



**Evaluación del impacto sobre ecosistemas
dulceacuícolas, mediante el uso de peces como bio-
indicadores en el proyecto hidroeléctrico Torito
(Costa Rica)**

Autor: Víctor Mendiola Fernández

Institución: Grupo Gas Natural - Unión Fenosa

Otros autores: Derick Herrera Solano (Grupo Gas Natural - Unión Fenosa)

Resumen

Gas Natural Fenosa ha decidido adoptar pautas de vigilancia y conservación de la biodiversidad dentro del área de construcción del Proyecto Hidroeléctrico Torito, en Costa Rica.

El objetivo es controlar los impactos de las acciones de construcción del proyecto sobre el entorno del mismo, y en concreto sobre cuatro ecosistemas fluviales situados dentro del área de influencia del proyecto, que contienen el mayor grado de biodiversidad y calidad de hábitat en el entorno.

Mediante muestreos periódicos de peces en estas cuatro quebradas (arroyos), se recogen datos de abundancia y diversidad de peces que se utilizan como bioindicadores de calidad ambiental.

En la presente comunicación técnica, se relatan los datos recogidos en los muestreos y su interpretación, así como las medidas correctoras adoptadas por el equipo gestor del proyecto en cada caso que se encontraron desviaciones.

Palabras clave: biodiversidad; bioindicador; Costa Rica; Proyecto Hidroeléctrico;

1. Resumen

Gas Natural Fenosa ha decidido adoptar pautas de vigilancia y conservación de la biodiversidad dentro del área de construcción del Proyecto Hidroeléctrico Torito, en Costa Rica.

El objetivo es controlar los impactos de las acciones de construcción del proyecto sobre el entorno, y en concreto, sobre cuatro ecosistemas fluviales situados dentro del área de influencia del proyecto, que contienen el mayor grado de biodiversidad y calidad de hábitat en el entorno.

Mediante muestreos periódicos de peces en estas cuatro quebradas (arroyos), se toman datos de abundancia y diversidad de peces, que se utilizarán como bio-indicadores de calidad ambiental del entorno.

En la presente comunicación técnica, se describen los datos recogidos en los muestreos y su interpretación, así como las medidas correctoras adoptadas por el equipo gestor del proyecto en cada uno de los casos en que se encontraron desviaciones.

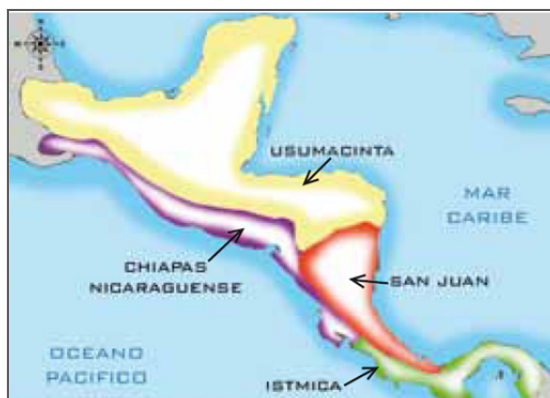
2. Introducción

El 5% de la biodiversidad del Planeta, se encuentra inmerso entre los más de 50.000 km² de superficie terrestre (0,03% del total mundial) que comprende Costa Rica, por lo que se considera el país con mayor biodiversidad del planeta por kilómetro cuadrado. Su posición geográfica estratégica, bañada al este por el mar Caribe y al oeste por el océano Pacífico y su sistema montañoso, que provee numerosos y variados microclimas, son algunas de las razones que explican esta riqueza natural, tanto en especies como en ecosistemas (INBIO, 2014).

Fueron los factores geográficos principalmente, los que se combinaron para crear un país con una riqueza natural incalculable, ampliamente protegida por sus autoridades e instituciones (aproximadamente un 25% del territorio está protegido).

Entre las más de 500.000 especies vegetales y animales presentes en Costa Rica, existen 250 especies de peces dulceacuícolas, lo que representa el 0,9% de las especies de peces del mundo.

Esta riqueza ictiológica se debe a que Costa Rica recoge tres de las cuatro provincias ícticas de Mesoamérica, cada una de las cuales está caracterizada por grupos de especies con distribuciones geográficas similares, además de endemismos (Bussing, 2002).



Mapa 1. Provincias icticas de Mesoamérica. Fuente: Boletín Mensual Biótica (2008).

Sin embargo, los ecosistemas dulceacuícolas, como ríos y arroyos (llamados quebradas en Costa Rica), son ecosistemas muy vulnerables a la actividad humana, ya que reciben presiones en sus cuencas por deforestación, agricultura y ganadería intensiva, vertidos residenciales e industriales, así como aprovechamientos industriales y energéticos.

Solo en Costa Rica, más del 80% de la energía consumida procede de sus ríos (Bonilla, 2011), ya que la misma geografía que ha contribuido a la explosión biológica, la hizo favorable para el aprovechamiento hidroeléctrico, presentándose como una fuente de electricidad renovable, poco contaminante y autóctona para este país.

Así, la generación de energía hidroeléctrica sigue desarrollándose en Costa Rica, con ejemplos como el Proyecto Hidroeléctrico Torito, que Gas Natural Fenosa está construyendo en el curso medio del río Reventazón (vertiente Caribe), en la cordillera volcánica central. Esta nueva Central de 50 MW de potencia, no ha requerido la construcción de una nueva presa, ya que aprovechará parte de las aguas de desfogue de PH Angostura, situado inmediatamente aguas arriba.

3. Objetivos del proyecto de biomonitorio

Gas Natural Fenosa se rige por una política de responsabilidad social corporativa que incluye entre otros aspectos, el compromiso de minimizar el impacto ambiental sobre los ecosistemas y proteger la biodiversidad donde desarrolla su actividad.

En la cuenca del río Reventazón, donde se construye el PH Torito, se encuentran 66 especies de peces, muchas de ellas con características únicas en el mundo y donde también hay presencia de endemismos.

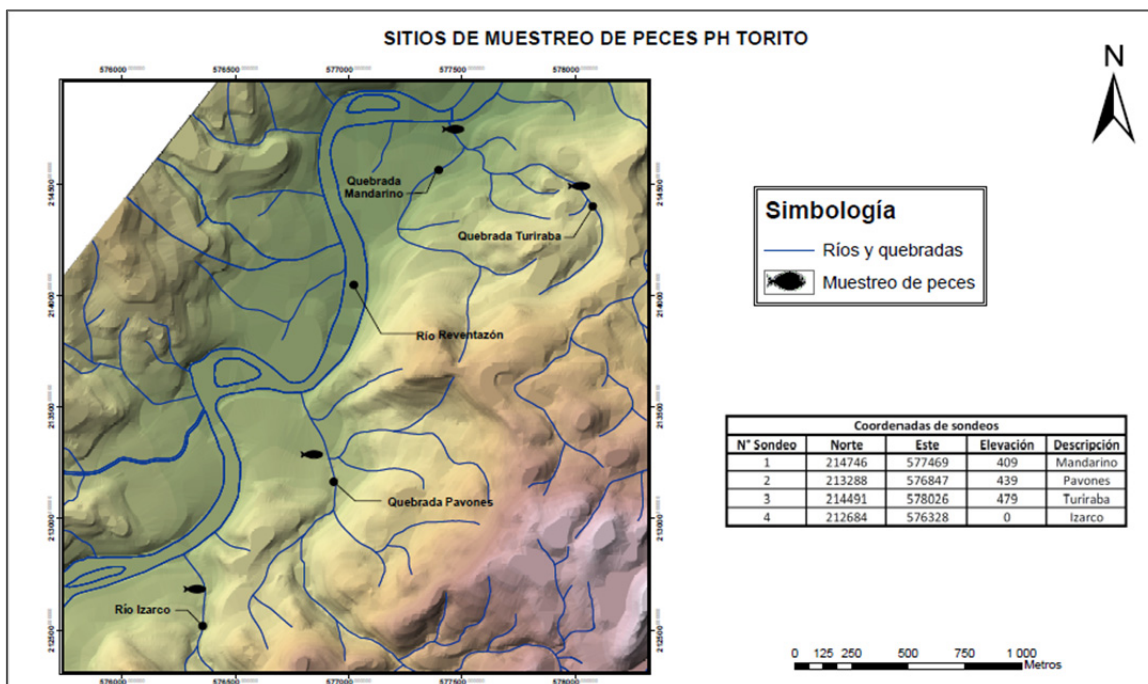
Consciente de la vulnerabilidad de los ecosistemas acuáticos y de la importancia de su conservación, Gas Natural Fenosa pone en marcha una serie de medidas con el objetivo de **evaluar y mitigar el impacto de sus trabajos en los cuatro ecosistemas fluviales**, que junto al río Reventazón, están dentro del emplazamiento de PH Torito.

4. Material y métodos

Según Mc Larney *et al*, (2006) y Weitzenfled (2013), el biomonitoreo, es un proceso para evaluar la salud de los sistemas acuáticos por medio del análisis de la calidad de su hábitat y los organismos que viven en ellos. La mayoría de las soluciones a los problemas ambientales, parten del conocimiento de los mismos, así como de los factores bióticos y abióticos cuya calidad se ve alterada. El monitoreo ambiental surge como una valiosa herramienta para generar este conocimiento en los diversos campos, ya sean ecológicos, socioeconómicos y de salud pública.

Para la vigilancia y conservación de los ecosistemas fluviales del emplazamiento PH Torito, se realizaron **biomonitoreos de peces**. De estas campañas se obtuvieron bioindicadores de la calidad ambiental en las zonas de muestreo, sirviendo a su vez como herramienta de detección de posibles impactos negativos de las obras sobre los mismos. Esta información permitiría después, tomar las medidas preventivas y correctoras adecuadas para cada caso particular.

Los biomonitoreos se realizaron bimensualmente, desde enero de 2013 hasta marzo de 2014 en los cuatro sistemas acuáticos situados en el área del proyecto: Río **Izarco**, quebrada **Turiraba**, quebrada **Pavones** y quebrada **Mandarino**, todos estos, afluentes del río Reventazón (véase mapa 2).



Mapa 2. Zonas de biomonitoreos en el P.H. Torito, Turrialba.

El río Reventazón es el curso fluvial de mayor magnitud en el emplazamiento, y el recurso para el aprovechamiento hidroeléctrico proyectado. De este sistema no se tomaron muestreos ya que se trata de un río de grandes dimensiones en el que no fue posible adoptar la metodología de trabajo que se utilizó en el resto.

En diciembre de 2012 se realizó un monitoreo inicial de control en todas las quebradas excepto en la quebrada Turiraba.

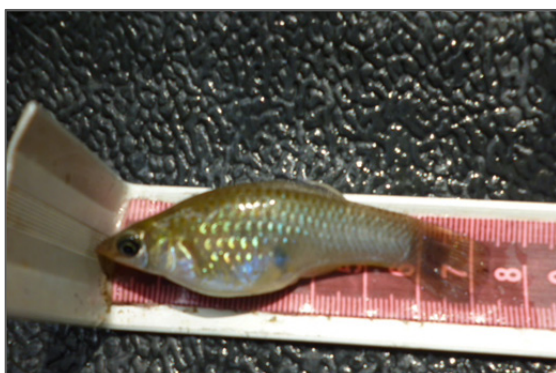
Para realizar los monitoreos, se siguió la siguiente frecuencia:

- 1) En cada uno de los cuatro ecosistemas mencionados, se identificaron **tramos representativos** de 50 m aproximadamente con los rasgos típicos de las quebradas, riachuelos y ríos, tales como rápidos moderados, remansos, pozas y condiciones ribereñas que generasen zonas tanto de sombra como luminosas (Herrera, 2013).
- 2) **Captura de ejemplares.** En cada tramo, se realizaron un total de 12 lances efectivos con una **atarraya**¹ de 2,6 x 4,5 m de envergadura con un calibre de hilo monofilamento de 0,3 mm, y 1/4" de luz de malla de (figuras 1 y 2).
- 3) Los peces capturados se depositaron en **cubetas y tanques con agua** para su posterior identificación. Esta se realizó mediante **toma de datos** merísticos y fotografías (figuras 3 y 4). Estos tanques contaron con aireadores portátiles para mantener la oxigenación del agua. La medición de los parámetros de pH y temperatura se realizó con un phmetro y un termómetro.
- 4) **Devolución de los ejemplares** capturados al ecosistema (figura 5).



Figuras 1 y 2. Biomonitorio con red en la quebrada Mandarinio.

¹ Atarraya: Red circular que se lanza abierta y que se cierra dentro del agua al tirar de la cuerda.



Figuras 3 y 4. Toma de datos merísticos.



Figura 5. Liberación de los especímenes en el mismo sitio de captura.

5. Resultados

A través de los biomonitoreos se logró constatar y catalogar la presencia de 15 especies de peces reunidas en seis familias, las cuales se indican en la siguiente tabla:

Nombre común	Nombre científico	Familia
Sardina	<i>Astyanax aeneus</i>	Characidae
Sardina de quebrada	<i>Bryconamericus scleroparius</i>	Characidae
Machaca	<i>Brycon costaricensis</i>	Characidae
Olomina	<i>Poecilia gillii</i>	Poeciliidae
Olomina	<i>Priapichtys annectens</i>	Poeciliidae
Guppie	<i>Poecilia reticulata</i>	Poeciliidae
Mojarra	<i>Amphilophus Alfarei</i>	Ciclidae
Mojarra	<i>Cryptoheros septemfasciatus</i>	Ciclidae
Tuba	<i>Tomocichla tuba</i>	Ciclidae
Tilapia	<i>Oreochromis spp</i>	Ciclidae
Barbudo	<i>Rhamdia laticauda</i>	Heptapteridae
Lamearena	<i>Awaous banana</i>	Gobiidae
Chupapiedra	<i>Sicydium altum</i>	Gobiidae
Tepemechín	<i>Agonostomus monticola</i>	Mugilidae
Bobo	<i>Joturus pichardi</i>	Mugilidae

Tabla 1. Lista de especies presentes en los alrededores del P.H. Torito

En la siguiente figura se muestra un póster educativo que recoge las imágenes de los ejemplares encontrados durante los monitoreos. Este póster se elabora para mostrarlo a las comunidades del área de influencia del Proyecto y para campañas de formación y concienciación ambiental en las escuelas del área de influencia del PH Torito.

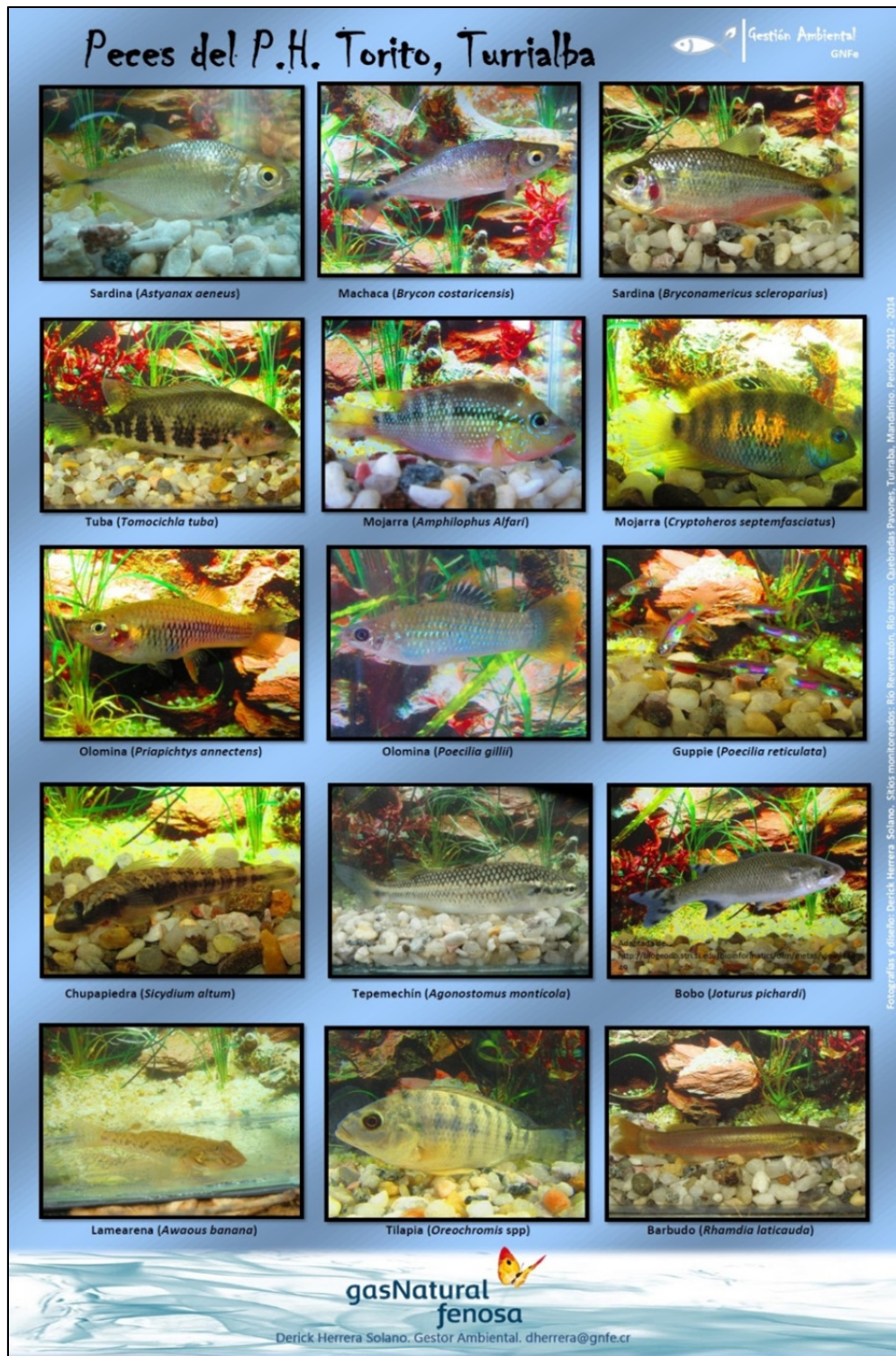


Figura 6. Póster educativo de los peces encontrados en P.H. Torito.

Durante la temporada de monitoreos los datos se fueron tabulando y reflejando en gráficos para su análisis y toma de decisiones. Esto permitió observar en tiempo real la situación de cada sistema acuático.

En el análisis de los datos se tuvo en cuenta también la diferente dinámica ecológica que sufren estos sistemas a lo largo del año en relación al caudal, el cual difiere bastante dependiendo de que sea época seca o lluviosa, o en relación a la dinámica migratoria y poblacional de las diferentes especies que los habitan.

Durante los meses de seguimiento de estos bioindicadores en las quebradas, se detectaron cuatro situaciones anómalas. A continuación se describe la situación observada así como las medidas adoptadas por parte de Gas Natural Fenosa para su mitigación:

5.1 Quebrada Mandarinó

Se trata de la quebrada con mayor diversidad y abundancia íctica de todo el sistema, y por tanto sobre la que reside mayor responsabilidad de conservación.

En esta zona se observa una disminución tanto en el número de especies como en el de ejemplares durante los meses de noviembre de 2013 y enero de 2014.

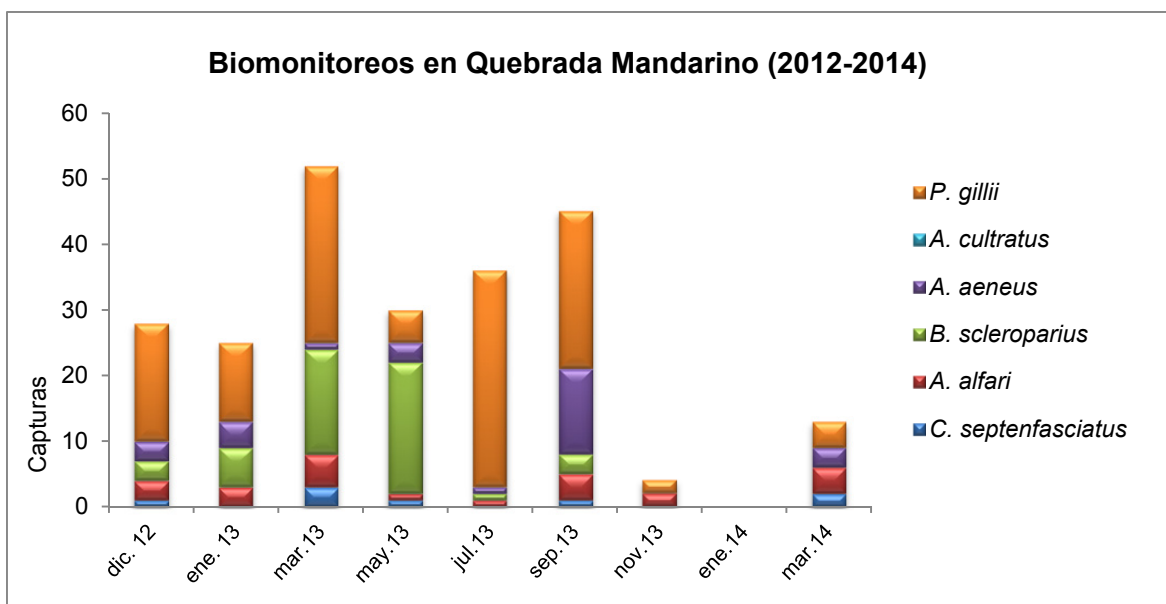


Figura 7. Gráfico de biomonitoreos en Quebrada Mandarinó

La causa del impacto se relacionó con trabajos de movimiento de tierras que se realizaban cerca de esta quebrada, y que con las lluvias de la estación, fueron arrastrando lodo hasta el sistema acuático.

Para mitigar este impacto se construyeron trampas de sedimentos, las cuales interceptaban los lodos a lo largo de las líneas de drenaje que desembocaban en la quebrada. Además, en enero de 2014 se realizó una retirada de los lodos que quedó depositado en la quebrada para recuperar el ancho del cauce previo.



Figura 8. Trampa de sedimentos interceptando el flujo de agua contaminada

Las medidas adoptadas para esta situación favorecieron la rápida recuperación del ecosistema. Como se puede ver en el gráfico correspondiente, en marzo de 2014 el impacto había desaparecido y el ecosistema se fue recuperando.

5.2 Quebrada Turiraba

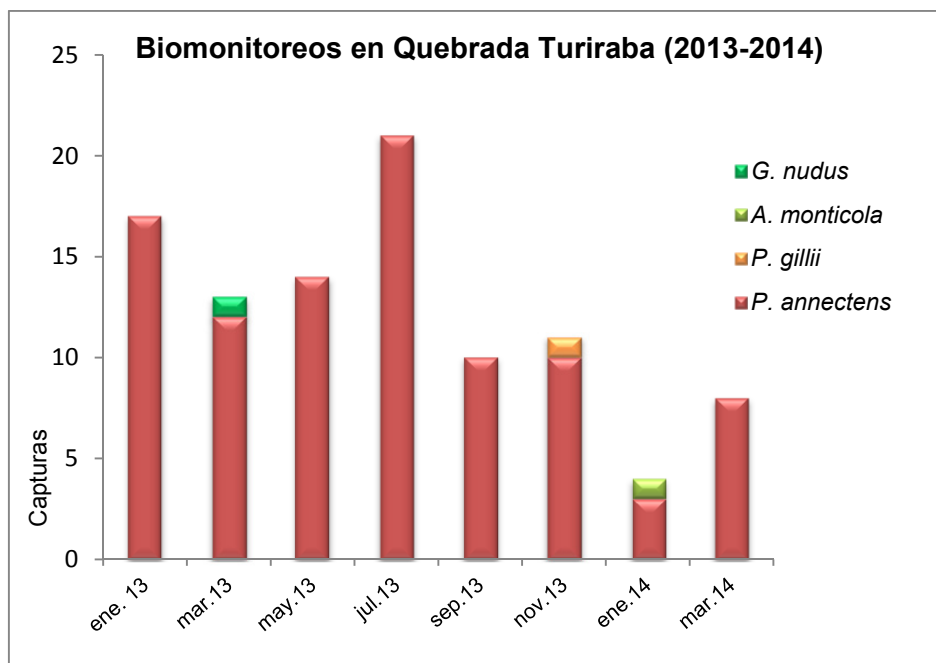


Figura 9. Gráfico de biomonitoreos en Quebrada Turiraba

La siguiente situación anómala se observa en la quebrada Turiraba con un descenso de ejemplares de olomina en enero de 2014. Debido a un accidente en la bodega de químicos de la empresa encargada de las excavaciones, se produjo una ruptura de uno de los tanques de almacenamiento de espumas utilizadas en los trabajos de excavación del túnel principal (figura 10).



Figura 10. Detalle de la quebrada Pavones con el vertido de espumas.

Este derrame ayudado de la escorrentía alcanzó la quebrada Turiraba, llenando de espumas el sistema acuático. A pesar de que este material se considera biodegradable, el sistema no tenía la suficiente capacidad de acogida para tanta cantidad, con lo que provocó una disminución significativa del número de ejemplares en enero de 2014.

En esta ocasión, Gas Natural Fenosa actúa de forma inmediata acotando el vertido inicialmente, para después retirar la mayor cantidad posible de material. Tras esta actuación el ecosistema se va recuperando durante el mes de marzo.

5.3 Quebrada Pavones

En el caso de la quebrada Pavones, se observan dos periodos de descenso poblacional importante entre los meses de julio y septiembre de 2013:

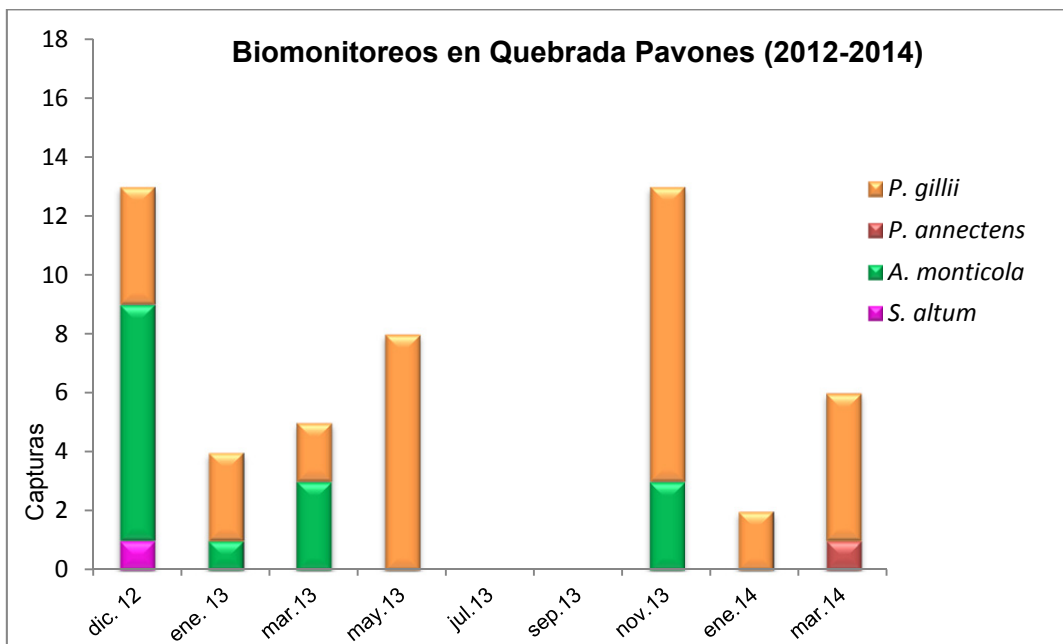


Figura 11. Gráfico de biomonitoreos en Quebrada Pavones

Tras la observación realizada en la zona, no se tiene constancia de que alguna de las actividades del proyecto sea la causante de estos descensos. La calidad de las aguas es aparentemente buena y los márgenes y riberas de la quebrada tienen vegetación. Sin embargo, no puede descartarse que esta situación se deba a un impacto causado por alguna otra de las actividades que se desarrolla en la zona, tales como agricultura o ganadería, especialmente presentes en el entorno de esta quebrada.

5.4 Río Izarco

El río Izarco es el afluente más importante del río Reventazón en el entorno del PH Torito.

En los muestreos realizados en enero de 2014 se observa también una importante disminución de especies y ejemplares capturados:

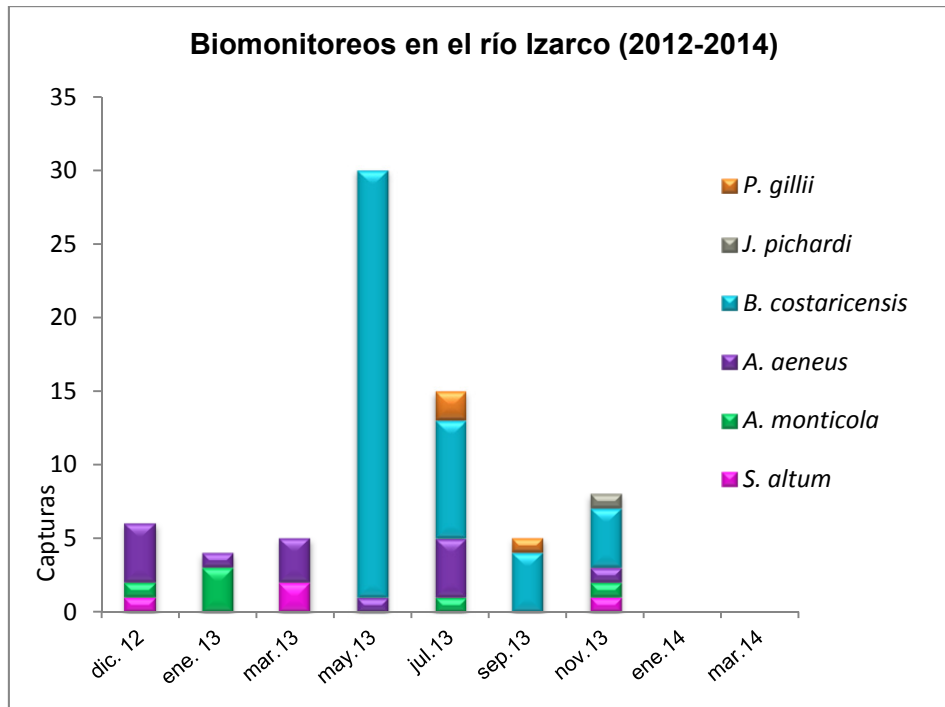


Figura 12. Gráfico de biomonitoreos en Río Izarco

Tras las labores de investigación se determina que la causa de esta situación estaría posiblemente relacionada con los trabajos de movimiento de materiales en el cauce por parte de maquinaria pesada (figura 13) para restablecer el vado de paso por el mismo tras su deterioro en época de lluvias.



Figura 13. Maquinaria trabajando sobre el lecho del río Izarco

Para mitigar este impacto se optimizaron los trabajos de reparación del vado para que el movimiento de maquinaria y materiales finalizase en el cauce lo antes posible.

Aunque en el mes de marzo todavía no se capturan ejemplares, se puede observar mediante censo visual, que el ecosistema está empezando a recuperarse.

6. CONCLUSIONES

Gas Natural Fenosa decide adoptar pautas de vigilancia y conservación en los cuatro ecosistemas fluviales presentes dentro del área del Proyecto Hidroeléctrico Torito durante su fase de construcción.

La información obtenida permitió a GNF detectar desviaciones puntuales en los ecosistemas muestreados gracias a los bioindicadores recogidos y reaccionar de forma inmediata, implicando a los mandos de obra que tomaron las medidas preventivas y correctoras adecuadas.

El desarrollo de un proyecto en una zona de gran biodiversidad representa una gran responsabilidad para los agentes participantes en el proyecto. El monitoreo es importante puesto que con medios sencillos y económicos se logra obtener datos valiosos que ayudan a evaluar el impacto de las obras sobre estos sistemas y por consiguiente a tomar medidas preventivas y correctoras que permitan recuperar la calidad del ecosistema afectado en un tiempo razonable.

Las buenas prácticas adoptadas en el PH Torito y sus eficientes resultados en la conservación de estos ecosistemas hacen que Gas Natural Fenosa recomiende en otros proyectos de similares características, medidas análogas que permitan un desarrollo del proyecto de forma sostenible con su entorno natural y la biodiversidad del emplazamiento.

7. REFERENCIAS

- Biodiversidad en Costa Rica (s.f.) Recuperado de www.inbio.ac.cr/es/biod/bio_biodiver.htm
- Biótica: Conozca cómo realizamos los estudios de peces en la cuenca del río Grande de Térraba. Boletín Mensual nº6 (2008).
- Bonilla, A. D. (2011). Beneficios de la energía hidroeléctrica. Recuperado de <http://proicecr.blogspot.com/2011/08/beneficios-de-la-energia-hidroelectrica.html>
- Bussing, W.A. (2002). Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica, 468.
- Herrera, D.S. (2014). Metodología para el muestreo de ictiofauna de aguas continentales con atarrayas. Manuscrito en revisión. Revista Repertorio Científico UNED.
- INBIO (Instituto Nacional de Biodiversidad, 2014). Biodiversidad en Costa Rica. Recuperado de www.inbio.ac.cr/es/biod/bio_biodiver.htm
- McLarney, W. O. & Mafla, M.H. (2006). Biomonitorio de Ríos en las Cuencas Estrella, Sixaolay Cuencas Costeras en el Caribe sur de Costa Rica / Panamá.
- McLarney, W.O.; Barquero, J.E. & Mafla, M.H. (2003). Biomonitorio en la cuenca del río Yorkin, Territorio Indígena BriBri Panamá/Costa Rica (pdf). Recuperado de [www.corredortalamanca.org/archivos-de-usuario/Biomonitorio en la cuenca del rio Yorkin Territorio Indigena BriBri.pdf](http://www.corredortalamanca.org/archivos-de-usuario/Biomonitorio%20en%20la%20cuenca%20del%20rio%20Yorkin%20Territorio%20Indigena%20BriBri.pdf)
- Weitzenfled, H. (2013). Monitoreos Ambientales. Recuperado de www.bvsde.ops-oms.org/bvsaia/fulltext/basico/031171-15.pdf