

Recomendaciones socioecológicas para el manejo del camarón de río *Cryphiops caementarius* frente a encauzamientos fluviales en el norte semiárido de Chile

*Socioecological recommendations for the management of the freshwater prawn *Cryphiops caementarius* against rivers channelings in the semiarid north of Chile*

Carlos Velásquez^{1*}, Yeriko Alanís¹, María Cristina Morales² y Francisco Cárcamo¹

RESUMEN

Cryphiops caementarius es un camarón nativo que sostiene una pesquería artesanal en cuencas del norte de Chile, especialmente en la cuenca del río Choapa. Actualmente sus poblaciones se encuentran amenazadas por los continuos encauzamientos fluviales derivados de la megasequía que afecta a esta zona del país. Basados en el conocimiento científico y tradicional de *C. caementarius* y la cuenca, se recomendaron medidas para preservar el hábitat de los tramos fluviales que serán intervenidos y de este modo reducir el riesgo de mortandades de camarones. Las medidas fueron direccionadas hacia un trabajo colaborativo entre los ejecutores de las obras y las organizaciones de camaroneros del Choapa, cuya experiencia permitió identificar parches de hábitats de resguardo para camarones, sin mortandades reportadas. Esta es la primera vez en Chile que se consideran criterios socioecológicos como medidas de mitigación para reducir el impacto de encauzamientos, frente a una especie con problemas de conservación.

Palabras clave: Chile, sequía, encauzamientos, camarones dulceacuícolas, gestión hídrica.

ABSTRACT

Cryphiops caementarius is a native prawn that supports an artisanal fishery in basins of northern Chile, especially in the Choapa river basin. Currently their populations are threatened by the continuous rivers channelings derived from the mega drought that affects this area of the country. Based on scientific and traditional knowledge of *C. caementarius* and the basin, measures were recommended to preserve the habitat of the fluvial sections to be intervened and thus reduce the risk of prawn mortalities. The measures were directed towards a collaborative work between the executors of the works and the prawn's fisher of Choapa, whose experience allowed identifying patches of shelter habitats for prawns, without reported deaths. This is the first time in Chile, that socioecological criteria are considered as mitigation measures to reduce the impact of channelings, against a species with conservation problems.

Keywords: Chile, drought, channeling, freshwater prawns, water management.

El camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) es una especie de relevancia ecológica y económica en las cuencas del norte de Chile, y constituye una pesquería artesanal de pequeña escala (Morales y Meruane, 2013), en un territorio que abarca desde la cuenca del río Lluta hasta la cuenca del río Aconcagua (~18°-33°S) (Velásquez *et al.*, 2020). Actualmente las poblaciones de esta especie se encuentran fuertemente sometidas a diversas presiones ambientales de origen antrópico, como la sobrepesca, fragmentación de hábitat

y escasez hídrica, que han puesto en riesgo su conservación, así como la sustentabilidad de su pesquería (Velásquez *et al.*, 2022a,b). El año 2013, el Ministerio de Medio Ambiente (MMA), a través del reglamento de clasificación de especies, incluyó a *C. caementarius* en la categoría Vulnerable (VU), lo que significa que es una especie amenazada con una alta probabilidad de extinción en estado silvestre. Entre los factores de riesgo de mayor relevancia se encuentran los encauzamientos de los ríos (Velásquez *et al.*, 2022b), los cuales se han

¹ Departamento Repoblación y Cultivo, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Puerto Montt, Chile.

² Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte (UCN), Coquimbo, Chile.

* Autor por correspondencia: cfvelasque@gmail.com

intensificado durante la última década producto de la megasequía que afecta a las cuencas del norte de Chile (Garreaud *et al.*, 2020).

Los encauzamientos consisten en direccionar el flujo y volumen de agua de un tramo fluvial para lograr un caudal continuo y homogéneo, mediante la intervención de la morfología del cauce (p.ej. eliminación de meandros y canales), remoción de elementos biofísicos del hábitat (p.ej. rocas de gran tamaño, macrófitas acuáticas y vegetación ribereña) y materiales antropogénicos (p.ej. microbasurales en riberas) (Mattingly *et al.*, 1993), generalmente a través de la utilización de maquinaria pesada, como retroexcavadoras. De este modo, las aguas encauzadas son utilizadas para abastecimiento de agua potable y desarrollo de actividades económicas locales, como agricultura y minería, durante los períodos más secos del año (Bitran *et al.*, 2014; Nicolás-Artero, 2021).

Este tipo de intervenciones alteran significativamente la dinámica hidrológica y la morfología de los ríos, al generar pérdida de hábitat y conectividad fluvial (Nilsson y Berggren, 2000; Moraga *et al.*, 2022) e impactar directamente sobre la biodiversidad acuática (Brooker, 1985; Bahamonde *et al.*, 1998) y en particular sobre especies anfídomas como *C. caementarius*, causando mortandades como las registradas en las principales cuencas semiáridas de Chile, como los ríos Copiapó, Huasco y Choapa (Velásquez *et al.*, 2022a). Históricamente este tipo de acciones no han considerado medidas de mitigación para la conservación biológica del sistema que será intervenido. Además, según el Decreto Superior 40/12 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), los encauzamientos no están clasificados como una actividad que deba someterse a una evaluación de impacto ambiental, excepto: (1) si sus volúmenes de extracción o movimiento de fango, grava, arena u otros materiales son superiores o iguales a 50.000 m³ por medio de cualquier tipo de maquinaria; (2) si implica un cambio o modificación del cauce de modo permanente, y (3) que la zona de intervención esté declarada como área preferencial para la pesca recreativa.

En cuencas como la del río Choapa los encauzamientos son una práctica habitual, especialmente en las zonas baja y media (Velásquez *et al.*, 2022b), que coinciden con los sectores históricos de pesca y acciones de repoblación de juveniles de *C. caementarius* (UCN, 2013; IFOP, 2022) (Figura 1). Durante el período de 2019 a

2021 esta cuenca fue decretada como zona de escasez hídrica por el Ministerio de Obras Públicas (MOP). Dicho decreto otorgó al MOP, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), las facultades para mitigar los impactos de la megasequía, mediante la ejecución de obras de encauzamientos, las cuales causaron mortandades de especies nativas como *C. caementarius* y el pejerrey *Basilichthys microlepidotus* (Jenyns, 1842) (Velásquez *et al.*, 2022a). En mayo de 2021 la DOH solicitó recomendaciones científicas al Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) y la Universidad Católica del Norte (UCN), para minimizar el impacto de los encauzamientos sobre las poblaciones de *C. caementarius* en tres tramos fluviales a lo largo de la cuenca, uno de ellos en la zona alta (~9 km de longitud) y dos en la zona media (~15 km y ~6,75 km de longitud) (Figura 1).

Monitoreos bioecológicos realizados por Velásquez *et al.* (2022c) indican que la cuenca del río Choapa presenta un alto grado de intervención antrópica, con condiciones perturbadas de calidad de agua. No obstante, también exhibe condiciones de idoneidad en cuanto a la diversidad de hábitats fluviales, como meandros y canales, zonas de rápidos y pozones, incorporando elementos biofísicos que estructuran la heterogeneidad del hábitat bentónico, como sustrato con rocas y bolones, intersticios, bancos subacuáticos de macrófitas (p.ej. *Zannichelia palustris* L., *Myriophyllum* spp. y algas verdes filamentosas) y vegetación ribereña (p.ej. *Nasturtium officinale* W.T. Aiton y *Baccharis* spp.), que son utilizados como refugio, sitios de alimentación y reproducción por parte de *C. caementarius*. La disponibilidad de hábitats explicaría la persistencia de sus poblaciones en una cuenca altamente perturbada. Varios estudios han demostrado que el resguardo de estos elementos potencia la resiliencia de las condiciones de habitabilidad en el río para crustáceos dulceacuícolas (Iwatta *et al.*, 2003; Kikkert *et al.*, 2009; Kounthongbang *et al.*, 2021).

En este contexto, basados en el conocimiento científico y tradicional de *C. caementarius* y su hábitat, se recomendaron ocho medidas para preservar el hábitat de los tramos fluviales que se intervendrán y de este modo reducir el riesgo de mortandades de sus poblaciones:

- 1) No intervenir los sitios donde se realizan habitualmente acciones de repoblación (UCN,

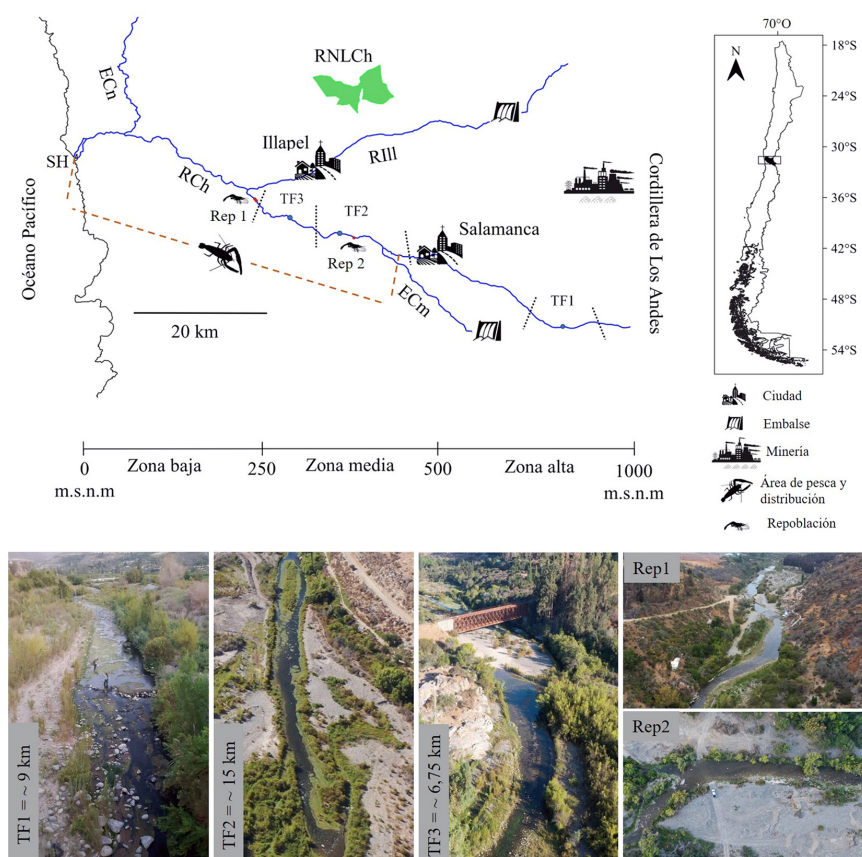


Figura 1. Localización geográfica de la cuenca semiárida del río Choapa, centro-norte de Chile. Se indica la estratificación espacial de los tramos fluviales (TF) que se encauzarán encauzar (TF1 = ~9 km, TF2 = ~15 km, TF3 = ~6,75 km), los sitios de repoblación de *C. caementarius* (Rep1, Rep2), el área de pesca y la distribución altitudinal de las poblaciones en la cuenca (línea discontinua) y la Reserva Nacional Las Chinchillas (RNLCh; área verde). Cursos fluviales: río Choapa (RCh), río Illapel (RIll), estero Camisas (ECn), estero Canela (ECn) y Salinas de Huentelauquén (SH).

2013; IFOP, 2022) (Figura 1) o durante el período de veda reproductiva desde el 1 de diciembre hasta el 30 de abril (D.S. N° 145 de 1986).

- 2) Considerar el ciclo de vida e historia natural de *C. caementarius* en la cuenca. Tradicionalmente, la literatura indica que las hembras ovígeras migran río abajo durante la época de primavera y verano, desde los hábitats fluviales hacia el hábitat estuarino, para que ocurra la eclosión de los huevos, desarrollo larval y el posterior retorno de los juveniles río arriba para completar su ciclo de vida (p.ej. Bahamonde y Vila, 1971). No obstante, las organizaciones de camaroneros de la cuenca del río Choapa, que poseen un alto nivel de conocimiento respecto a la distribución, migración y sectores históricos de pesca de *C. caementarius*, particularmente

de las características ambientales que favorecen y desfavorecen su presencia en distintas zonas o sectores a lo largo de la cuenca, indican que la sequía, junto con el mal manejo de los encauzamientos, es la causante de la interrupción de las rutas migratorias de las hembras ovígeras. Esta situación las condiciona a desovar en diferentes zonas o sectores a lo largo del sistema fluvial de la cuenca y no necesariamente requiere llegar a las condiciones estuarinas de la desembocadura (Salinas de Huentelauquén) para completar su ciclo de vida (Velásquez *et al.*, 2022b).

- 3) Cada sitio de repoblación está representado por un tramo fluvial de ~500 m, donde no se debe alterar el cauce en al menos ~1 km aguas arriba y ~1 km aguas abajo, otorgando de este

modo una zona de seguridad de ~2 km de tramo fluvial por sitio. Estudios preliminares realizados por UCN (2013) e IFOP (2022) indican que los juveniles liberados en el río definen un área de desplazamiento cercana al sitio de liberación.

- 4) Antes de la intervención con maquinaria pesada, evaluar si el trabajo puede ser ejecutado manualmente por las organizaciones de camaroneros.
- 5) Si la utilización de maquinaria pesada es necesaria, esta debe maniobrar exclusivamente desde la periferia fluvial, sin ingresar al eje fluvial (Figura 2).
- 6) Resguardar los elementos biofísicos que estructuran la heterogeneidad de hábitat (rocas y bolones, intersticios, bancos subacuáticos de macrófitas y vegetación ribereña) (Figuras 2, 3).
- 7) En sectores de pesca y distribución de la especie (Figura 1) se recomienda trabajar en conjunto

con las organizaciones de camaroneros, ya que la experiencia de estos permitirá identificar hábitats de resguardo para camarones (Figura 3).

- 8) Es recomendable realizar rescates y relocalizaciones de camarones con apoyo de las organizaciones de camaroneros, considerando el ciclo de vida e historia natural de la especie en la cuenca, indicada en el punto 2. Las relocalizaciones son prácticas habituales realizadas tradicionalmente por los camaroneros para el manejo pesquero de la especie en la cuenca (Velásquez *et al.*, 2022c). No obstante, se requieren autorizaciones asociadas a la extracción y transporte de individuos, las cuales son otorgadas por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) y el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA).

En mayo de 2021 la DOH convoca a una reunión con los actores sociales con injerencia en el manejo

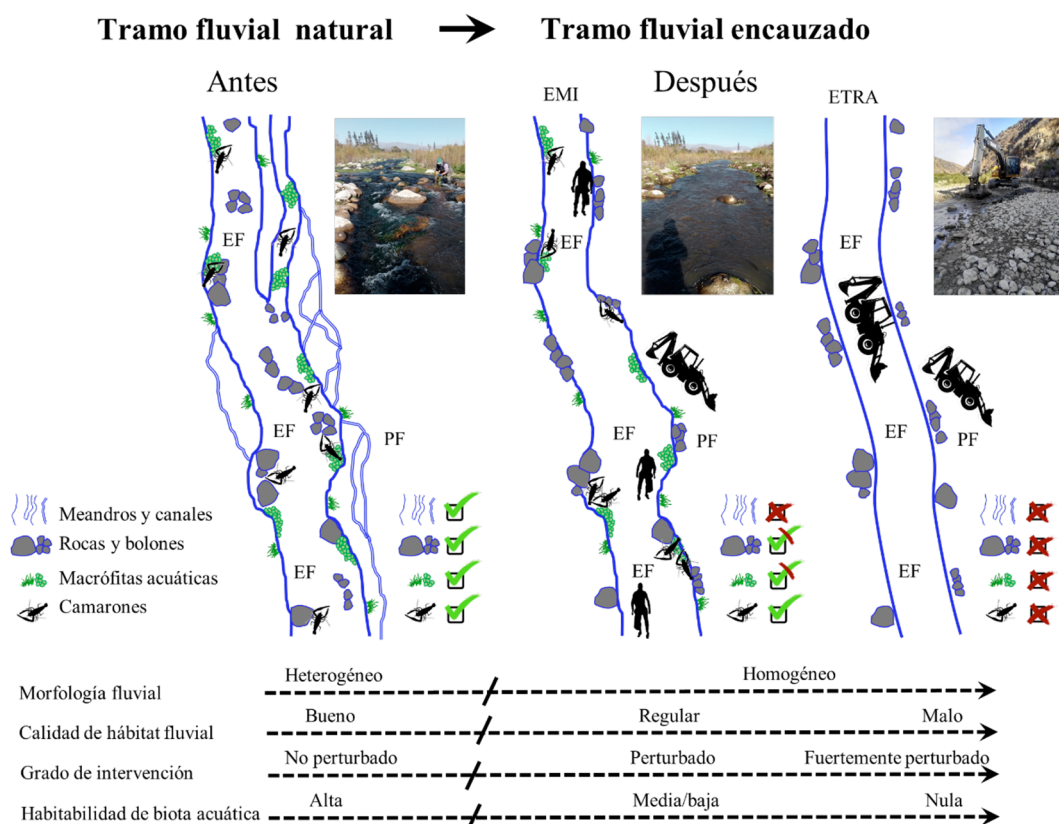


Figura 2. Representación esquemática de un tramo fluvial natural (periferia fluvial = PF, eje fluvial = EF) intervenido por dos técnicas de encauzamiento: encauzamiento mixto con camaroneros y maquinaria pesada (EMI) y encauzamiento tradicional con maquinaria pesada (ETRA). Para cada uno, se indica la afectación sobre los meandros y canales, y los elementos biofísicos del hábitat requeridos para la habitabilidad de *C. caementarius*.

y fiscalización de los recursos hídricos de la cuenca del río Choapa y las organizaciones de camaroneros, para socializar y consensuar las recomendaciones. De este modo, las recomendaciones incorporaron aspectos ecológicos, pesqueros y de manejo de *C. caementarius*, basados en el conocimiento científico (IFOP y UCN) y el conocimiento tradicional (organizaciones de camaroneros). Esta es la primera vez en Chile que se consideran formalmente criterios socioecológicos dentro de las Especificaciones Técnicas Especiales (ETE) de la DOH, como medidas de mitigación para reducir el impacto de encauzamientos de ríos, frente a una especie con problemas de conservación, lo que constituye un avance significativo respecto a la articulación de estrategias de gestión hídrica y conservación biológica en aguas continentales del norte de Chile (DOH 2021).

Finalmente, en el marco de las ETE, los encauzamientos fueron direccionados hacia un trabajo colaborativo entre los ejecutores de las obras (DOH y la empresa constructora) y las organizaciones de camaroneros, y se consideraron faenas de trabajo en el eje fluvial, ejecutadas por los camaroneros, además de la utilización de maquinaria pesada en la periferia fluvial (Figura 2). Adicionalmente, los camaroneros enviaron registros fotográficos de los tramos fluviales, antes y después de los encauzamientos (Figura 2). A partir de estas fotografías, se aplicó el índice de hábitat fluvial, el cual categoriza la capacidad del río para albergar biota acuática (Palma *et al.*, 2009; Pardo *et al.*, 2002). De este modo se evaluó la escala de afectación de la morfología fluvial (rango: heterogéneo y homogéneo) y la calidad del hábitat (rango: bueno, regular y malo) (Figura 2). En cuanto al grado de intervención del tramo, se categorizó a partir de los mecanismos de trabajo aplicados, y va desde una escala de no perturbado (tramo fluvial natural), perturbado (tramo fluvial encauzado por camaroneros y maquinaria pesada) hasta fuertemente perturbado (tramo fluvial encauzado exclusivamente con maquinaria pesada) (Figura 2) (Velásquez *et al.*, 2022c). A partir de esto, se evaluaron las condiciones de habitabilidad para la biota acuática, cuya escala depende del mecanismo de trabajo (causa) y los registros de mortandades de *C. caementarius* (efecto) (Velásquez *et al.*, 2022a), y va desde una escala alta (tramo fluvial natural sin mortandades), media/baja (tramo fluvial encauzado sin mortandades) hasta

nula (tramo fluvial encauzado con mortandades) (Figuras 2, 3).

Si bien el mecanismo de trabajo aplicado homogenizó la morfología del río, alteró la calidad del hábitat y perturbó el tramo fluvial (Figura 2), no se reportaron mortandades de camarones, ya que la experiencia de los camaroneros permitió identificar parches de hábitats de resguardo y la elaboración de refugios provisorios a través de montículos rocosos removidos por ellos mismos (Figura 3). Esto demostró que el resguardo de las condiciones de habitabilidad en el río favorece la sobrevivencia de las poblaciones de *C. caementarius* frente a encauzamientos fluviales.

Esta experiencia llevó a las organizaciones de camaroneros del Choapa a ponerse a disposición de la situación de contingencia hídrica, logrando acuerdos y transformando el uso de maquinaria pesada, por un trabajo colaborativo con ellos. De este modo se demostró que un mismo trabajo puede estar mejor planificado considerando criterios socioecológicos y observando la cuenca y la escasez hídrica como un tema en común que requiere colaboración entre los actores sociales del sistema. Las recomendaciones contenidas en este estudio proporcionan los lineamientos base para la generación de planes y programas orientados a mejorar el estado de conservación de especies hidrobiológicas frente a obras de encauzamientos en ecosistemas semiáridos.

Agradecimientos

Estudio apoyado por el Programa para la consolidación de la Estrategia Pesquero Acuícola (EPA) del camarón de río (*Cryphiops caementarius*) en la cuenca del río Choapa, financiado por el Gobierno Regional de Coquimbo (Código BIP: 30480241-0). Agradecemos particularmente a las organizaciones de camaroneros del Choapa (AG de Productores y Extractores de Recursos Dulceacuícolas del Choapa y STI Camaroneros del Choapa) por su participación en los numerosos trabajos de terreno, planificación y por compartir el vasto conocimiento que poseen de la historia natural del camarón. Agradecemos también a la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Choapa por su disposición y voluntad en diferentes instancias de coordinación junto a la institucionalidad hídrica y territorial de la cuenca, y a la Dra. Alejandra Oyanedel (IFOP, Puerto Montt) por sus valiosos comentarios a la versión preliminar de este manuscrito.

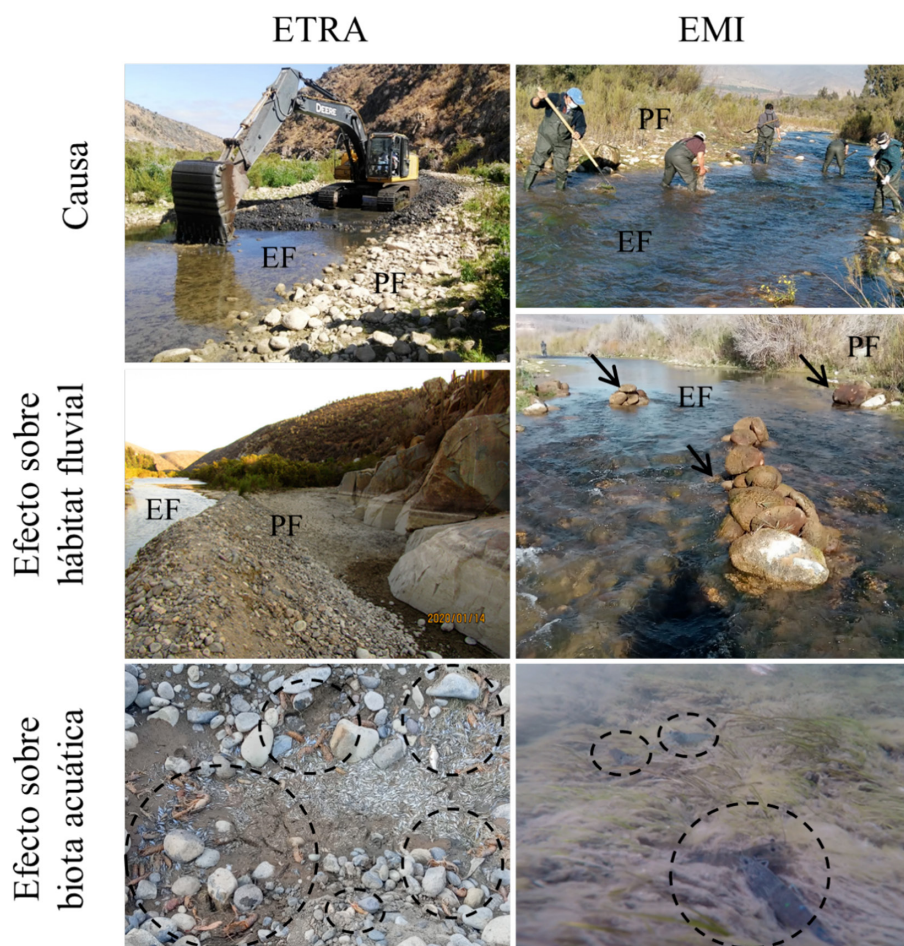


Figura 3. Tramo fluvial (periferia fluvial = PF, eje fluvial = EF) intervenido por encauzamiento tradicional (ETRA) y encauzamiento mixto (EMI) (cf. Figura 2). Para cada encauzamiento se indica el mecanismo de perturbación (causa) y los consecuentes impactos (efecto) sobre el hábitat fluvial y la biota acuática. Para ETRA nótese la destrucción del hábitat, y el impacto letal sobre camarones y peces (círculos discontinuos). Para EMI nótese la preservación del hábitat y camarones (círculos discontinuos). Las flechas negras indican montículos rocosos removidos por los camaroneros, que actúan como refugio provisorio de camarones.

Literatura citada

- Bahamonde, N.; Vila, I.
1971. Sinopsis sobre la biología del camarón de río del norte. *Biología Pesquera*, 5: 1-60.
- Bahamonde, N.; Carvacho, A.; Jara, C.; López, M.; Ponce, F.; Retamal, M.A.; Rudolph, E.
1998. Categorías de conservación de decápodos nativos de aguas continentales de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, 47: 91-100.
- Bitran, E.; Rivera, P.; Villena, M.J.
2014. Water management problems in the Copiapó Basin, Chile: Markets, severe scarcity and the regulator. *Water Policy*, 16(5): 844-863.
- Brooker, M.P.
1985. The ecological effects of channelization. *The Geographical Journal*, 151(1): 63-69.
- DOH.
2021. Encauzamiento, sequía, río Choapa, comunas de Illapel y Salamanca, Año 2021. Especificaciones Técnicas Especiales (ETE), Dirección de Obras Hidráulicas, Ministerio de Obras Públicas, Región de Coquimbo, Chile.
- Garreaud, R.D.; Boisier, J.P.; Rondanelli, R.; Montecinos, A.; Sepúlveda, H.H.; Veloso-Aguila, D.
2020. The central Chile mega drought (2010-2018): a climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology*, 40(1): 421-439.
- IFOP.
2022. Programa para la consolidación de la Estrategia Pesquero Acuicola (EPA) del camarón de río del norte (*Cryphiops caementarius*) en la cuenca del río Choapa (BIP 30480241-0). Informe final, Instituto de Fomento Pesquero, Coquimbo, Chile.

- Iwata, T.; Inoue, M.; Nakano, S.; Miyasaka, H.; Doi, A.; Covich, A.P.
2003. Shrimp abundance and habitat relationships in tropical rain-forest streams, Sarawak, Borneo. *Journal of Tropical Ecology*, 19(4): 387-395.
- Kikkert, D.A.; Crowl, T.A.; Covich, A.P.
2009. Upstream migration of amphidromous shrimps in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico: temporal patterns and environmental cues. *Journal of the North American Benthological Society*, 28(1): 233-246.
- Kounthongbang, A.; Souliyamath, P.; Chanthasone, P.; Phommachan, P.; Lasasimma, O.; Okutsu, T.; Ito, S.
2021. Daytime habitat use and abundance of a freshwater shrimp *Macrobrachium yui* Holthuis, 1950 (Decapoda: Palaemonidae) in tropical forest stream, northern Laos. *Crustacean Research*, 50: 151-163.
- Mattingly, R.L.; Herricks, E.E.; Johnston, D.M.
1993. Channelization and levee construction in Illinois: review and implications for management. *Environmental Management*, 17(6): 781-795.
- Moraga, D.; Vivancos, A.; Ruiz, V.H.; Rojas, O.; Díaz, G.; Manosalva, A.; Vega, P.; Habit, E.
2022. A century of anthropogenic river alterations in a highly diverse river coastal basin: Effects on fish assemblages. *Frontiers in Environmental Science*, 10: 943586.
- Morales, M.C.; Meruane, J.
2013. The northern river shrimp *Cryphiops caementarius* (Decapoda, Palaemonidae). Research chronology between 1958 and 2008, I: distribution, population status, biology and life cycle. *Crustaceana*, 86(12): 1441-1451.
- Nilsson, C.; Berggren, K.
2000. Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation. *BioScience*, 50(9): 783-792.
- Nicolás-Artero, C.
2021. Ensuring access to water in an emergency context: Towards an overexploitation and contamination of water resources? *Social & Legal Studies*, 31(3): 459-476.
- Palma, A.; Figueroa, R.; Ruiz, V.H.
2009. Evaluación de ribera y hábitat fluvial a través de los índices QBR e IHF. *Gayana*, 73(1): 57-63.
- Pardo, I.; Álvarez, M.; Casas, J.; Moreno, J.L.; Vivas, S.; Bonada, N.; Alba-Tercedor, J.; Jáimez-Cuéllar, P.; Moyà, G.; Prat, N.; Robles, S.; Suárez, M.L.; Toro, M.; Vidal-Abarca, M.R.
2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21(3-4): 115-133.
- UCN.
2013. Una nueva estrategia pesquera-acuícola para el camarón de río del norte, bases para la generación de un programa de manejo sustentable (Fondef D08I1104). Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.
- Velásquez, C.; Henríquez-Antipa, L.; Torres-Avilés, D.; Wilson, A.E.; Alanís, Y.; Cárcamo, F.
2020. Knowledge status of predators of the freshwater prawn *Cryphiops caementarius* (Decapoda: Palaemonidae) in river systems along the North Western Andean region from Perú and Chile. *Revista de Biología Tropical*, 68(4): 1062-1072.
- Velásquez, C.; Alanís, Y.; Cárcamo, F.
2022a. Mortandades masivas del camarón de río *Cryphiops caementarius* causadas por la crisis hídrica en el norte semiárido de Chile. *Neotropical Biodiversity*, 8(1): 151-155.
- Velásquez, C.; Alanís, Y.; Torres-Avilés, D.; Wilson, A.E.; Cárcamo, F.
2022b. Camarones, camaroneros y escasez hídrica: desafíos para la sostenibilidad pesquera de *Cryphiops caementarius* en la cuenca semiárida del río Choapa, Chile (2019-2021). *Marine and Fisheries Sciences (MAFIS)*, 35(2): 237-254.
- Velásquez, C.; Wilson, A.E.; Torres-Avilés, D.; Alanís, Y.; Cárcamo, F.; Morales, M.C.; Tapia, C.
2022c. Propuesta de plan de manejo integrado para el camarón de río del norte (*Cryphiops caementarius*) en la cuenca del río Choapa. Instituto de Fomento Pesquero, Coquimbo. 108 p.

