

Peces dentro de túneles de descarga de una central hidroeléctrica del río Porce

Fish inside the discharge tunnels of a hydropower facility in the Porce River

Luz Fernanda Jiménez-Segura^{1*}, Daniel Restrepo-Santamaria^{1,2}, Luis José García-Melo², Adriana María Torres-Velásquez², Úrsula Jaramillo-Villa³

Resumen

La corriente generada por el agua turbinada en las centrales hidroeléctricas estimula el ingreso de peces potamódromos a los túneles de descarga, ante el bloqueo que hace la presa a la migración. El rescate de peces en el túnel de descarga es una medida de manejo para reducir la probabilidad de afectación por atrapamiento que se produce dentro de los túneles. En la central hidroeléctrica Porce III, la presencia de los peces es detectada cuando el túnel de descarga de la central Porce III se desocupa para hacerle mantenimiento a las compuertas de descarga de las unidades de generación. En los años 2012, 2013 y 2015 se realizó el traslado de peces presentes en los túneles de descarga hacia el cauce del río Porce, aguas abajo de la presa. Se encontraron ocho especies de peces diferentes a las registradas en otras estructuras similares. En los traslados predominaron ejemplares de las especies migratorias que se desplazan dos veces al año, desde las zonas bajas de la cuenca y que usan como ruta de migración los diferentes ríos tributarios. Esta estrategia de mitigación ha sido favorable para evitar la mortalidad de peces por su atrapamiento dentro de estas estructuras durante los momentos de mantenimiento de las compuertas y frecuentemente se desarrolla como una actividad de manejo de las empresas de generación de energía.

Palabras claves: trópico, río Andino, energía hidroeléctrica, peces dulceacuícolas migratorios, actividades de mitigación ambiental

Abstract

Flow in discharge tunnels of hydropower plants stimulates the entrance of potamodromous fish into these structures since the dam acts as a barrier to migration. Rescue of fish in the discharge tunnel is a management strategy to reduce the probability of entrapment inside the tunnels. At the Porce III hydropower station, the presence of the fish is detected when the discharge tunnel of the Porce III plant is emptied to perform maintenance activities to the discharge gates of the generation units. In the years 2012, 2013 and 2015 the trapped fish were transported from the discharge tunnels to the channel of the Porce River, downstream of the dam. Eight species of fish were found, different from those reported in other similar structures. In the transfers, individuals of migratory species were predominant. Those species move two times by year from the lowlands of the basin to the different tributaries. This mitigation strategy has been favorable to avoid fish mortalities due to their entrapment within these structures during their maintenance and it has been frequently adopted as a management activity by hydropower companies.

Key words: Tropics, Andean River, hydropower, freshwater migratory fish, management strategy

Los peces potamódromos en la cuenca del río Magdalena comprenden cerca de 19 especies (López-Casas et al. 2016, Usma et al. 2013). La migración de peces a lo largo de los cauces de los ríos Magdalena-Cauca es una estrategia de

vida de estas especies que busca mantener la abundancia de la población, usando diferentes ambientes que ofrezcan condiciones ambientales favorables para desovar, incubar durante la deriva, alimentarse y encontrar refugio (Jiménez-

¹. Grupo de Ictiología, Instituto de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

². Unidad de Gestión Ambiental y Social de Generación de Energía; Empresas Públicas de Medellín, Medellín, Colombia.

³. Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.

* Autor para correspondencia: <luz.jimenez@udea.edu.co>

Recibido: junio de 2017; aceptado: febrero de 2018.

Segura et al. 2016). Durante las migraciones de peces que se suceden dos veces al año en esta cuenca, individuos de diferentes tamaños se desplazan masivamente entre sistemas acuáticos diferentes (ciénagas → caños de conexión → cauce del río → tributarios → cauce del río → caños de conexión → ciénagas) buscando lugares para desovar. Durante estos periodos de migración, en las zonas de la cuenca abajo de los 200 m s.n.m. de elevación, los pescadores artesanales aumentan su actividad y este evento de carácter biológico se transforma en una actividad comercial que impacta fuertemente la cultura de la población ribereña.

Los embalses en la región andina colombiana tienen sus orígenes a finales del siglo XIX (Jiménez-Segura et al. 2011), y hasta la década de 1970 se construyeron principalmente arriba de los 1000 m s.n.m. de elevación. En las últimas cuatro décadas, los embalses con capacidades de generación superior a 100 MW se han construido en cauces abajo de los 1000 m s.n.m. de elevación dentro de la red hidrológica del río Magdalena (Jiménez-Segura et al. 2014). Estos embalses son una barrera que evita que los peces migratorios continúen su

movimiento ascendente en búsqueda de áreas para desovar (López-Casas et al. 2016). Al encontrar la presa, ingresan a los túneles atraídos por el flujo de agua de la descarga y dentro de ellos, se acumulan en las estructuras diseñadas para disipar los gradientes de la presión del agua (López-Casas et al. 2014). Frente a este escenario, algunas de las empresas del sector hidroeléctrico han desarrollado nuevas estrategias de prevención y mitigación dentro de sus planes de manejo para evitar la mortalidad de estos ejemplares dentro de estas estructuras. Esta comunicación presenta los resultados de las acciones de mitigación que ha realizado Empresas Públicas de Medellín (EPM) para reducir el efecto que puede tener sobre los peces su atrapamiento dentro de los túneles de descarga en la Central hidroeléctrica Porce III.

La central hidroeléctrica Porce III se encuentra sobre el cauce del río Porce en la cuenca alta del río Nechí, afluente del río Cauca, principal tributario del río Magdalena. Porce III tiene una capacidad instalada de 700 MW, para una generación firme de 3.605 GW hora/año. La presa del embalse Porce III se localiza a los 540 m s.n.m. de elevación (figura 1).

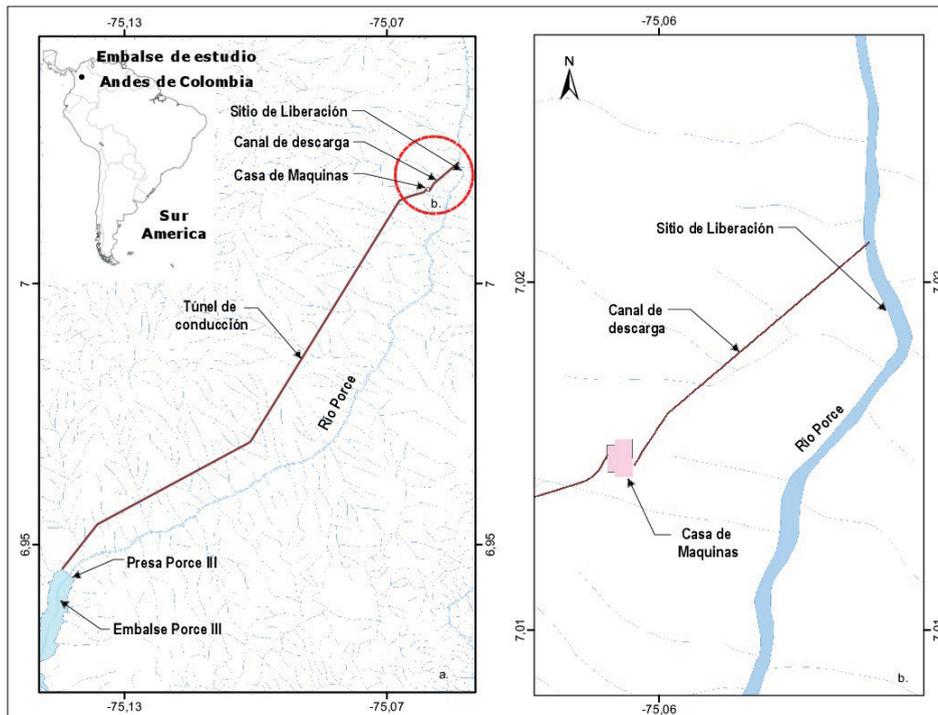


Figura 1. Localización de la cuenca del río Porce, de los embalses Porce II y Porce III y distribución de las estructuras asociadas con el túnel de descarga de la central Porce III.

En esta elevación, la probabilidad que individuos de especies migratorias se encuentren dentro del cauce del río es alta, pero el ingreso de peces al interior de los túneles de descarga de agua turbinada de la Central no fue identificado en los estudios de impacto ambiental del proyecto, debido a que las características del río, en términos de la velocidad del agua y de su pendiente, reducen la efectividad de los métodos para la captura de peces en estos estudios. Adicionalmente, estas especies no fueron registradas por los pobladores de la región y tampoco se observó actividad pesquera asociada con ellas. Sin embargo, teniendo en cuenta la política de responsabilidad social y ambiental de Empresas Públicas de Medellín (EPM), la actividad de rescate y liberación de peces se incorporó dentro de los Planes de Manejo Ambiental para la fase de operación de la central, para mitigar esta situación que compromete la sobrevivencia de ejemplares de especies migratorias dentro de los túneles de descarga cuando éstos se vacían para realizar actividades especiales de mantenimiento de las turbinas y sus compuertas de descarga.

Entre los años 2012 y 2015 se realizaron tres actividades de rescate de peces en el túnel de descarga de la central Porce III (figura 2). Con la ayuda de un equipo que proveía energía eléctrica pulsada (método de pesca eléctrica) los peces fueron aturdidos y capturados con la ayuda de redes de arrastre (chinchorro: 5 m longitud, 3 m alto, 1 cm de abertura de malla) y de caída (atarrayas con diferentes aberturas de malla y altura: 0,5 m y 2 m de alto y 2 cm y 4 m de alto); inmediatamente fueron depositados en canecas con agua, con oferta permanente de oxígeno y solución tranquilizante (eugenol) según lo recomendado por Javahery et al. (2012). Los ejemplares capturados fueron identificados hasta el nivel de especie, según la categoría taxonómica actualizada a 2015 (Eschmeyer y Fong 2017). Para esto se emplearon las claves taxonómicas de Buckup (1992), Dahl (1971) y Maldonado-Ocampo et al. (2005) así como las descripciones contenidas en Jiménez-Segura et al. (2014). Posteriormente, los peces vivos fueron liberados en el río Porce (figura 2).



Figura 2. Registro fotográfico del rescate de peces en el canal de descarga de la central Porce III.

En las actividades de rescate en el túnel de descarga de la central Porce III se encontraron ocho especies de peces y se trasladaron al río Porce 352 individuos (tabla 1). En agosto del 2012 se rescataron y trasladaron al cauce principal del río 81 individuos de cuatro especies (*Prochilodus magdalenae*, *Astyanax microlepis*, *Roeboides dayi* y *Andinoacara latifrons*). En junio del 2013 fueron trasladados 23 ejemplares de seis especies (*Ichthyoelephas longirostris*, *P. magdalenae*, *Pimelodus* spp., *A. microlepis*, *A. latifrons* y *Pimelodella chagresi*). En junio de 2015 se capturaron y trasladaron al río Porce 248 ejemplares; el 80% fueron individuos de *P. magdalenae*.

Si se suman las especies registradas en los túneles de descarga de la central Miel I, el número de especies de peces que frecuentan los túneles de descarga de las centrales hidroeléctricas asciende a catorce (tabla 1) pero la composición de especies difiere entre las dos centrales, probablemente como resultado de elevación a la que se encuentra cada una de ellas (Miel I: 145 m s.n.m.; Porce III: 560 m s.n.m.). La ictiofauna en la región andina colombiana presenta una relación inversa con la elevación (Carvajal-Quintero et al. 2015, Jaramillo-Villa et al. 2010, Jiménez-Segura et al. 2016), ocasionando que, en las diferentes elevaciones y en los diferentes sistemas acuáticos, se encuentren ensamblajes particulares a éstos

(Jiménez-Segura et al. 2016). La zona aguas abajo de la presa en el río La Miel se encuentra en elevaciones entre los 145 y 140 m s.n.m., lo que explica que se encuentren ejemplares de especies de zonas bajas y varias de ellas, especies migratorias. En el caso de las zonas aguas abajo de la presa Porce III, que se encuentra entre los 540 y 323 m de elevación, aunque presentó especies de peces típicas de ríos de plano de inundación como *R. dayi* y *Pimelodus yuma*, se observó predominio de especies de pequeños ríos de montaña como *A. latifrons*.

Los meses en los que se realizaron los rescates corresponden a los periodos en que las lluvias se reducen y los ríos disminuyen caudal (junio-agosto). El río Magdalena-Cauca presenta un régimen hidrológico fuertemente bimodal, con dos periodos de crecientes. Durante los dos periodos de aguas bajas, los peces que se encuentran en las zonas abajo de los 200 m s.n.m. de elevación comienzan la migración hacia las zonas medias y altas de los cauces en búsqueda de lugares apropiados para desovar (López-Casas et al. 2016). En los tres rescates, el número de especies, la composición y distribución de la abundancia relativa fue diferente (figura 3). En el segundo rescate se observó el mayor número de especies migratorias (*P. magdalenae* (bocachico), *Pimelodus grosskopfii* (capaz), *I. longirostris* (jetudo)) y la distribución equitativa de la abundancia de cada una de las

Tabla 1. Número de individuos de las especies de peces rescatados en los túneles de las centrales Porce III y Miel I (Datos tomados de López-Casas et al. 2014). +: Especie migratoria (Usma et al. 2013).

Familia	Especie	Nombre común	La Miel	Porce
Bryconidae	<i>Brycon rubricauda</i> Steindachner, 1879 +	Mueluda	3	
	<i>Salminus affinis</i> Steindachner, 1880 +	Picuda	3	
Anostomidae	<i>Leporellus vittatus</i> (Valenciennes, 1850)	Filipino, Corunta	2	
	<i>Megaleporinus muyscorum</i> Steindachner, 1901 +	Moino	264	
Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i> Steindachner, 1879 +	Bocachico	654	240
	<i>Ichthyoelephas longirostris</i> (Steindachner, 1879) +	Pataló	15	7
Characidae	<i>Astyanax microlepis</i> Eigenmann 1913	Sardina		71
	<i>Roeboides dayi</i> (Steindachner 1878)	Juan viejo, changuito		17
Crenuchidae	<i>Characidium phoxocephalum</i> Eigenmann 1912	Mazorco		1
Trichomycteridae	<i>Trichomycterus</i> spp		1	
Heptapteridae	<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy y Gaimard, 1824)	Guabina	1	
Pimelodidae	<i>Pimelodus</i> spp +	Capaz		1
	<i>Pimelodella chagresi</i> (Steindachner 1876)	Bagrecito		1
Cichlidae	<i>Andinoacara latifrons</i> (Steindachner 1878)	Mojarra azul		14

especies. El bocachico estuvo presente en todos los rescates y en los dos últimos, se encontraron ejemplares de jetudo. En el rescate del 2015 se encontraron grandes cantidades de ejemplares de bocachico, lo que puede ser reflejo de que en ese momento se encontraba activa la migración de esa especie por el cauce del río Porce.

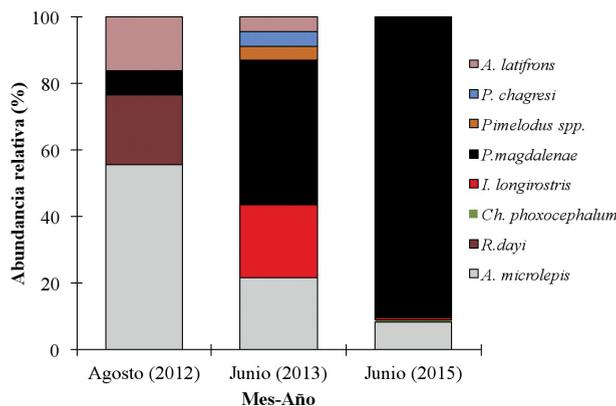


Figura 3. Distribución de la abundancia relativa (%) de cada especie en cada momento de rescate dentro de los túneles de descarga de Porce III.

La presencia de dos especies migratorias de importancia comercial para la pesca artesanal a la elevación de la presa de Porce III no es una casualidad. Los individuos de las especies del género *Prochilodus* e *Ichthyoelephas* son nadadores activos que migran en dirección contraria al flujo, por los cauces de los ríos en busca de zonas para desovar; alcanzan los 1300 m s.n.m. en el caso de *P. magdalenae* y los 1000 m s.n.m. en el caso de *I. longirostris* en el río Cauca (Jiménez-Segura et al. 2016). El río Porce es un tributario del río Nechí, siendo este río una de las áreas más importantes para el desove en la cuenca del río Magdalena (Moreno C, datos no publicados) así que no es de extrañar que ejemplares de estas especies alcancen los 560 m s.n.m. de elevación en el río Porce durante sus movimientos asociados con la reproducción.

El flujo unidireccional que ofrecen los túneles, su cambio en la pendiente y, las oscilaciones en el volumen asociado con la generación de energía crean condiciones ideales para que los peces, en especial migratorios, entren en estas estructuras y bajo condiciones particulares queden atrapadas. Este fenómeno, es al parecer es común y puede presentarse en otras centrales hidroeléctricas ubicadas en ríos andinos, sin embargo, los reportes son escasos, aunque necesarios, pues de documentarse mejor el fenómeno

podrían tomarse medidas que permitieran el mejor manejo de tales eventos.

Estos resultados son relevantes para que las empresas generadoras de energía continúen incorporando estrategias para monitorear la presencia de ictiofauna dentro de las estructuras, así como para emprender acciones para su rescate y liberación que permitan reducir el riesgo de muerte de los peces y promover la conservación de sus poblaciones.

AGRADECIMIENTOS

A Empresas Públicas de Medellín (EPM) por la gestión ambiental que hace en sus centrales hidroeléctricas y por el interés de conocer la respuesta de la fauna íctica ante la modificación en que se incurre al construir un embalse. A los funcionarios de EPM (Unidad Operaciones Porce y Unidad Gestión Ambiental y Social Generación Energía), contratistas, guardabosques de los predios y administradores del embalse Porce III y a los profesionales de la Universidad de Antioquia por el acompañamiento en las jornadas de rescate. A los evaluadores de este manuscrito por sus acertadas recomendaciones y aportes.

REFERENCIAS

- Buckup PA. 1992. Redescription of *Characidium fasciatum*, Type Species of the Characidiinae (Teleostei, Characiformes). *Copeia* 4: 1066-1073.
- Carvajal-Quintero JD, Escobar F, Alvarado F, Villa-Navarro FA, Jaramillo-Villa U, Maldonado-Ocampo JA. 2015. Variation in freshwater fish assemblages along a regional elevation gradient in the northern Andes, Colombia. *Ecology and Evolution*, 5(13): 2608–2620. DOI:10.1002/ece3.1539
- Dahl G. 1971. Los peces del Norte de Colombia. Bogotá: Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables (INDERENA, Ministerio de Agricultura).
- Eschmeyer WNR, Fong JD. 2017. Catalog of fishes. San Francisco (CA): California Academy of Sciences; [fecha de acceso julio 10, 2017]. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/speciesbyfamily.asp>
- Jaramillo-Villa U, Maldonado-Ocampo JA, Escobar F. 2010. Altitudinal variation in fish assemblage diversity in streams of the central Andes of Colombia. *Journal of Fish Biology*, 76: 2401–2417. DOI:10.1111/j.1095-8649.2010.02629.x
- Javahery S, Nekoubin H, Moradlu AH. 2012. Effect of anesthesia with clove oil in fish (review). *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(6): 1545-1552. DOI: 10.1007/s10695-012-9682-5
- Jiménez-Segura LF, Palacio J, Leite R. 2010. River flooding and reproduction of migratory fish species in the Magdalena River

- Basin, Colombia. Ecology of Freshwater Fish, 19(2): 178–186. DOI:10.1111/j.1600-0633.2009.00402.x
- Jiménez-Segura LF, Álvarez-León R, Gutiérrez-Bonilla F, Hernández S, Valderrama M, Villa-Navarro F. 2011. La pesca y los recursos pesqueros en los embalses colombianos. En: CA Lasso, F Gutiérrez, M Morales-Betancourt, E Agudelo, H Ramírez-Gil, RE Ajiaco-Martínez editores. II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena- Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. p. 233-281.
- Jiménez-Segura LF, Álvarez J, Ochoa LO, Loaiza A, Londoño JP, Restrepo-Santamaría D, Aguirre K, Hernández A, Correa JD, Jaramillo-Villa U. 2014. Guía Ilustrada Peces Cañón del río Porce, Antioquia. Medellín: Empresas Públicas de Medellín-Universidad de Antioquia.
- Jiménez-Segura LF, Restrepo-Santamaría D, López-Casas S, Delgado J, Valderrama M, Álvarez J, Gómez D. 2014. Ictiofauna y desarrollo del sector hidroeléctrico en la cuenca del río Magdalena – Cauca, Colombia. Biota Colombiana, 15(2): 3–25. <http://dx.doi.org/10.21068/bc.v15i2.317>
- Jiménez-Segura LF, Galvis-Vergara G, Cala-Cala P, García-Alzate CG, López-Casas S, Ríos-Pulgarín MI, Arango GA, Mancera-Rodríguez N, Gutiérrez-Bonilla F, Álvarez-León R. 2016. Freshwater fish faunas, habitats and conservation challenges in the Caribbean river basins of north-western South America. Journal of Fish Biology, 89(1): 65–101. DOI: 10.1111/jfb.13018
- Landínez-García RM, Márquez LJ. 2016. Development and characterization of 24 polymorphic microsatellite loci for the freshwater fish *Ichthyoelephas longirostris* (Characiformes: Prochilodontidae). PeerJ 4:e2419. <https://doi.org/10.7717/peerj.2419>
- López-Casas S, Jiménez-Segura LF, Pérez-Gallego CM. 2014. Peces migratorios al interior de una central hidroeléctrica: caso Miel I, cuenca del río Magdalena (Caldas-Antioquia), Colombia. Biota Colombiana, 15(2): 26– 39. <http://hdl.handle.net/20.500.11761/9453>
- López-Casas S, Jiménez-Segura LF, Agostinho AA, Pérez-Gallego CM. 2016. Potamodromous migrations in the Magdalena River basin: bimodal reproductive patterns in neotropical rivers. Journal of Fish Biology, 89(1): 157-71. DOI: 10.1111/jfb.12941
- Maldonado-Ocampo JA, Ortega-Lara A, Usma JS, Galvis G, Villa-Navarro FA, Vásquez L, Prada-Pedreras S, Ardila C. 2005. Peces de los Andes de Colombia. Bogotá (Colombia): Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Usma-Oviedo S, Villa-Navarro F, Lasso CA, Castro F, Zuñiga PT, Cipamocha CA, Ortega-Lara A, Ajiaco RE, Ramírez-Gil H, Jiménez-Segura LF, Maldonado-Ocampo JA, Muñoz J, Suarez JT. 2013. Peces Dulceacuícolas Migratorios. En: Zapata IA, Usma JS editores. Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia, Vol. 2. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. WWF-Colombia. p. 216–485.