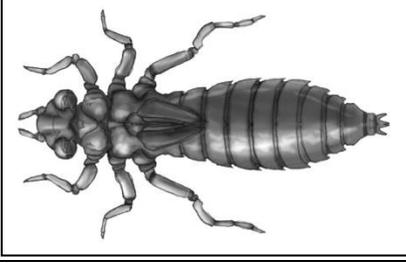
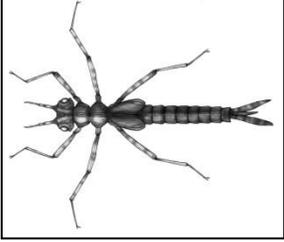
4.5 Frecuencia de monitoreo

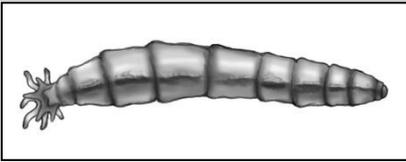
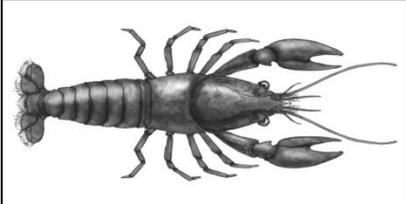
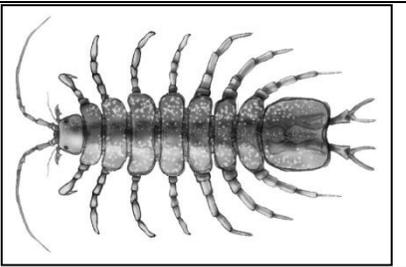
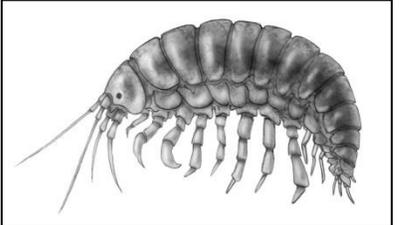
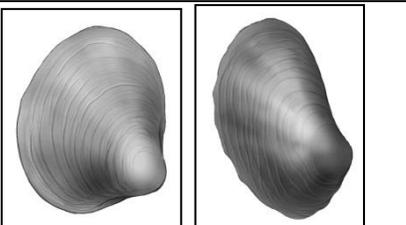
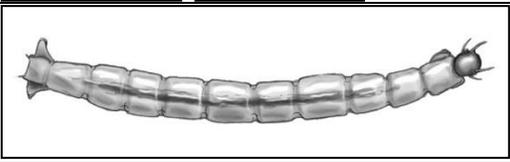
Parámetro		Frecuencia
Dimensión del canal a banco lleno (estimado)	Ancho del río a banco lleno	Anual
	Ancho del río propensa a la inundación	Anual
	Profundidad media a banco lleno	Anual
	Profundidad máxima a banco lleno	Anual
	Área transversal a banco lleno	Anual
Dimensión del canal a nivel espejo de agua (observado)	Ancho	Bisemanal
	Profundidad media	Bisemanal
	Profundidad máxima	Bisemanal
	Área transversal	Bisemanal
Patrón o forma del canal	Longitud de onda del meandro	Anual
	Radio de curvatura	Anual
	Perímetro mojado	Anual
	Ancho de las bandas de meandros	Anual
	Sinuosidad	Anual
Perfil del canal	Pendiente del valle	Anual
	Longitud del cauce	Anual
	Menor altura de los bancos	Anual
	Pendiente media del valle a nivel superficie del agua	Anual
	Pendiente media del valle a nivel Thalweg	Anual
	Longitud del valle	Anual
	Thalweg	Anual
Aforo a banco lleno (estimado)	Velocidad media a banco lleno	Anual
	Caudal a banco lleno	Anual
Aforo (observado)	Velocidad media	Bisemanal
	Caudal	Bisemanal
	Nivel espejo de agua	Bisemanal
Material en canal	%Limo/Arcilla, % Arena, % Grava, %Canto Rodado, %Piedras, %Roca en lecho	Anual
	D16 (mm), D35 (mm), D50 (mm), D84 (mm), D95 (mm), D100 (mm)	Anual
Material de fondo	%Limo/Arcilla, % Arena, % Grava, %Canto Rodado, %Piedras, %Roca en lecho	Mensual
	D16 (mm), D35 (mm), D50 (mm), D84 (mm), D95 (mm), D100 (mm)	Mensual
Material suspendido	Sedimento Suspendido ppm (mg/l)	Mensual
Físico-químico	Índice de Calidad del Agua (ICA) - Temperatura - PH - Sólidos totales - DBO - Fósforo total	Mensual

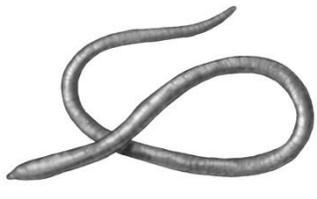
	- Nitratos - Oxígeno disuelto - Turbidez	
	Índice Holandés -% de oxígeno de saturación - Nitrógeno amoniacal - DBO	Mensual
Biológico	Macroinvertebrados (BMWP)	Trimestral
	Peces	Trimestral

4.6 Insectos acuáticos indicadores de contaminación

Grupo	Orden taxonómico	Descripción
Organismos sensibles a la contaminación: Indicadores de buena calidad de agua	<i>Orden Plecóptera</i> <i>Familia Perlidae</i>	 <p>2 colas 2 pinzas en cada pata</p>
	<i>Orden Efemeróptera</i> "Mosca de Mayo"	 <p>Agallas en el abdomen 3 colas Una pinza en cada pie</p>
	<i>Orden Tricóptera</i> "Friganeas"	
	<i>Orden Díptera</i> "Quironomidos"	
	<i>Orden Coleóptera</i> <i>Familia Psephenidae</i>	

	<p><i>Orden Coleóptera</i> “Escarabajos de agua”</p>		
	<p><i>Orden Gastropoda</i> “Caracol de Branquias”</p>		
<p><i>Organismos Poco Sensibles a la Contaminación: Cuerpos de agua relativamente saludables</i></p>	<p><i>Orden Tricóptera</i> <i>Familia Hydropsychidae</i></p>		
	<p><i>Suborden Megaloptera</i> <i>Familia Corydalide</i></p>		
	<p><i>Orden Odonata</i></p>		
	<p><i>Orden Odonata</i> “Libélula”</p>		

	<i>Orden Díptera</i> <i>Familia Tipulidae</i>	
	<i>Orden Decapoda</i> "Langostín"	
	<i>Orden Isopoda</i>	
	<i>Orden Amphipoda</i>	
	<i>Orden Bivalva</i>	
Organismos tolerantes: Se encuentran en cualquier calidad de agua	<i>Orden Díptera</i> <i>Familia Simuliidae</i>	
	<i>Orden Díptera</i> <i>Familia Psychodidae</i> "Larva de mosca negra"	

	<i>Clase Hirudíneas</i> <i>“Sanguijuelas”</i>	 <p>34 Segmentos</p> <p>Chupon de las 2 puntas</p>		
	<i>Clase Oligochaeta</i> <i>“Gusanos Acuáticos”</i>			
	<i>Clase Gastropoda</i> <i>“Caracoles de pulmones”</i>			

4.7 Sitios de monitoreo de calidad de agua

Sitio	Descripción	Fotografía
RPH	Sitio de pendiente moderada (0,7%), con presencia de actividades agropecuarias; pero con predominancia de bosque secundario. Lo cual en este valle o tramo, es de esperar que no aporte contaminantes, macronutrientes (N, P) considerables al cauce	
MCA	De igual forma, este sitio tiene una pendiente moderada, con presencia de actividad agropecuaria, con predominancia de bosque secundario. Lo cual este valle o tramo, también es de esperar que no aporte contaminantes, macronutrientes (N, P) considerables al cauce	

<p>LJU</p>	<p>En este sitio, de pendiente suave (0,11%), se observa actividad pecuaria con poca o ninguna protección arbórea en la ribera del cauce. Probablemente exista aportes de desechos de las zonas urbanas cercanas al sitio.</p>	
<p>SAL</p>	<p>De pendiente suave (0,11%), se observa actividad agropecuaria con poca o ninguna protección arbórea en la ribera del cauce. Probablemente exista aportes de desechos de las zonas urbanas cercanas al sitio.</p>	
<p>CRP</p>	<p>De este sitio hacia aguas abajo, se considera una llanura aluvial, con presencia de actividades agrícolas como: bananeras, piñeras y palmiteras. Muchas de estas actividades no cuentan con una zona de protección arbórea en la ribera del cauce. Además se observan acequias y algunos canales que conducen sus aguas al río Reventazón.</p>	
<p>HAM</p>	<p>Tramo aluvial, con frecuentes desbordes del río. Se observa cultivos de banano y actividad pecuaria, sin absolutamente una zona de protección de bosque ribereño. En este tramo el río tiende a disipar su energía, formando grandes meandros.</p>	

CPA	<p>Zona aluvial, antes de la confluencia con el río Parismina. Presencia de actividad agropecuaria, con poca o ninguna vegetación ribereña. Con datos de este sitio se pretende comparar los aportes del río Parismina.</p>	
LCH	<p>Punto en que el río Reventazón recibe el agua de una extensa llanura cubierta de vegetación y actividad agropecuaria. Su importancia radica en la evaluación de algún aporte de contaminantes.</p>	
CBL	<p>En este sitio, debido a la influencia marina y actividad portuaria, se adiciona el monitoreo de algunas variables como: salinidad, grasas y aceites respectivamente. Aguas abajo de este sitio, la actividad económica predominante viene siendo la turística.</p>	
JAL	<p>Zona de desembocadura marina, se adiciona el monitoreo de algunas variables como: salinidad, grasas y aceites respectivamente. La actividad económica predominante viene siendo la turística. Zona que se encuentra en el límite con el parque de conservación de vida silvestre y marino "Tortuguero".</p>	