

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Proyecto Final de Graduación presentado para optar al grado de Licenciatura en
Ecología y Gestión de Ambientes Acuáticos

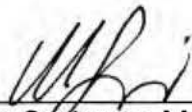
Valoración de los estudios de fauna acuática en la Evaluación de Impacto Ambiental
de la extracción de materiales en cauce de dominio público y propuestas para el
biomonitoreo acuático

Isabel Alvarado Raventós

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2018

TRIBUNAL EXAMINADOR



Mónica Springer, M.Sc.
Directora



Gerardo Umaña Villalobos, M.Sc.
Lector



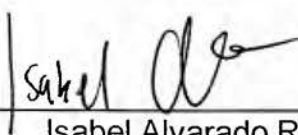
Marco V. Retana López, M.Sc.
Lector



Gerardo Ávalos Rodríguez, Ph.D
Representante del Director de la Escuela de Biología



Germán Vidaurré Fallas, Dr.
Representante del Decano de la Facultad de Ciencias
Presidente del Tribunal Examinador



Isabel Alvarado Raventós
Candidata

A los seres que mueven las fronteras de lo posible
y nos permiten mirar el mundo con otros ojos,
por inspirar, crear y compartir

RECONOCIMIENTOS y AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue posible gracias a una institucionalidad que entiende que la única forma de defender a nuestro ambiente es brindando acceso público. En este sentido, agradecerle a Etelberto Chavarría de la Dirección de Geología y Minas por facilitarme acceso a las bases de datos y a su apertura en escuchar mis críticas. También agradecerle a los funcionarios de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, particularmente a Karina Vanegas de Archivo y a M.Sc. Víctor Villalobos Rodríguez, Jefe de Auditoría y Seguimiento Ambiental, por la dedicación a comunicar información, que si bien es de acceso público, es compleja de facilitar a las personas.

Esta investigación es producto del trabajo conjunto, por lo que quisiera agradecerle a Marlon Morúa, su ayuda con la construcción de mapas, pero además por su sed de construir conocimientos interdisciplinarios y sus palabras de aliento. También agradecer a mi comité de tesis, por todo lo que me enseñaron, las preguntas que mejoraron esta investigación y por guiarme con un tema tan complejo. Quisiera también mencionar a personas de distintas disciplinas, que sacaron el tiempo para conversar conmigo y permitirme ver otros lados del problema: Ciska Raventós, Tania Rodríguez, Rotsay Rosales y Mauricio Álvarez.

Por último, agradecer a todas las personas de mi vida que inspiraron en este proceso de búsqueda, por apoyo incansable. Este trabajo es mi forma de aportar por todos estos años de educación pública, de aprender y luchar por un mundo más justo y solidario.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-------------|
| TRIBUNAL EXAMINADOR | II |
| DEDICATORIA | III |
| RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS | IV |
| ÍNDICE DE FIGURAS | VII |
| ÍNDICE DE CUADROS | VIII |
| ÍNDICE DE ANEXOS | VIII |
| RESUMEN | 1 |
| CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 2 |
| I. ANTECEDENTES | 6 |
| A. <u>MARCO JURÍDICO PARA LA EXTRACCIÓN EN CDP</u> | 6 |
| B. <u>DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA Y MINAS (DGM)</u> | 7 |
| C. <u>SECRETARÍA TÉCNICA NACIONAL AMBIENTAL (SETENA)</u> | 9 |
| D. <u>PRÁCTICA EXTRACTIVA PARA CASOS DE CDP EN COSTA RICA</u> | 12 |
| E. <u>ECOSISTEMAS DE AGUA DULCE</u> | 15 |
| II. JUSTIFICACIÓN | 19 |
| III. ALCANCES | 20 |
| IV. OBJETIVOS | 20 |
| A. <u>OBJETIVO GENERAL:</u> | 20 |
| B. <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</u> | 20 |
| CAPÍTULO II. METODOLOGÍA | 22 |
| I. MUESTRA DE INVESTIGACIÓN: | 22 |
| II. EVALUACIÓN DE ESTUDIOS DE FAUNA ACUÁTICA EN EIA | 24 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS | 26 |
| I. EXPEDIENTES MINEROS | 26 |
| A. <u>DELIMITACIÓN DE LA MUESTRA: LIBROS DE INSCRIPCIÓN (LI) Y CATASTRO NACIONAL MINERO (CNM)</u> | 26 |
| B. <u>PRÁCTICA EXTRACTIVA EN CDP (2000-2015)</u> | 29 |
| II. EXPEDIENTES DE VIABILIDAD AMBIENTAL | 37 |
| A. <u>DIAGNÓSTICO GENERAL</u> | 38 |
| B. <u>MONITOREO. PLANES DE GESTIÓN AMBIENTAL E INFORMES DE REGENCIA</u> | 46 |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN | 50 |
| I. EXPEDIENTES MINEROS | 50 |
| II. EXPEDIENTES CON VIABILIDAD AMBIENTAL | 56 |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO VI. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES | 66 |
| I. GUÍA PARA LA SETENA | 68 |
| A. <u>MODIFICACIONES A LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA</u> | 69 |
| B. <u>CONTROL SOBRE IRAS</u> | 73 |
| C. <u>FORMATO DE RECEPCIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS EsIA E IRAs</u> | 76 |
| D. <u>ANÁLISIS GLOBAL POR PRÁCTICA MEDIANTE COMISIÓN</u> | 77 |
| II. CONSTRUCCIÓN DE UNA NORMA SOBRE EL DISEÑO EXPERIMENTAL Y LA PROTOCOLIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE DIVERSIDAD BIOLÓGICA, PARTICULARMENTE FAUNA ACUÁTICA | 78 |
| A. <u>¿PARA QUÉ HACER UN ESTUDIO DE FAUNA ACUÁTICA?</u> | 78 |
| B. <u>¿QUÉ ORGANISMOS DEBEN SER PARTE DEL ESTUDIO?</u> | 79 |
| C. <u>¿QUÉ DATOS SE NECESITAN PARA MEDIR EL ECOSISTEMA?</u> | 81 |
| CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES | 84 |
| BIBLIOGRAFÍA | 88 |
| ANEXOS: | 94 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Fig. 1. Fases de solicitud y otorgamiento de concesiones de minería no metálica en Cauce de Dominio Público..... | 9 |
| Fig. 2. Fases de la EIA realizada por la SETENA | 10 |
| Fig. 3. Distribución de concesiones por tipo de extracción en el CNM, en números absolutos. Actualizado al 28 de agosto del 2016. | 28 |
| Fig. 4. Distribución porcentual de los expedientes con tasa de extracción por provincia, para concesiones de extracción en CDP, periodo 2000-2015..... | 30 |
| Fig. 5. Distribución porcentual de los expedientes con tasa de extracción por cuenca, para concesiones de extracción en CDP, periodo 2000-2015..... | 30 |
| Fig. 6. Mapa nacional de concesiones de extracción de agregados en CDP, otorgadas en el periodo 2000-2015. | 32 |
| Fig. 7. Mapa de concesiones de extracción en CDP, en la cuenca del río Reventazón, periodo 2000-2015..... | 33 |
| Fig. 8. Mapa de concesiones de extracción en CDP, en la cuenca del río Chirripó, periodo 2000-2015..... | 34 |
| Fig. 9. Mapa de concesiones de extracción en CDP, en la cuenca del río San Carlos, periodo 2000-2015..... | 35 |
| Fig. 10. Mapa conjunto de Proyectos Hidroeléctricos activos al 2016 y concesiones de extracción en CDP, periodo 2000-2015 | 36 |
| Fig. 11. Presencia de los grupos de fauna principales en EslA para extracción en CDP, con VAP otorgada en el periodo 2008-2015, en valores porcentuales..... | 39 |
| Fig. 12. Distribución en valores porcentuales de mecanismos de conformación de listados y presencia de método de observación para listados en EslA de extracción en CDP con VAP otorgada en el periodo 2008-2015 | 41 |
| Fig. 13. Distribución más detallada de la presentación de datos de íctiofauna en EslA para concesiones de extracción en CDP, con VAP otorgada en el periodo 2008-2015..... | 41 |
| Fig. 14. Selección de sitios de muestreo en estudios de fauna acuática como parte de EslA en extracción en CDP con VAP otorgada en el periodo 2008-2015..... | 43 |
| Fig. 15. Distribución de compromisos ambientales en el PGA, por tipo..... | 46 |
| Fig. 17. Fotografías del CNM de la cuenca del límite del Parque Nacional Carara y del Parque Nacional Piedras Blancas. | 55 |
| Fig. 18. Machote de TER estándar para proyectos en CDP, enfocado al apartado de Ambiente Acuático, obtenido en febrero 2017.. | 70 |

Índice de Cuadros

| | |
|---|----|
| CUADRO 1. Expedientes digitalizados del LI (en negrita expedientes incluidos en investigación) | 27 |
| CUADRO 2. Expedientes del Catastro Nacional Minero (en negrita expedientes incluidos en investigación) | 29 |
| CUADRO 3. Extensión y porcentaje de la red hídrica concesionado para extracción no minera en CDP por cuenca, periodo 2000-2015..... | 31 |
| CUADRO 4: Comparación entre grupos taxonómicos (ictiofauna y macroinvertebrados) de características de estudios ecológicos en fauna acuática para EsIA en extracción en CDP, con VAP otorgada en el periodo 2008-2015. | 43 |
| CUADRO 5. Propuesta de hoja de ruta para la SETENA, con el fin de mejorar la calidad de los estudios de fauna acuática y su monitoreo en el proceso de EIA para la extracción en CDP | 85 |
| CUADRO 6. Propuesta para la discusión de cómo modificar el diseño experimental de los estudios de fauna acuática en los EsIA y el proceso de monitoreo de extracción en CDP, hacia la elaboración de un protocolo..... | 87 |

Índice de Anexos

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Resumen de marco legal pertinente a tema de investigación..... | 94 |
| Anexo 2. Términos de Referencia estándar para proyectos de extracción en CDP | 99 |
| Anexo 3. Matriz general de las concesiones en CDP, para el periodo 2000-2015. | 113 |
| Anexo 4. Mapas de la extracción en CDP, por cuenca, periodo 2000-2015. | 122 |
| Anexo 5. Matrices del análisis de expedientes en SETENA , para los casos de concesiones otorgadas para extracción en CDP, periodo 2008-2015. | 146 |

Abreviaturas

| | |
|--------|--|
| ALRCR | Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica |
| CDP | Cauce de Dominio Público, referente al cauce del río y de dominio estatal |
| CENIGA | Centro Nacional de Información Geo-Ambiental |
| CNE | Comisión Nacional de Emergencias |
| CNM | Catastro Nacional Minero, registro georeferenciado de concesiones de extracción en CDP |
| DGM | Dirección de Geología y Minas, dependencia del MINAE a cargo de minería metálica y no metálica en el país. |
| EIA | Evaluación de Impacto Ambiental, proceso de predicción y mitigación de impactos al ambiente |
| EsIA | Estudio de Impacto Ambiental, herramienta de medición previa a la ejecución de un proyecto dentro del proceso de EIA. |
| ERB | Estudio Rápido Biológico, componente del EsIA para realizar un sondeo rápido de un área |
| IGN | Instituto Geográfico Nacional |
| IRA | Informe de Regencia Ambiental, documentos de control sobre el cumplimiento de monitoreo y compromisos ambientales. |
| ITCR | Instituto Tecnológico de Costa Rica |
| LAO | Ley Orgánica del Ambiente, no. 7554 de 1995. |
| LI | Libro de Inscripción, libro de actas con las resoluciones presidenciales de otorgamiento de concesión en CDP |
| MAG | Ministerio de Agricultura y Ganadería |
| MEIC | Ministerio de Economía, Industria y Comercio |
| MINAE | Ministerio de Ambiente y Energía, ente rector en materia de ambiente y energía en el país. |
| MOPT | Ministerio de Obras Públicas y Transportes |
| PGA | Plan de Gestión Ambiental, segmento dentro del EsIA donde el desarrollador se compromete a realizar gestiones en pro del ambiente en un cronograma que incluye presupuesto, indicadores y metas ambientales. |
| RNM | Registro Nacional Minero, departamento de la DGM |
| S | Ministerio de Salud |
| SETENA | Secretaría Técnica Nacional Ambiental, dependencia del MINAE a cargo de EIA y planes reguladores en el país |
| SINAC | Sistema Nacional de Áreas de Conservación, dependencia del MINAE a cargo de la conservación |
| SNIT | Sistema Nacional de Información Territorial |
| TER | Términos de Referencia, un listado de componentes que deben ser incorporados al EsIA. |
| VAP | Viabilidad Ambiental Potencial, requisito ambiental para ejecutar proyectos |

Resumen

Los ríos son ecosistemas de manejo complejo y de mucha fragilidad, debido a la cantidad de procesos dinámicos que ocurren y la amplia cantidad de prácticas humanas que los afectan. La extracción de materiales pedregosos del Cauce de Dominio Público (CDP) es una práctica frecuente que tiene lugar directamente en los ríos. En el país esta actividad se regula a partir de estudios evaluativos previos que pretenden proteger el ecosistema acuático. El propósito de esta investigación es analizar la información y las medidas de mitigación que se presentan ante el Estado en materia de fauna acuática, potencialmente afectada por esta práctica extractiva, a través de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA). Para este fin, se realizó un diagnóstico evaluativo de los Estudios de Impacto Ambiental, los Planes de Gestión Ambiental y los Informes de Regencia. A partir de un análisis espacial se determinó que hay 188 concesiones de extracción en CDP otorgados entre el 2000 y el 2015, comprendiendo un 0,64% de la red hídrica del país. Durante la investigación, se determinó que únicamente los expedientes posteriores al 2008 incluían estudio de fauna acuática, debido a que este fue introducido como requisito legal, aspecto que redujo el universo a 79 expedientes. El 16,46% de los EslA de estos expedientes no evidencia muestreo de fauna acuática alguno. Además, estos estudios demuestran que únicamente el 44,30% incluye estudio de peces, mientras que la cifra para macroinvertebrados asciende al 82,28%. Esta diferencia posiblemente se asocia a la mayor facilidad de muestreo de macroinvertebrados, así como el establecimiento del índice biótico de calidad de agua BMWP-CR en la legislación del país que promueve el análisis de macroinvertebrados acuáticos en los ambientes lóticos. De los estudios analizados aproximadamente un tercio (31.65%) carece de referencias bibliográficas. La selección de sitios de muestreo en la mitad de los estudios impide hacer comparaciones espaciales básicas por falta de datos. Únicamente un 36,71% de los expedientes se compromete a monitoreo periódico de fauna acuática, de los cuales solo tres expedientes (10,3%) presentaron monitoreo de algún tipo, con datos cuantitativos. Esta información permite concluir que la SETENA no está obteniendo datos en cantidad y calidad necesarios para adecuadamente caracterizar el ecosistema y medir su afectación. A partir de estos resultados se proponen una serie de medidas en la SETENA para explicitar la necesidad de objetivos claros en los estudios de fauna acuática, metodologías replicables en el tiempo y resultados más completos. Se insiste sobre la necesidad de que la SETENA amplíe sus requisitos a la hora de recepción de los Informes de Regencia, para poder obtener información valiosa en construir medidas de mitigación adecuadas. Por último, se planean unos elementos mínimos que deben incluirse en la construcción de un protocolo para los estudios de fauna acuática que brinde herramientas estandarizadas que faciliten el proceso de detección de impactos sobre los ecosistemas acuáticos.

Palabras clave: ríos, fauna acuática, evaluación de impacto ambiental, minería, cauce de dominio público.

Capítulo I. Problema de Investigación

Los ecosistemas de agua dulce brindan bienes y servicios esenciales para la vida en la tierra. Estos ecosistemas albergan entre 5 y 7% de las especies descritas a nivel mundial, un dato sorprendente considerando que representan un 0,01% del agua mundial¹ (Abell *et al.* 2008; Alonso-EguíaLis *et al.* 2014; Dudgeon 2007; Dudgeon *et al.* 2006; Martens 2010). Cabe resaltar la importancia de las transformaciones biológicas que ocurren en los ríos y lagos, desde la autorregulación de procesos ecológicos, hasta el ciclaje de nutrientes y la transferencia energía en la cadena trófica (Arthington *et al.* 2010, Hanson *et al.* 2010). Sumado a que abastecen de agua potable, los ríos son fuente energética, de transporte, de irrigación para la agricultura, así como medio para la pesca, la recreación y el turismo.

A pesar de su importancia económica, ambiental y social, este hecho no se ha traducido en un adecuado manejo que asegure su sostenibilidad (Segura Bonilla 2002, Sreebha y Padmalal 2011). La humanidad no ha sabido reconocer los servicios ecológicos que brindan la alta biodiversidad y los procesos biogeoquímicos que ocurren en estos ecosistemas (Arthington *et al.* 2010). Durante las últimas tres décadas la pérdida de biodiversidad mundial en estos ecosistemas se calcula que asciende hasta el 70%²(Alonso-EguíaLis *et al.* 2014). Las amenazas a estos ecosistemas ha sido categorizado por Dudgeon y

¹ Los autores citan que se conocen de 100 000-125 000 especies de agua dulce de un total de 1,8 millones de especies descritas en el mundo (Dudgeon *et al.* 2006; Strayer y Dudgeon 2010). En términos de área representan el 0,8% de la superficie terrestre (Dudgeon *et al.* 2006).

² La estimación que calcula este dato fue tomado del índice Planeta Vivo, que considera variaciones en poblaciones de animales vertebrados (WWF 2012).

colaboradores (2006) en cinco categorías: sobreexplotación de recursos, contaminación, modificación del cauce y flujo, destrucción o degradación del hábitat e invasión de especies exóticas.

La complejidad en el manejo de los sistemas hídricos se da en parte a que los diversos impactos ocasionan un efecto acumulativo y sinérgico (Campos 1998). El río es una unidad hidrológica y geomórfica dinámica, que contiene una energía potencial en la naciente que crea canales y hábitats que se interrelacionan (Kondolf 1997), que presenta una alta tasa de endemismo por la dificultad de migración de los organismos acuáticos entre cuencas y la cantidad de biomasa por los que atraviesa el río (Abell *et al.* 2008; Boulton *et al.* 2007). Además, los ríos tienen interacciones importantes con los acuíferos subterráneos, a través del “corredor hiporréico” mediado por comunidades de organismos vivos (Stanford y Ward 1993). Por último, el río funciona como un canal de drenaje de la escorrentía de toda la cuenca,³ situación que relaciona los usos del suelo con el estado físico, químico y biológico del cauce. Estas características han evidenciado la necesidad de un manejo integrado de los ríos, donde se entiendan los impactos que tienen las diversas actividades antropogénicas en cada cuenca y se asuman medidas correctivas en pro de la sostenibilidad de los ecosistemas existentes. Dentro de las actividades antropogénicas que afectan los ríos, las represas hidroeléctricas y la extracción de material para construcción son dos prácticas que modifican la forma natural del cauce, así como modificar los patrones de sedimentación y el flujo del agua (Dudgeon *et al.* 2006; Kondolf 1997, 1994).

³El concepto de cuenca, que se refiere al territorio que compone un río con sus afluentes y el territorio que drena a ese río, ha sido ampliamente aceptado dentro del manejo integrado del recurso hídrico como unidad natural de manejo del espacio geográfico (Molle, 2009).

La extracción de materiales de cauces de dominio público (CDP) es la práctica minera no-metálica de menor costo de producción por su remoción directa, utilizada por instituciones gubernamentales y empresas privadas en Costa Rica para obtener gravas y arenas que se utilizan ampliamente como materia prima de agregados y otros materiales de construcción (Campos 1998, Kondolf 1994). Dada la naturaleza geológica de los ríos, se produce una gran cantidad de materia prima de alta calidad y fácil remoción para explotación, lo que posibilita el crecimiento de la industria extractiva (Alvarado-Villalón *et al.* 2003). En el país, esta industria minera se caracteriza por empresas extractoras de pequeña escala, mecanizada, con personal no calificado o semi-calificado (Padmal y Maya 2013).

La extracción en CDP está prohibida en el Reino Unido, Alemania, Francia, Holanda y Suiza, como una estrategia de manejo del recurso hídrico para prevenir los efectos adversos que produce (Kondolf 1997). Dentro de los potenciales impactos que produce esta práctica se incluyen: modificaciones a la forma tridimensional del cauce, aumento en la sedimentación y turbidez del cauce, aumento en la temperatura y disminución en el oxígeno disuelto del agua, exposición de las aguas subterráneas, alteración a la estructura física y estabilidad del río (AFS 2002; Kondolf 1997). Sin embargo, en Costa Rica no se han publicado estudios que indiquen los impactos ecológicos producto de esta extracción, solo se ha reglamentado la necesidad de llevar un proceso de evaluación ambiental (ALRCR, Ley 8246 2002). La información del volumen extracción de la Dirección es dispersa y poco clara, tanto así que en casos se

tienen que hacer estimaciones de producción nacional en base al consumo de concreto del país (Alvarado-Villalón *et al.* 2003).

Los procesos de evaluación ambiental se han extendido en todo el mundo, 191 países han incorporado estos análisis en sus instrumentos legales desde el 2011 (Morgan 2012). La institución nacional encargada de armonizar la integridad ambiental con los procesos productivos es la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA). Mediante el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), la SETENA otorga permisos a actividades productivas con el fin de valorar, minimizar y mitigar las afectaciones ambientales producidas. La EIA es un procedimiento en etapas. En el caso de proyectos grandes y algunos proyectos pequeños con impactos potenciales importantes como minería, la SETENA solicita el llenado de un formulario D1, un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) inicial, posteriormente Informes del Regencia Ambiental (IRA) periódicos que responden a un Plan de Gestión Ambiental (PGA) y finalmente un cierre técnico donde el desarrollador compruebe ante la SETENA que no hubo afectación ambiental significativa. El EsIA es una línea base inicial, que según la ley, debe ser complementado por un control y seguimiento de la actividad, de sus impactos y de sus medidas de mitigación durante la ejecución del proyecto.

Este trabajo pretende realizar un diagnóstico de los estudios que se realizan en materia de fauna acuática en los EIA de la práctica de extracción en CDP, para determinar qué tipo de información comprenden y analizar los posibles vacíos. Con base en la información obtenida se pretende brindar a las instituciones involucradas una guía de cómo mejorar las condiciones de dichos

estudios en el país. Esto con el fin último de mejorar los mecanismos con que se toman decisiones en materia ambiental (tanto del Estado como de las empresas) y obtener información de los impactos de las prácticas antropogénicas para prevenir y mitigar la potencial degradación de los ríos.

I. Antecedentes

a. Marco Jurídico para la extracción en CDP

Los recursos minerales en el territorio nacional son dominio del Estado, el cual puede hacer concesiones a terceros conforme al Código Minero (ALRCR Ley 6797 1982) y el Reglamento al Código de Minería (Decreto No. 29300-MINAE 2001). Según este Código, la explotación minera es competencia de la Dirección de Geología y Minas (DGM), hoy parte del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE). El Código es la primera legislación en el país que dedica un capítulo a regulaciones de protección ambiental (Campos 1998), previo a que la Ley Orgánica del Ambiente (LAO) institucionalizara el procedimiento de EIA en país (ALRCR, Ley 7554 1995). En este capítulo se establece que cualquier actividad que deteriore el ambiente queda estrictamente prohibida, así como requerir a toda práctica minera un estudio ambiental preliminar y el pago de una garantía ambiental.

El capítulo sobre extracción en CDP (Título V) fue incorporado al Código posterior a su publicación inicial, en su última modificación (ALRCR Ley 8246 2002). Este capítulo establece el periodo de concesión en un máximo de 10 años y la extensión máxima de concesión a dos kilómetros a lo largo del cauce. Además plantea que un concesionario no puede tener más de dos concesiones

consecutivas a lo largo del cauce y que el Estado puede otorgar permisos de extracción temporales por cuatro meses al CONAVI y a las Municipalidades (ALRCR Ley 8668 2008) después de un trámite para ese fin.

Por su parte, la protección del ambiente tiene una amplia legislación en la que cabe mencionar la LAO (ALRCR, Ley 7554 1995) y el Reglamento General sobre los Procedimientos de EIA (Decreto No. 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC 2004). A partir de la LAO (1995), el Estado asume la responsabilidad de defender y preservar el derecho de toda persona a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. Además, se determina que la biodiversidad es parte del patrimonio natural del Estado. En cuanto a los mecanismos institucionales para asegurar esta defensa y preservación ambiental, esta ley en el artículo no. 83, crea la SETENA, ente encargado de la EIA para cualquier actividad que presente un potencial impacto al ambiente. El Reglamento General sobre los Procedimientos de EIA y decretos sucesivos, vienen a girar directrices sobre cómo debe realizarse el proceso EIA en el país, incluyendo los proyectos que deben realizarlo y los compromisos que adquieren las diferentes partes involucradas.

b. Dirección de Geología y Minas (DGM)

La DGM es la institución encargada de recomendar la aprobación y administrar las concesiones mineras que otorga el Estado. Cada concesión tiene un expediente único en el que se recolecta toda la información del procedimiento que ha seguido el concesionario, desde que realiza la solicitud inicial del sitio geográfico e inicia los trámites correspondientes. En su conjunto, los expedientes están en el Registro Nacional Minero (RNM) donde pueden ser consultados por el

público. Una vez otorgadas las concesiones, queda un registro documentado de la carta presidencial de otorgamiento en el Libro de Inscripción (LI) correspondiente y el concesionario puede iniciar labores. Para facilitar la solicitud y el manejo de concesiones en el espacio geográfico, existe el Catastro Nacional Minero (CNM), previamente llamado "Padrón Minero", que consiste en un mapa georeferenciado del país que tiene cada concesión y todas las solicitudes en el espacio físico nacional.

Hay tres tipos de categorías para los expedientes mineros. Primero se pueden catalogar por tipo de extracción: cantera, tajo, cauce de dominio público, exploración o subterráneo. Otra categoría utilizada es quién solicita la concesión, que puede ser el Estado (E), las municipalidades (M), la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), o una entidad privada (esta última por lo general no se especifica, solo se nombra la entidad). Cabe mencionar que toda concesión otorgada a cualquier instancia del Estado en condición de emergencia y por plazos de menos de 120 días no requieren EsIA, en su lugar la SETENA realiza un acompañamiento en el proceso de operación y cierre técnico (ALRCR, Ley 8668 2008). Finalmente, los expedientes son categorizados por su condición entre las cuatro fases en una concesión minera no metálica (Fig. 1). De estas, el expediente temporal es aquél que aún está en los trámites previos a la formalización. Una vez entregados los documentos de formalización y previo al otorgamiento, los expedientes se denominan "en trámite". Finalmente, están los otorgados que ya han sido inscritos ante la DGM para lo que continúa el seguimiento. Estos expedientes presentan informes periódicos sobre el desarrollo de la actividad

minera, que son independientes de los IRA de la SETENA. Por último, los expedientes archivados quedan registrados en el LI correspondiente, pero son de acceso restringido.



Fig. 1. Fases de solicitud y otorgamiento de concesiones de minería no metálica en Cauce de Dominio Público

c. Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA)

En Costa Rica, la legislación define la EIA como un “procedimiento administrativo científico-técnico que permite identificar y predecir cuáles efectos ejercerá sobre el ambiente, una actividad, obra o proyecto, cuantificándolos y ponderándolos para conducir a la toma de decisiones” (Decreto31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC 2004). La SETENA es la institución encargada de analizar y llevar a cabo las EIA de cada propuesta de proyecto de extracción en CDP a ejecutarse en el país. Esta evaluación tiene cuatro fases: 1) una evaluación inicial, 2) un EsIA realizado por expertos técnicos, 3) el control y seguimiento ambiental a

partir de compromisos ambientales establecidos con el desarrollador y 4) cierre técnico (Fig. 2).



Fig. 2. Fases de la EIA realizada por la SETENA

Para la primera parte de la evaluación, la SETENA clasifica la extracción en CDP entre las categorías de Impacto Ambiental Potencial (IAP) alto y moderado de acuerdo al volumen de extracción, por lo que debe llenarse un Documento de Evaluación Ambiental D1 (Decreto 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC 2004). A partir de este formulario, la SETENA realiza una inspección al sitio y concluye una serie de Términos de Referencia (TER, Anexo 2) que el desarrollador debe incluir en un EsIA más exhaustivo, donde explora todos los riesgos e impactos potenciales de la extracción en ese sitio (Decreto 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC 2004).

La segunda fase de la evaluación consiste en la elaboración y presentación del EsIA, que es realizado por un equipo inter- y multidisciplinario de especialistas profesionales contratados por el desarrollador y reconocidos por la SETENA en su

registro. El estudio se divide en componentes descripción del proyecto, descripción de la normativa legal, descripción del ambiente físico, descripción del ambiente biológico y descripción del ambiente socio-económico, para luego realizar un diagnóstico ambiental, evaluar impactos y medidas correctivas y construir un plan de gestión.

En el componente de descripción del ambiente biológico usualmente sigue la estructura de un Estudio Rápido Biológico (ERB) y en casos de afectación directa al cauce se solicita un estudio adicional de fauna acuática. El ERB detalla las zonas de vida presentes, la descripción de los ecosistemas en el área del proyecto y su entorno, las especies bajo algún grado de protección presentes, la descripción de la cobertura vegetal y la presencia de algún ecosistema frágil. Además se le pregunta al experto si hace falta un estudio biológico de mayor profundidad, en caso negativo se solicita la descripción general (familia, nombre científico, nombre común y abundancia) de las especies dominantes de flora y fauna terrestre, específicamente aves, mamíferos, reptiles y anfibios.

A partir del 2008 (Decreto 34375-MINAE 2007), se requiere el EsIA incluya un estudio de fauna acuática para aquellas actividades que ocurren sobre un cuerpo de agua. Se puede elegir cualquier grupo taxonómico que sea indicador del estado del cuerpo de agua y validado por alguna institución científica reconocida. Debe ser un estudio cuantitativo, en el cual se describa la metodología utilizada, y se incluya una interpretación de los resultados con base en la metodología usada y el grupo seleccionado (Decreto 32712-MINAE 2005).

Como parte del EsIA, el desarrollador establece una serie de compromisos ambientales y un plan de ejecución a partir de los resultados obtenidos, así como paga una Garantía Ambiental por cualquier perjuicio al ambiente. La SETENA, a partir del expediente, con el Formulario D1 lleno y el EsIA realizado, decide avalar o negar la Viabilidad Ambiental Potencial (VAP). Por lo general tiene un plazo de 2 años para que inicien las obras. Esta viabilidad no implica que el proyecto minero se pueda realizar, solo que su ejecución cumple con los compromisos ambientales que previenen un daño al ambiente. A partir de esta viabilidad, el desarrollador puede solicitar los demás permisos en las instancias que correspondan de acuerdo a la actividad, como los mencionados anteriormente para CDP.

Una vez iniciada la fase constructiva el proyecto, se exige que un regente acreditado abra una bitácora ambiental para el proyecto y realice los IRA periódicos, para extracción en CDP lo usual son cada 6 meses cuando está en fase operativa. Estos informes son parte del adecuado proceso para hacer cierre del proyecto y evitar sanciones contra el titular. Además la SETENA puede ejercer control de la vigencia de la garantía ambiental, inspecciones de cumplimiento o Práctica extractiva para casos de CDP en Costa Rica

En el país existe poca información con respecto a la extracción en CDP, pero es una práctica de larga data, fácil de extraer y de uso amplio en construcción. Se ha sugerido que hasta la década de 1980 la mayor parte de la extracción tenía bajo perfil económico, motivo por el cual su introducción en el Código Minero se hizo sin mayor regulación específica a este tipo de minería no

metálica (Huapaya 2007). En sus inicios, esta práctica se realizaba principalmente en tres ríos: Barranca, Tempisque y Reventazón (Liu 2004).

Desde mediados de los años 80 hubo un incremento en la necesidad de materiales de construcción por el fomento gubernamental a proyectos inmobiliarios. Esto sumado a la expansión bananera y piñera, el mejoramiento vial, un incremento en el sector turismo que requería una mejor infraestructura y la exportación de agregados a países del Norte- y Sudamérica, llevó a un aumento importante en la extracción de los CDP para 1992 (Campos 1998, Castro y Calvo 2002). A pesar de que esta práctica es común, no se conoce con exactitud cuánto material es extraído y el volumen de extracción por lo general es calculado con base en el consumo de concreto. Para 1999, este dato se estimó entre 4,1 y 5,6 millones de m³ (Alvarado-Villalón *et al.* 2003). En términos económicos, la información sobre cuánto representa la práctica para el país en términos económicos está ausente.

Si bien la documentación encontrada no permite hacer un análisis de costo beneficio de la actividad minera, hay una serie de aspectos de la práctica que son preocupantes en términos de los ecosistemas acuáticos. Para el 2005, la producción se concentró en la Región Huetar Atlántica con un 50% de la producción aluvial nacional, once veces mayor que la producción en 1990 para la misma región (Huapaya 2007). En el 2007 habían siete concesiones a lo largo de 15 km del río Barranca (Huapaya 2007) y para el 2015 hay por lo menos 10 km consecutivos del río siguen concesionados (DFOE-AE-IF-09-2016 2016). Otra problemática asociada es el incumplimiento del Código Minero y la gran cantidad

de denuncias por extracción ilegal en las que no hay suficiente recursos para ejercer control (DGM 2014). A esto se le agrega que en los casos de concesión, las regulaciones que existen son laxas con operaciones extractivas de más de 20 años consecutivos en funcionamiento (Campos 1998). Estos datos indican que de ha habido un crecimiento importante de una práctica extractiva que ocurre sobre el ecosistema acuático, con posible sobre explotación de los mismos y sin suficiente control.

En el desarrollo de la práctica minera ha habido poca investigación científica sobre los efectos de este tipo de extracción. Esta investigación ha encontrado una tesis de licenciatura y tres de maestría sobre esta práctica en el país, todas desde el ámbito de la geología e ingeniería civil (Campos 1998, Castro y Calvo 2002, Huapaya 2007, Liu 2004). Sin embargo, todas las fuentes muestran inconsistencias en torno a la historia de este tipo de extracción y vacíos en la cantidad que se extrae en el país. Esto puede estar relacionado con la falta de datos oficiales sobre la práctica extractiva (DFOE-AE-IF-09-2016 2016).

En el caso del ambiente biótico, se cree que los impactos ocurren a raíz de alteraciones en la estructura tridimensional del cauce, la carga de sedimentos totales en el río y la capacidad de transporte (AFS 2002; Kondolf 1994). Las consecuencias de estas alteraciones producen aumentos en la sedimentación, turbidez, alteración de la geomorfología del río y sus hábitat asociados, por mencionar algunas (Brown *et al.* 1998). De acuerdo al grado, estas alteraciones pueden modificar la composición de las comunidades acuáticas, su abundancia y diversidad, así como la integridad del ecosistema (AFS 2002). Por ejemplo, en el

río Neosho de Kansas hubo una prohibición de extracción por 10 años, debido a la desaparición de una especie de bagre *Noturus placidus* (Davis y Paukert 2008). Algunos autores defienden que los impactos se perduran a 10 o 20 años después de la afectación y una recuperación total de ríos altamente impactados es considerada poco probable (AFS 2002, Brown *et al.* 1998). Estos efectos hacen relevante que haya un control riguroso que incluya un monitoreo periódico de fauna acuática, así como otras afectaciones ecosistémicas que ocurran a raíz de la práctica.

d. Ecosistemas de agua dulce

La degradación de los ecosistemas de agua dulce es una situación que pone en peligro la vida del ser humano y muchas otras especies sobre la tierra. Como se mencionó antes, estos ecosistemas representan un alto valor en términos de biodiversidad. Martens (2010) habla de la “paradoja de biodiversidad en agua dulce”, en donde hay una diferencia de 1-2 órdenes de magnitud entre la poca cantidad de agua dulce disponible y la alta diversidad de especies que habitan estos ecosistemas. El neotrópico, por su parte, es un sitio de alta diversidad, donde hay una mayor riqueza y diversidad íctica, con estimaciones de 8000 especies de peces de agua dulce y marina, que representa un 25% de la riqueza mundial (Winemiller *et al.* 2007). A pesar de la diversidad, riqueza y el alto endemismo de estos ecosistemas tropicales hay grandes amenazas a la integridad de los ríos y las especies asociadas (Alonso-EguíaLis *et al.* 2014).

Los ecosistemas dulceacuícolas proporcionan una serie de bienes y servicios como producto de una red compleja de procesos biogeoquímicos e

interacciones entre comunidades bióticas (Arthington *et al.* 2010). Para comprender la importancia ecológica de los macroinvertebrados bentónicos, por ejemplo, hay que ver cómo transfieren energía a otros niveles tróficos. Estos organismos, dada su diversidad, cumplen servicios esenciales para el funcionamiento del río, como por ejemplo controlar la productividad primaria y procesar material alóctono para ser consumido por otros organismos especializados, esto sin contar su importancia en la dieta de otros animales (Hanson *et al.* 2010, Alonso-EguíaLis *et al.* 2014). El éxito en la protección de este recurso entonces requiere de una comprensión a profundidad de las relaciones entre tres elementos: patrones hidrológicos, el disturbio fluvial, y la respuesta ecológica de los ecosistemas afectados (Arthington *et al.* 2010). En términos biológicos, hay una amplia variabilidad de interacciones que diferencian a los ecosistemas dulceacuícolas entre sí para una misma zona, particularmente en el trópico. Por lo tanto, las estrategias de manejo y protección deben ser adaptadas específicamente a las condiciones de cada ecosistema (Boulton *et al.* 2007).

Costa Rica es uno de los países en los que más se ha estudiado la fauna acuática en el neotrópico (Springer 2008). Se conocen 250 especies de peces de agua dulce nativas de Costa Rica, 24 endémicas, y ocho especies exóticas (Angulo *et al.* 2013). En el caso de los macroinvertebrados acuáticos, se hace referencia a nueve filos principales cada uno con avances diferentes en identificación y taxonomía (Springer 2008). Por ejemplo, el caso de las planarias de agua dulce (Filo Platyhelminthes) no hay estudios que indiquen la diversidad

presente en el país; en contraste, para los insectos acuáticos hay más de 1200 especies descritas (Springer *et al.* 2014).

En términos de la literatura existente, hay información que permite la identificación y una adecuada comprensión de las comunidades de fauna acuática que habitan las aguas continentales del país (Angulo *et al.* 2013; Bussing 1998; Hanson *et al.* 2010; Springer 2008, 2010; Springer *et al.* 2014). La documentación más completa para entender la composición íctica que incluye claves, taxonomía y una corta descripción biológica de las especies de agua dulce en Costa Rica fue realizada por Bussing (1998), y actualizada recientemente por Angulo *et al.* (2013). De ahí se extrae que Costa Rica tiene tres de las cuatro provincias ícticas mesoamericanas, lo que hace al país un sitio único en relación a la región (Bussing 1998). También hay 33 especies de peces exclusivos de agua dulce, la mayor diversidad de Centroamérica (Angulo *et al.* 2013). Dos revisiones realizadas por Springer *et al.* (2014) y Springer (2008) hacen una reseña bastante completa de la literatura existente para los macroinvertebrados acuáticos en el país,

Además, en el país se ha integrado el biomonitoreo acuático dentro de las políticas del estado, en varias instituciones como el Organismo de Investigación Judicial (OIJ), Acueductos y Alcantarillados (AyA), SETENA y la Dirección de Aguas (Springer, 2010). Esta herramienta se utiliza de manera complementaria a los estudios físico-químicos de calidad de agua, en donde el biomonitoreo acuático puede mostrar si hubo eventos de toxicidad puntuales a partir de índices bióticos y el estado de las comunidades bióticas. En la revisión realizada para los antecedentes jurídicos (Anexo 1), se determinó que la SETENA exige para el

estudio de fauna acuática la aplicación de algún índice para un grupo taxonómico específico (Decreto 34375 2007). Aparte de índices biológicos tradicionales de riqueza, abundancia y diversidad, en Costa Rica ha habido esfuerzos por generar índices más especializados, adaptados a la geografía nacional. En el caso de peces, la Asociación ANAI adaptó un índice de Integridad Biótica (IBI) para la zona de Talamanca (McLarney & Mafla 2006). Para macroinvertebrados acuáticos, se ha adaptado el índice biótico Biological Monitoring Working Party (BMWP) para el país (BMWP-CR) y actualmente es reconocido como una herramienta legal para la evaluación de la calidad de cuerpos de agua según decreto ejecutivo (Decreto 33903 MINAE-S 2007).

No obstante, hay un vacío importante que se menciona en diferentes fuentes bibliográficas (Springer 2008, 2010, Springer *et al.* 2014), que es la cantidad de información que se encuentra en fuentes de “literatura gris”. Aquí los autores indican que hay una serie de reportes técnicos y trabajos de investigación que no llegan a ser publicados. En el caso de la información de reportes técnicos, hay una brecha importante entre las instituciones encargadas de poner en práctica estudios como parte de una política ambiental y el acceso que tiene la comunidad científica a esta información para realizar análisis, facilitar conocimiento, entre otros. El Estado y las empresas invierten en una serie de recursos financieros e institucionales que no están siendo aprovechados para el entendimiento de dinámicas ecosistémicas.

II. Justificación

El Estado costarricense, desde la creación de la LOA (1995), se compromete a implementar “los instrumentos necesarios para conseguir un ambiente sano y ecológicamente equilibrado” (Art. 1). No obstante, a la fecha no se ha realizado una evaluación científica del desempeño de las herramientas utilizadas para entender los ecosistemas potencialmente impactados y procurar su protección. Esta situación es problemática en el tanto no se han evaluado si las herramientas y los estudios actuales realmente son capaces de medir las alteraciones sobre las dinámicas ecosistémicas; tampoco se conoce si las prácticas humanas bajo análisis han tenido los impactos esperados y si las medidas compensatorias logran mitigar afectación del funcionamiento ecosistémico. Estas evaluaciones son esenciales para comprobar si el Estado cumple con sus compromisos ante la población costarricense y para avanzar en la tecnología científica a mejor armonizar las prácticas humanas con la integridad ecosistémica.

El presente trabajo pretende analizar los datos existentes en los procesos de EIA para el componente de fauna acuática. El análisis se centra en la capacidad de los estudios actuales en servir como línea base para entender el ecosistema, su replicabilidad de métodos a lo largo del proceso de extracción y la habilidad de mostrar lo que ocurre con las poblaciones de fauna acuática con la práctica. A partir de esta información se espera proponer soluciones que permitan a los técnicos de la SETENA tener la información necesaria para la toma de decisiones.

III. Alcances

El enfoque de este trabajo se delimita a analizar la información de fauna acuática que se encuentra en los expedientes de la SETENA (desde el EsIA hasta los IRA) de cada proyecto de extracción de material del CDP en el periodo del 2000-2015. Es decir, el universo de investigación son todas las concesiones otorgadas entre el 2000-2015, a partir de ahí se determinaron los expedientes de SETENA asociados y se analizó el componente de fauna acuática de todo el proceso de EIA de cada proyecto. A partir del diagnóstico, se hizo una valoración de cuán adecuado es este componente en permitir a la SETENA la apropiada toma de decisiones y el otorgamiento de viabilidad ambiental.

IV. Objetivos

a. Objetivo general:

Analizar el componente que describe la fauna acuática en los Estudios de Impacto Ambiental y a lo largo del Plan de Gestión Ambiental para proyectos aprobados por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental en materia de extracción en cauce de dominio público.

b. Objetivos específicos:

- Elaborar un mapa de los sitios de extracción de agregados aluviales ubicados en los ríos del país, que incorpore las concesiones otorgadas en el periodo 2000-2015, encontrados a partir del Registro Minero de la Dirección de Geología y Minas.
- Evaluar la metodología utilizada y los resultados obtenidos en los estudios de

fauna acuática en el proceso de EsIA para cada proyecto, ubicados en los expedientes de la SETENA.

- Identificar y evaluar la presencia y ejecución de monitoreo de fauna acuática en el PGA y los informes de regencia ambiental (IRA) para los proyectos otorgados, a partir del expediente en la SETENA.
- Proponer medidas de mejora, para el componente de estudios de fauna acuática para el proceso de EIA, con el fin de facilitárselo a la comunidad académica, el Colegio de Biólogos y la SETENA.

Capítulo II. Metodología

I. Muestra de investigación:

Para definir la muestra de concesiones en esta investigación, se buscaron todas las concesiones otorgadas en el periodo 2000-2015. Esto debido a que varios autores indican que desde los años 90 hay un incremento sustancial en la extracción de materiales (Huapaya 2007, Castro y Calvo 2002, Campos 1998). La información se obtuvo de tres fuentes en la DGM: el Libro de Inscripciones en sus diferentes tomos para extracción en cause de dominio público, donde se digitalizó los registros; el Padrón Minero y su subsecuente versión actualizada del 2016 denominada Catastro Nacional Minero,⁴ donde cada expediente está georeferenciado; y los expedientes del Registro Nacional Minero, tanto en formato digital como en físico.

Para cada concesión en CDP se elaboró una ficha técnica que incluyó: (1) ubicación geográfica administrativa y hoja cartográfica, (2) número de expediente y nombre de concesionario, (3) fecha de otorgamiento, (4) tasa y plazo de concesión, (5) expediente correspondiente en SETENA, para casos específicos. Esta información forma parte de una descripción general de cada proyecto concesionado. En el Anexo 3 hay una versión resumen de la base de datos utilizada y en el Anexo 4 se muestra la ubicación.

Los expedientes físicos se revisaron en un esfuerzo por la exactitud, para casos donde había vacíos en la base de datos del Catastro y los Libros de

⁴Versiones iniciales de enero, febrero, marzo y agosto de 2016.

Inscripciones. Algunos expedientes no fue posible incluirlos de la investigación debido a que la documentación fue archivada y es de difícil acceso.

Los mapas se elaboraron utilizando la base de datos georeferenciados del CNM de la DGM, versión actualizada al 28 de agosto del 2016. Además se construyeron polígonos de proyectos concesionados ausentes del CNM, a partir de los puntos geográficos aportados por el concesionario.⁵ Con la base depurada y el apoyo de un cartógrafo, se estimó el porcentaje de la red hídrica que ha sido concesionado en el periodo de investigación.

La longitud de cauce concesionado se estimó a partir de fotointerpretación con fotos satelitales del 2016. Este método se utilizó debido a que la capa 1:50 000 de la red hídrica nacional no calzaba con los polígonos de la base de datos por la dinámica fluvial de los ríos en el tiempo. Con las fotos satelitales se pudo ubicar la concesión sobre el cauce y determinar con mayor precisión cuánto de la longitud del río estaba dentro de la concesión. Esto en conjunto con la longitud de la red hídrica por cuenca, calculado utilizando la capa 1:50000 de la red hídrica nacional ⁶ y la capa de cuencas nacional del CENIGA-MINAE, permitió obtener el porcentaje de concesión. También se hizo un mapa por cuenca, utilizando la información de la Dirección de Geología y Minas, la capa 1:20000 de la red hídrica nacional por claridad y la capa de cuencas nacionales del CENIGA-MINAE, donde se observa las concesiones de extracción en Cauce de Dominio Público otorgadas del 2000-2015.

⁵Con el apoyo del Lic. Marlon Morúa, profesor de cartografía de la Escuela de Geografía, cada polígono fue creado del derrotero topográfico de cada expediente y se ubicó en el mapa. Cabe mencionar que estos expedientes están archivados, por lo que no es un error del Catastro.

⁶Para el cálculo del porcentaje de la red hídrica concesionado, se utilizó la longitud del cauce en lugar del área superficial del río.

A partir de la información obtenida, se realizó un análisis para caracterizar la práctica minera no metálica en el país. Para algunos aspectos analíticos también se hizo una revisión de documentación institucional, dentro de lo que cabe el reciente informe de la Contraloría General de la República en que audita cuan operativa es la función de la DGM (DFOE-AE-IF-09-2016 2016), los planes operativos anuales de la DGM para el año 2014, 2015 y 2016 y algunos informes regionales disponibles. Cabe rescatar que este análisis sub-representa la extracción real que ocurre en el país, dado a que se excluyen todas las concesiones de 120 días o menor que realiza el Estado y las extracciones ilegales que pueden ocurrir.

II. Evaluación de estudios de fauna acuática en EIA

El enfoque principal del diagnóstico evaluativo fueron los estudios de fauna acuática realizados para el EsIA de concesiones otorgadas de extracción de material arenoso en Cauce de Dominio Público en el periodo 2000-2015. Esto debido a que el proceso de concesión puede tardar en aproximado 2,6 años (DFOE-AE-IF-09-2016 2016), entonces muchos expedientes no culminan el proceso a pesar de realizar el EsIA y obtener la viabilidad. El análisis consistió en la lectura del Capítulo 8 de los EsIA, Descripción del Ambiente Biológico, y los compromisos ambientales descritos en Capítulo 12, Plan de Gestión Ambiental, bajo monitoreo o regencia. También se dio seguimiento a la regencia para los expedientes en que la fauna acuática es incluida como parte del plan de gestión propuesto.

A partir del universo del diagnóstico se hizo una matriz que sistematiza características generales de los estudios de fauna acuática de los EsIA analizados. Se estudiaron los métodos de realización de los estudios, así como la calidad de los resultados obtenidos y el uso de bibliografía científica que respalde las conclusiones principales. A este diagnóstico también se incorporó una revisión de los expedientes que se comprometían al monitoreo de fauna acuática una vez iniciado el proyecto y cuántos lo realizaron en sus IRAs.

Capítulo III. Resultados

I. Expedientes Mineros

a. Delimitación de la muestra: Libros de Inscripción (LI) y Catastro Nacional Minero (CNM)

La DGM tiene varios sistemas de registro de las concesiones mineras nacionales, como se mencionó en Antecedentes. Hay dos registros que se utilizaron para esta investigación, los LI y el CNM. El primero es un registro de todas las concesiones otorgadas a nivel nacional, desde la apertura de la DGM. En el CNM, los registros se ubican georeferenciados en las áreas de extracción sobre una capa del mapa del país. Esta herramienta busca informar sobre áreas que están activas o reservadas contra solicitud formal, así que entre los registros de esta base hay además de las concesiones otorgadas, aquellas en trámite, temporales y por archivar. Aprovechando la presencia de datos sistematizados en el CNM, se completó y depuró esta lista con los LI.

Los LI correspondientes a la extracción en CDP se dividen en cinco tomos para concesiones ordinarias, dos tomos de concesiones estatales y un tomo municipal. Dentro lo posible, se hizo una revisión exhaustiva para el caso de expedientes del Estado o de las municipalidades, para asegurarse de excluir concesiones de 120 días y tajos o canteras, por no caer dentro de los alcances de la investigación. Esto no fue posible en 13 expedientes que estaban archivados,

debido a la dificultad institucional de revisión en físico⁷ y la imposibilidad de obtener más detalle sobre su funcionamiento.

En total se digitalizaron 341 expedientes otorgados en los LI, de los cuales 241 corresponden al periodo del 2000-2015. De estos únicamente 163 expedientes caben dentro de esta investigación: 157 concesiones privadas, 2 estatales y 4 municipales (CUADRO 1). Cabe mencionar que hay 100 expedientes previos al 2000, que fueron excluidos de la investigación. De los expedientes excluidos, 49 expedientes fueron prorrogados sin plazo y están activos en la actualidad, dado a que son previos a la legislación actual.

CUADRO 1. Expedientes digitalizados del LI (en negrita expedientes incluidos en investigación)

| Tipo de expediente | Detalle | Expedientes en L.I. |
|--------------------|--------------------------|---------------------|
| Otorgado privado | Previo al 2000 | 100 |
| | Entre 2000-2015 | 157 |
| Estatal | En CDP periodo ordinario | 2 |
| | 120 días | 5 |
| | Tajo/Cantera | 9 |
| | Sin acceso | 10 |
| | En CDP periodo ordinario | 4 |
| Municipal | 120 días | 44 |
| | Tajo/Cantera | 13 |
| | Sin acceso | 3 |
| TOTAL | | 351 |

Fuente: Elaboración propia a partir de LI de la DGM

El CNM es un esfuerzo reciente (2016) de la DGM por migrar del Padrón Minero, realizado sobre hojas cartográficas, a un sistema de referencia geográfica comprensible para incorporarse al Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Para el 2017, el sistema de nomenclatura de identificación de los expedientes en la DGM fue modificada y el

⁷Los expedients de la DGM se archivan de acuerdo a la fecha en que se enviaron a archivar. Esto dificulta y hasta imposibilita la ubicación del expediente.

acceso al público ha sido limitado hasta que la migración se pueda realizar, por lo que modificaciones más recientes de la herramienta no han sido posibles.

Un 59,7% de los registros del Catastro están catalogados de Cauce de Dominio Público (Fig. 3). Al excluir los expedientes no-otorgados (en trámite y temporales), los de Comisión Nacional de Emergencias o de 120 días, aquellos fuera de periodo y los que contienen errores de catalogación, se obtuvieron 174 expedientes como parte de la presente investigación (CUADRO 2).

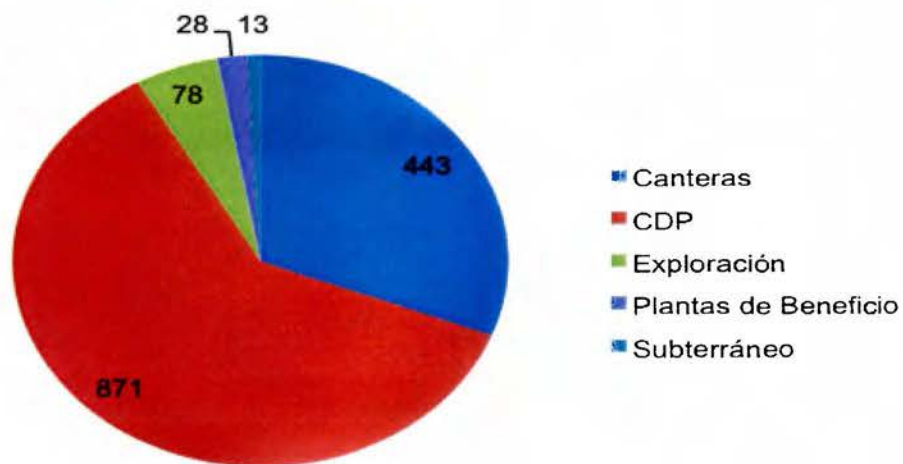


Fig. 3. Distribución de concesiones (temporales, en trámite, otorgadas y archivadas) por tipo de extracción en el CNM, en números absolutos. Actualizado al 28 de agosto del 2016.

Al cotejar los LI junto con el CNM se encuentra que hay inconsistencias. Por un lado hay 25 expedientes activos en el CNM no están inscritos en los LI. Por el otro lado, 14 expedientes no estaban en la base de datos del CNM porque fueron archivados previos a que se migrara al sistema de información geográfica, de los cuales se pudo digitalizar y mapear 12 concesiones (son los expedientes estatales en la cuenca de Sixaola). Esto deja un total de 186 expedientes

georeferenciados y 2 expedientes sin planos como universo de esta investigación (Anexo 3).

CUADRO 2. Expedientes del Catastro Nacional Minero (en negrita expedientes incluidos en investigación)

| Categoría | Estado | Expedientes CNM |
|--------------------|---------------|------------------------|
| Temporal | Activo | 281 |
| | Archivado | 133 |
| Trámite | Activo | 69 |
| | Activo | 44 |
| CNE / 120 días | Archivado | 54 |
| | Activo | 171 |
| Otorgados | Archivado | 3 |
| | Previo a 2000 | 49 |
| Error de categoría | * | 21 |
| TOTAL | | 825 |

Fuente: Elaboración propia a partir del CNM, LI y expedientes de la DGM.

b. Práctica extractiva en CDP (2000-2015)

El plazo promedio para la explotación de las concesiones analizadas fue de 7,1 años (st.dev. 2,8),⁸ sin contar las prórrogas otorgadas. El promedio de tasa de extracción anual⁹ es de 162 115,3 m³/año (en el rango 2 500- 2 592 000 m³/año), en los 180 expedientes que tenían el dato. La distribución de concesiones no coincide con la distribución de tasa extractiva, particularmente para el caso de la provincia de Limón (Fig. 4) y la cuenca del Reventazón (Fig. 5). La distribución de concesionarios aparenta ser dispersa, solo ocho concesiones tienen más de una concesión y dos de ellos son organismos del Estado. El análisis geográfico de los mapas indica que un 0.64% de la red hídrica nacional está concesionado a extracción en CDP, esto representa 320,36 km de longitud del río (CUADRO 3). La

⁸Se excluyen tres expedientes que no se obtuvo el plazo de extracción, para un total de 185 expedientes.

⁹Para homologar los datos de tasa de extracción, se asumió que las concesiones trabajan 24 días al mes los 12 meses del año, a partir de observación a expedientes que explicitaban cuanto se trabajaba por día, mes y año.

mayor parte de las concesiones se muestran en la cuenca media y baja, en 23 de las 34 cuencas nacionales según la clasificación del CENIGA-MINAE (Fig. 6). Las cuencas de mayor concesión son las del río Reventazón (PA)¹⁰ (Fig. 5), río Chirripó (TO) (Fig. 6) y el río San Carlos (SC) (Fig. 7), de menor a mayor.

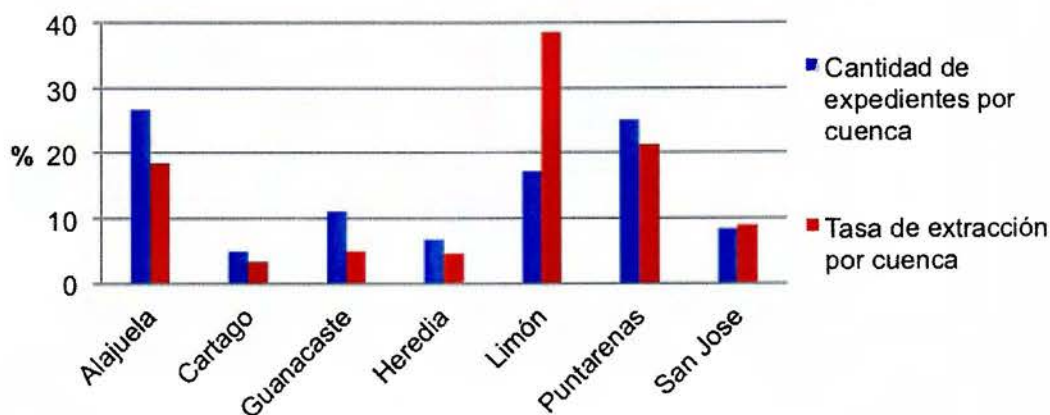


Fig. 4. Distribución porcentual de los expedientes con tasa de extracción por provincia, para concesiones de extracción en CDP, periodo 2000-2015, n=1

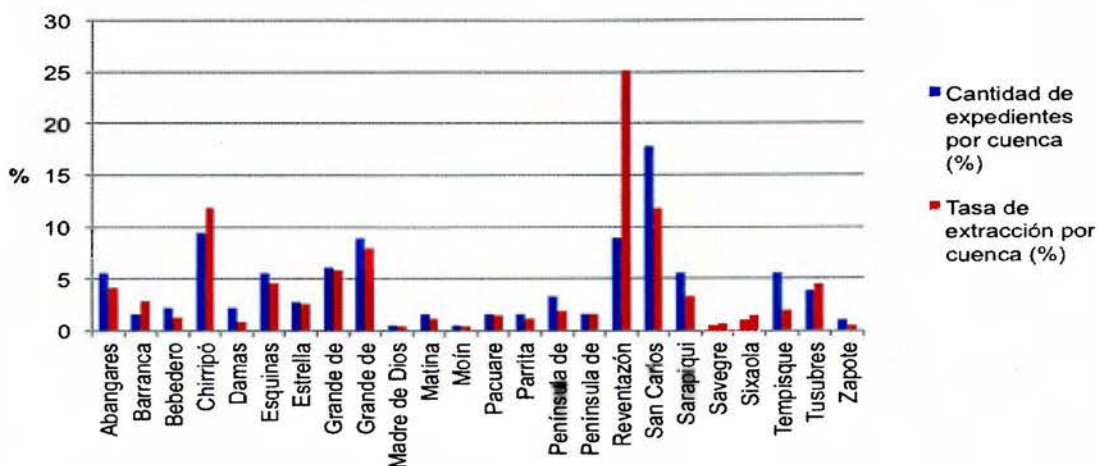


Fig. 5. Distribución porcentual de los expedientes con tasa de extracción por cuenca, para concesiones de extracción en CDP, periodo 2000-2015, n=180.

¹⁰Para las cuencas se utilizó la clasificación CENIGA-MINAE y así homologar el sistema utilizado en el país por el SNIT; entre paréntesis se encuentra la cuenca hidrológica descrita bajo Bussing (2002).

CUADRO 3. Extensión y porcentaje de la red hídrica concesionado para extracción no minera en CDP por cuenca, periodo 2000-2015

| Cuencas Principales * | Cuencas CENIGAMINAE | Longitud del cauce (km) | Longitud en concesión (km) | Porcentaje en concesión (%) |
|-----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Barranca (BA) | Abangares | 1827.38 | 17.83 | 0.98 |
| | Barranca | 586.47 | 4.50 | 0.77 |
| Bebedero (BE) | Bebedero | 2466.43 | 5.47 | 0.22 |
| Tortuguero (TO) | Chirripó Tortuguero | 2685.33 | 44.23 | 1.65 |
| Coto (CO) | Esquinas | 2028.86 | 14.91 | 0.73 |
| Tárcoles (TA) | Grande de Tárcoles | 3630.18 | 15.26 | 0.42 |
| | Grande de Térraba | 5870.78 | 28.76 | 0.49 |
| Térraba (TE) | Península de Osa | 1914.72 | 3.35 | 0.18 |
| | Madre de Dios | 311.51 | 2.30 | 0.74 |
| Matina (MA) | Estrella | 897.57 | 10.77 | 1.20 |
| | Matina | 1537.66 | 3.78 | 0.25 |
| | Moín | 118.96 | 1.89 | 1.59 |
| Pirris (PI) | Damas y otros | 681.88 | 3.96 | 0.58 |
| | Parrita | 1344.99 | 5.49 | 0.41 |
| | Tusubres y otros | 1011.05 | 9.63 | 0.95 |
| Nicoya (NI) | Savegre | 660.23 | 2.06 | 0.31 |
| | Península de Nicoya | 5408.32 | 13.96 | 0.26 |
| Parismina (PA) | Pacuare | 1103.86 | 6.00 | 0.54 |
| | Reventazón-Parismina | 4289.08 | 37.25 | 0.87 |
| San Carlos (SC) | San Carlos | 3663.00 | 56.82 | 1.55 |
| Sarapiquí (SA) | Sarapiquí | 2243.39 | 19.98 | 0.89 |
| Tempisque (TE) | Tempisque | 4169.19 | 9.78 | 0.23 |
| Lago Nicaragua (LN) | Zapote | 1858.31 | 2.36 | 0.13 |
| TOTAL | | 50309.18 | 320.36 | 0.64 |

Fuente: Elaboración conjunta de Isabel Alvarado y Lic. Marlon Morúa, con datos de la DGM y ITCR, Atlas 2014. Se excluyen las dos concesiones que no se pudieron mapear que ambas pertenecen a la cuenca de Sixaola. El total excluye la Isla del Coco.

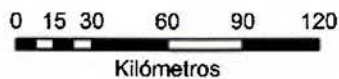
* Se refiere a las cuencas hidrológicas descritas por Bussing (2002) (Angulo *et al.* 2013)

Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Por cuenca hidrográfica, Costa Rica



Simbología

- Concesiones
- Ríos
- Cuencas hidrográficas



Proyección CRTM05
Datum WGS84

Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

Cartografía digital por:
Geógrafo Lic. Marlon Morúa

Fig. 6. Mapa nacional de concesiones de extracción de agregados en CDP, otorgadas en el periodo 2000-2015.

**Concesiones de extracción minera
no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015.
Cuenca del río Reventazón. Costa Rica**

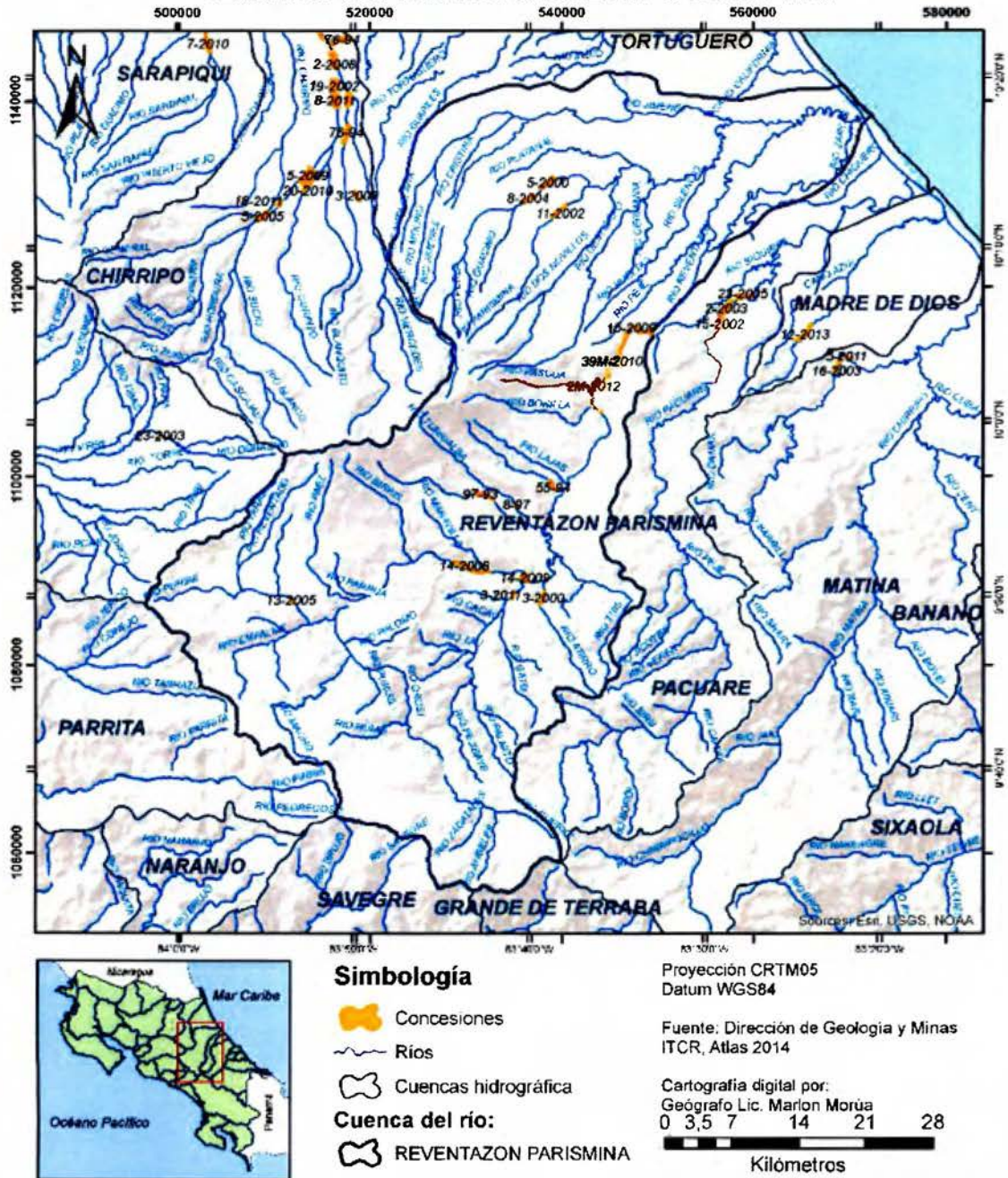


Fig. 7. Mapa de concesiones de extracción en CDP, en la cuenca del río Reventazón, periodo 2000-2015

**Concesiones de extracción minera
no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015.
Cuenca del río Chirripó. Costa Rica**

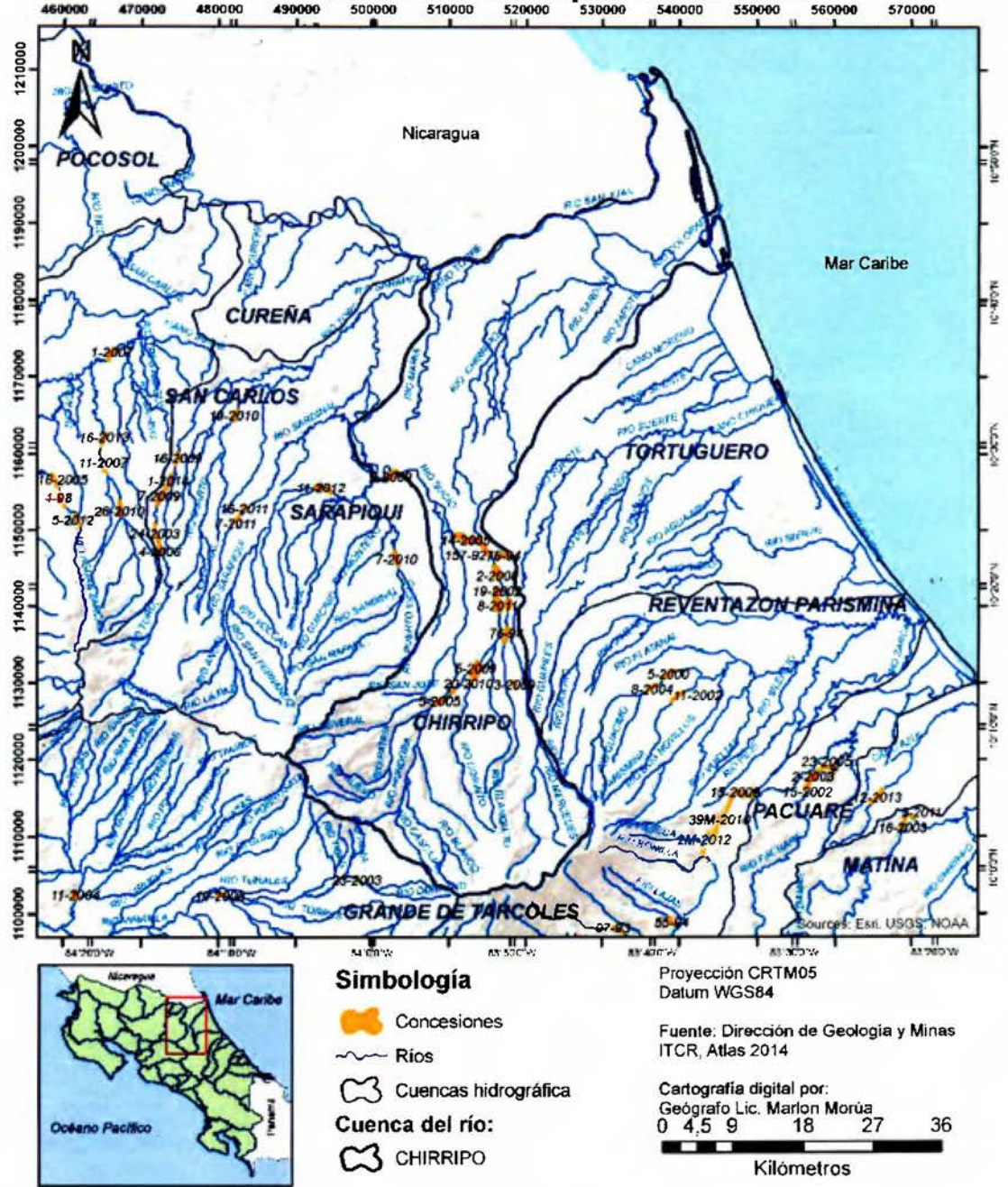


Fig. 8. Mapa de concesiones de extracción en CDP, en la cuenca del río Chirripó, periodo 2000-2015

Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca del río San Carlos. Costa Rica

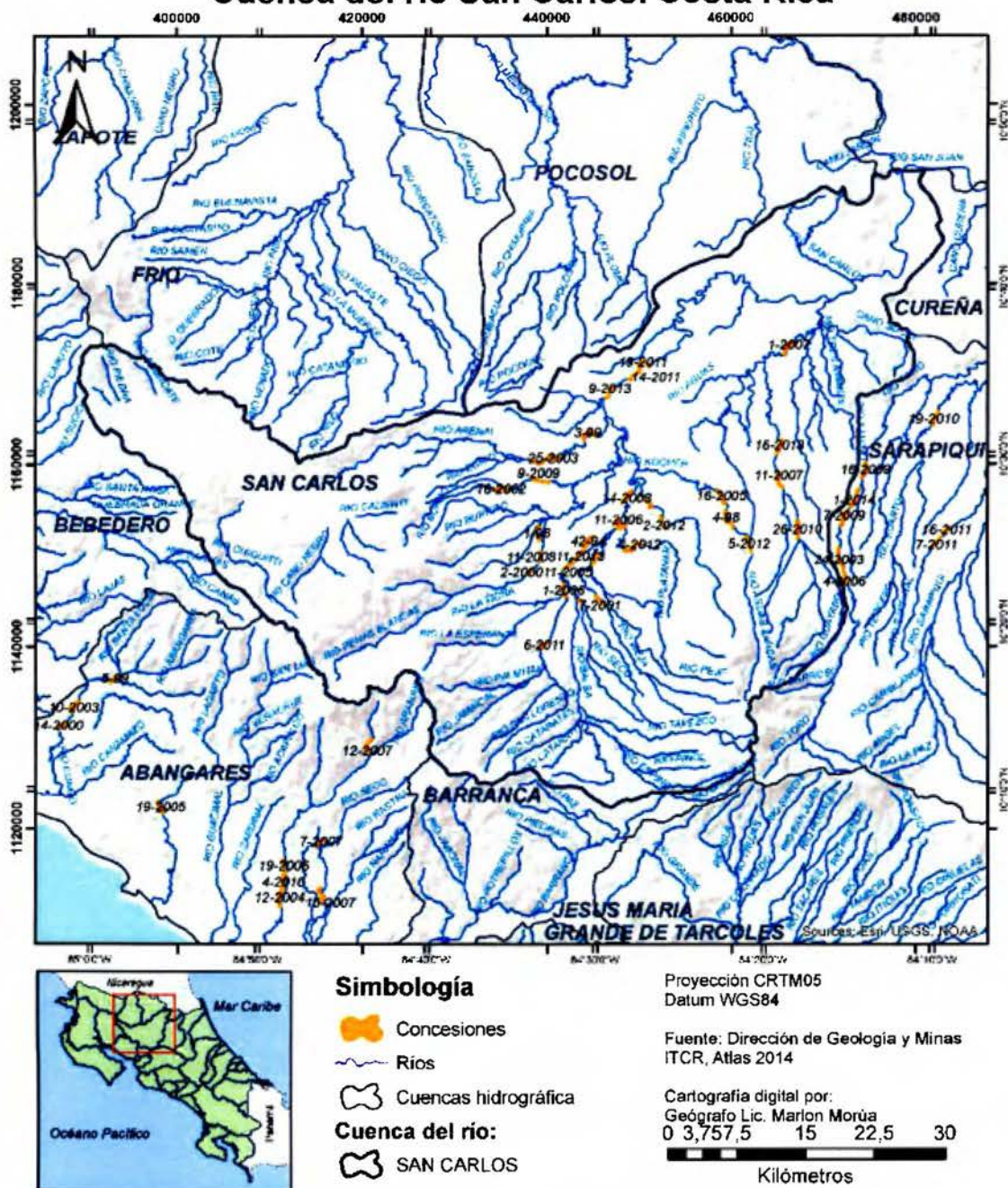


Fig. 9. Mapa de concesiones de extracción en CDP, en la cuenca del río San Carlos, periodo 2000-2015

**Conjunto de proyectos hidroeléctricos en funcionamiento, para 2016
y concesiones de extracción minera no metálica en cauce
de dominio público, 2000-2015, por cuenca hidrográfica. Costa Rica**



F

ig. 10. Mapa conjunto de Proyectos Hidroeléctricos activos al 2016 y concesiones de extracción en CDP, periodo 2000-2015

En el análisis se incorporaron los datos más recientes de los proyectos hidroeléctricos en el país (Farah Pérez 2016) y se observa coincidencia entre los sitios de represas y proyectos de extracción (Fig. 9). Hay concesiones que coinciden con represa aguas arriba. Un ejemplo es la cuenca del río Reventazón (Fig. 6), donde la mitad de las concesiones están cercanas a una represa hidroeléctrica (se excluyen 14-2006, 3-2011, 3-2000, 14-2009, 5-2000, 8-2004 y 11-2002 por su ubicación). Dentro de estas concesiones del Reventazón, hay cuatro concesiones del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) asociados al Complejo Hidroeléctrico de Angostura. Por lo menos dos de estos expedientes (2M-2012 y 39M-2010) exceden el largo de concesión permitido por la ley, aunque actualmente están en periodo de cierre.

II. Expedientes de viabilidad ambiental

Ante los resultados del primer objetivo de esta investigación, se definió el universo de investigación en 188 expedientes. No obstante, al realizar una revisión de los expedientes en SETENA y la legislación nacional (Anexo 1), se determinó que a partir del 2 de mayo del 2008 (Decreto 34375-MINAE 2000) se incluyen estudios de fauna acuática como requisito en los términos de referencia para los EsIA, mediante el decreto. Por este motivo se excluyó del diagnóstico todos los EsIA aprobados previo a esta fecha, lo que redujo el número a 79 expedientes.

Al cotejar los expedientes de la DGM con el expediente correspondiente de la SETENA hubo dificultades debido a que no hay una numeración común o compatible. Además en la resolución de otorgamiento de la concesión el dato de referencia a la SETENA es la resolución de viabilidad ambiental, no el número de

expediente del mismo. Esto significa que a partir del expediente minero hay que encontrar la resolución de concesión, para luego buscar la resolución de la SETENA de viabilidad, para encontrar el expediente en la SETENA. Utilizando el EDI (2011-2017), los registros sistematizados previos al 2011 (1992-2011) y la información sistematizada en el capítulo anterior de la DGM, se hizo un acople por aproximación que dejó por fuera dos expedientes de la DGM que no fueron encontrados en los registros de la SETENA. De los 79 expedientes revisados se determinó presencia/ausencia de variables bajo las cuales se hizo el siguiente análisis.

a. Diagnóstico general

La estructura de los estudios biológicos, en general, sigue la estructura de ERB, algunos con un estudio de fauna acuática más profundo. La descripción del ambiente biológico inicia con una descripción del sitio, en el 97,5% de los expedientes se evidencia que realizaron visita al sitio del proyecto y un 94,9% de los expedientes tiene una descripción mínima del sitio del proyecto, donde mencionan las zonas de vida y uso de suelo del área del proyecto. Luego hay una descripción y un inventario de la flora presente. Siguiendo esta misma lógica, hay listados de mamíferos, aves, reptiles y anfibios. Estos grupos taxonómicos se separan de los estudios del ambiente acuático, que llegan a incluir peces y macroinvertebrados bentónicos, de existir.

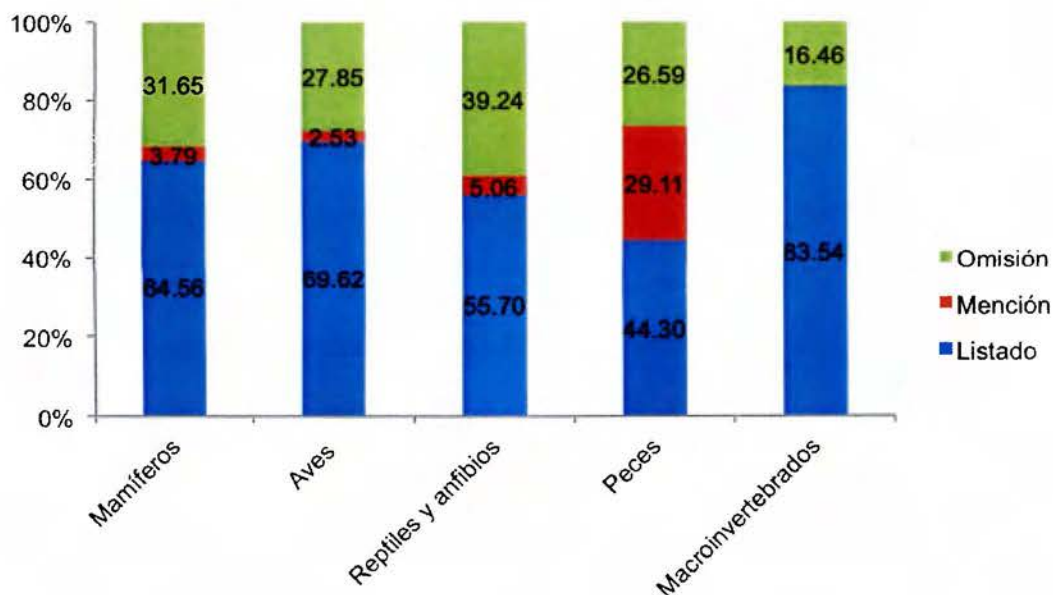


Fig. 11. Presencia de los grupos de fauna principales en EslA para extracción en CDP, con VAP otorgada en el periodo 2008-2015, en valores porcentuales. N=79.

i) Mamíferos, aves, reptiles y anfibios

En más de la mitad de los expedientes se presentaron listados de mamíferos (64,6%), aves (69,6%), reptiles y anfibios (55,7%)¹¹(Fig. 11). De los expedientes con listado, menos del 8% describieron una metodología de campo para la obtención de los datos (Fig. 12). La mayoría de los estudios analizados presentan un cuadro, donde luego el consultor hace referencia de haber necesidad de profundizar sobre algún aspecto. En general todos los listados se confeccionaron con referencias de la literatura, pero aproximadamente una cuarta parte de los listados de mamíferos (25,0%) y reptiles y anfibios (24,4%) fueron confeccionados únicamente con esta fuente de información (Fig. 12). En el caso de aves, el número de listados basados únicamente en la literatura se reduce a

¹¹Se hace referencia a los reptiles y anfibios como una categoría en la mayoría de los estudios analizados.

1,82%. Estos datos excluyen tres expedientes que no indican cómo se obtuvieron los listados (Fig. 12). Aparte de estos expedientes, más de la mitad mencionan presencia de especies por referencia de lugareños (68,63% en mamíferos, 50,91% en aves, 63,63% en reptiles y anfibios) y observación directa o indirecta (60,78% en mamíferos, 83,64% en aves, 59,09% en reptiles y anfibios) usualmente en un recorrido de un día. Cabe mencionar que en los listados con varias fuentes, la tendencia es que la mayor proporción de organismos fueron referidos por lugareños o la literatura que observados directamente. Esto es especialmente cierto en casos de mamíferos, reptiles y anfibios. En el caso de aves el avistamiento es más exitoso para la confección de listas. De los 55 expedientes que incorporaron alguno de estos grupos taxonómicos, únicamente el 41,82% citó el uso de claves taxonómicas para la identificación de las especies de alguno de los cuatro grupos o la literatura revisada para confeccionar las listas.

De manera más cualitativa, en casos que se encontraron especies en peligro o de atención para el proyecto, como nutrias¹² o ciertas aves, la justificante para ejecutar el proyecto utilizado era que ese sitio no necesariamente era el hábitat del animal, sino un sitio de paso. Sin embargo, no hay en ninguno de los casos mencionados un estudio que profundice sobre este aspecto para fundamentar esta conclusión. En los planes de gestión ambiental, lo más frecuente eran compromisos de no tomar fauna silvestre del sitio, reubicación en caso de que apareciera algún individuo en el sitio de extracción y limitar el trabajo extractivo en horas de la noche y madrugada.

¹²La especie *Lontra longicaudis* aparece en el Apéndice I de CITES
<https://www.cites.org/eng/app/appendices.php>

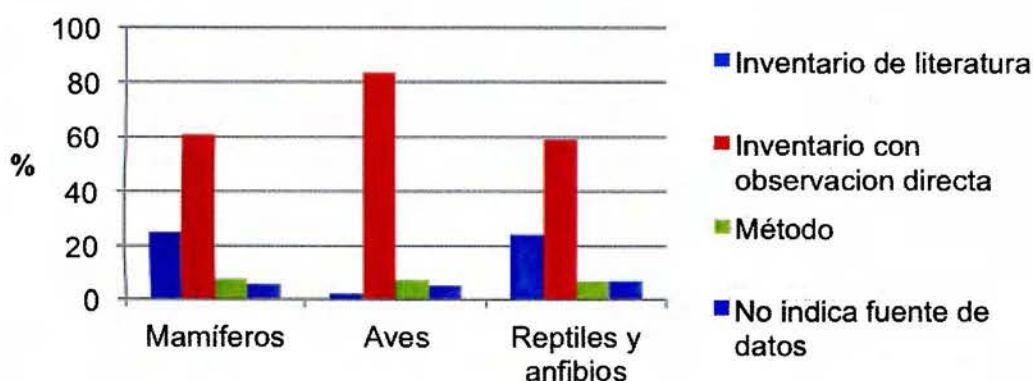


Fig. 12. Distribución en valores porcentuales de mecanismos de conformación de listados y presencia de método de observación para listados en ESlA de extracción en CDP con VAP otorgada en el periodo 2008-2015

ii) *Ictiofauna*

Los listados de ictiofauna fueron presentados en 58 del total de 79 expedientes (Fig. 11). Sin embargo, al categorizar qué información se presentó, se observa que el 44,30% presenta listado (Fig. 11) y 36,21% del expedientes hizo un muestreo (21 proyectos, Fig. 12).

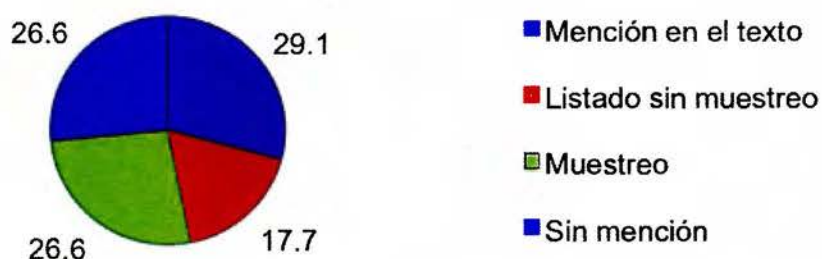


Fig. 13. Distribución porcentual más detallada de la presentación de datos de ictiofauna en ESlA para concesiones de extracción en CDP, con VAP otorgada en el periodo 2008-2015.

En la CUADRO 4 hay un resumen de los resultados del análisis de aspectos claves en la conformación de los estudios de fauna acuática. Al revisar la metodología de los 21 expedientes que realizaron muestreo, 23,81% indica los

nombres de las personas que realizaron el estudio de campo y 28,57% indica el tiempo del muestreo. El porcentaje aumenta cuando se habla del método de recolecta, donde el 73,91% describe un método o varios. El uso de atarraya predomina como método de recolecta, pero también hay uso de red de mano, sondeo visual con snorkel, pesca con carnada y electropesca. El 19 de 21 (90,5%) expedientes indicaron la selección de sitios muestreo, de los cuales aproximadamente la mitad realizó muestreos en más de un sitio (47,2%), mientras que los restantes 43,3% únicamente realizaron un muestreo en el sitio propio de la concesión (Fig. 14). En la mayor parte de los casos analizados se realizó el estudio de ictiofauna con una sola fecha de toma de datos, la excepción fueron los casos en que se vincula al Proyecto Hidroeléctrico Reventazón. En casos excepcionales se midieron tallas de los peces (dos casos, 9,5%), se realizaron muestreos en afluentes además del río de concesión (dos casos, 9,5%) y se mencionaron la cantidad de lanzamientos efectivos de atarraya (un caso, 4,8%). En el caso de peces la corroboración de identificación con frecuencia se realiza mediante un registro fotográfico, para reducir la mortalidad de individuos. No obstante, solo 14 expedientes de los 21 con muestreo presentaron un registro fotográfico (66,7%). El uso de bibliografía y claves se encontró en 22 (37,9%) de los 58 expedientes con presencia de un estudio de ictiofauna.

En el caso de los listados presentados, 3,51% identificaron a nivel máximo de familia, 12,28% a nivel de género y 85,96% a nivel de especie. Únicamente siete expedientes (33,3% de aquellos que realizaron muestreo) indican abundancias, cuatro expedientes (19%) incluyen el uso de índices y un expediente

(4,8%) utiliza estadísticas para dar sus recomendaciones. Dos expedientes (9,5%) señalan que el muestreo puede estar subestimando la cantidad de peces, debido al tamaño del cauce (Río Reventazón). Menos del 11% de los expedientes analizados recomienda el monitoreo o medidas protectoras sobre la ictiofauna.

CUADRO 4: Comparación entre grupos taxonómicos (ictiofauna y macroinvertebrados) de características de estudios ecológicos en fauna acuática para EsIA en extracción en CDP, con VAP otorgada en el periodo 2008-2015.

| Categoría de análisis | Peces (N=21) | Macroinvertebrados (N=66) |
|--------------------------------|--------------|---------------------------|
| Muestreo | 60% | 100% |
| Metodología descrita | 80,9% | 84,8% |
| Cita colectores | 23,8% | 24,3% |
| Tiempo fijo de muestreo | 28,6% | 72,7% |
| Cita claves | 33,9% | 59,1% |
| Máximo nivel de identificación | Especie | Género / Familia |
| Documenta abundancias | 33,3% | 72,7% |
| Uso índices | 19,0% | 68,2% |
| Recomienda monitoreo | 10,3% | 28,8% |
| Cita bibliografía | 37,9% | 65,1% |

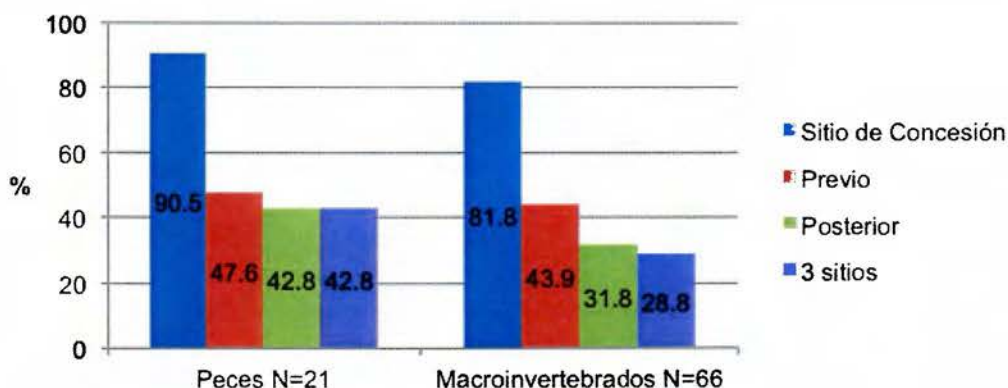


Fig. 14. Selección de sitios de muestreo en estudios de fauna acuática como parte de EsIA en extracción en CDP con VAP otorgada en el periodo 2008-2015.

iii) Macroinvertebrados

El grupo taxonómico más utilizado en los EsIA para proyectos de extracción en Cauce de Dominio Público del 2008 a la actualidad son los macroinvertebrados (Fig. 11). En términos metodológicos, hay mayor especificidad y referencias a cómo se realizaron los muestreos (CUADRO 4). A pesar de que no se cita con frecuencia los colectores (24,3% de expedientes que realizaron muestreo) como fue el caso para ictiofauna, en el 72,7% de los casos se indica un tiempo fijo de muestreo y 84,8% de los expedientes explicita el método de muestreo utilizado. En cuanto a la herramienta de recolecta, hay un uso generalizado de Red D o colador de cocina. En 6,06% de los casos (4 expedientes) también se utilizó red surber o red de deriva. Además un 39,4% de los expedientes indican el día de muestreo y 53,03% hacen una descripción de las condiciones del sitio de muestreo.

La selección de sitios de muestreo (Fig. 14), de manera similar al caso de peces, se le da prioridad importante al sitio de la concesión (81,8%), el cual se reduce a la mitad aproximadamente para los sitios de referencia previo (43,9%) y posterior a la concesión (31,8%). Hay nueve expedientes que no registran donde fueron tomados los datos (13,6%), ocho de los cuales presenta un listado de organismos. Un expediente que no presenta datos es en el río Chirripó que habla de que el río no sostiene vida por su composición química;¹³ sin embargo, otros expedientes del mismo río sí presentan datos completos. Únicamente 28,8% de los expedientes realizaron muestreos en tres puntos de muestreo (río arriba, río abajo y dentro del área de concesión).

¹³El expediente es aprobado debido a que el biólogo a cargo si explica los motivos que no obtuvo resultados en el EsIA, no es una omisión.

En cuanto a la identificación, en 61 expedientes (91,4%) se presentó listado de especies recolectadas y en el 63,9% de esas listas se cita el uso de una clave taxonómica. La mayor parte de los informes con listado presentaron identificación a nivel de género (88,5%), mientras que los restantes (11,5%) realizaron identificación a nivel de familia. Contrario a la experiencia con peces, un elevado número de estudios anotaron abundancias de los especímenes recolectados (72,7% del total con muestreo). De los 65 expedientes que analizaron macroinvertebrados, únicamente 18 casos (27,3%) depositaron el material en una colección oficial y todos ellos lo llevaron al Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica (MZUCR).

Para el análisis de datos, el 68,2% utilizaron el BMWP-CR como índice de calidad de aguas, mientras que un 27,8% utilizaron además o en su lugar otros índices (Shannon-Weiner, Margalef, ASPA, etc.). Dentro de los estudios únicamente el 28,8% de los casos en estudio recomendaron monitoreo de macrobentos periódico o como mínimo una toma de datos más (ojalá en la estación climatológica opuesta). No obstante, en más del 40% de los PGA recomiendan el monitoreo de fauna acuática (44,62%, n= 79). Además, 65,1% de los expedientes citó sus fuentes, mayoritariamente citaron las claves, pero en algunos casos también incorporaron literatura utilizada para el análisis y las recomendaciones. En los 79 expedientes se encontraron 36 biólogos profesionales, colegiados e inscritos en la SETENA. Aquí habría que mencionar que en 20,25% (16 expedientes) del total de los expedientes hubo subcontratación de alguna parte del estudio.

b. Monitoreo. Planes de Gestión Ambiental e Informes de Regencia

A partir de los Planes de Gestión Ambiental planteados en los EsIA se definieron cuatro categorías; (1) en que no hay mención a monitoreo alguno sobre el río, (2) hay compromiso de monitoreo físico-químico, (3) compromiso de un monitoreo en la época climática contraria al estudio y (4) compromiso de monitoreo de fauna acuática periódico a lo largo del proyecto. Si se observa la Fig. 15, la mayor parte (36,71 %, 29 expedientes) de los expedientes presentaron un plan que incluye biomonitoreo a lo largo del proyecto. De esos 29 expedientes con compromiso a biomonitoreo, tres (10,3%) tienen información cuantitativa que evidencia un monitoreo, diez (34,5%) no han presentado ningún informe de regencia y los restantes 16 (55,2%) presentaron los informes sin los datos (a enero del 2017).

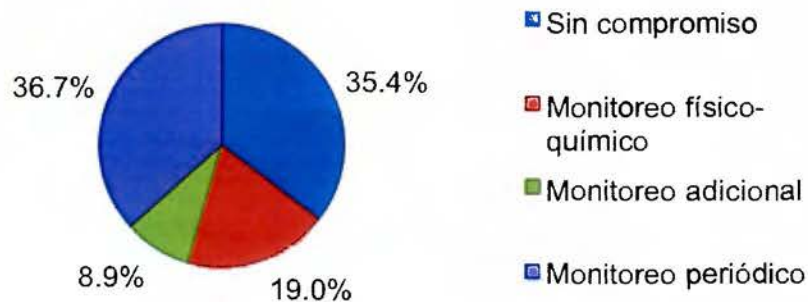


Fig. 15. Distribución de compromisos ambientales en el PGA, por tipo. Tipo 1 sin compromiso a fauna acuática, Tipo 2 monitoreo físico-químico, Tipo 3 un monitoreo biótico en estación alterna a EsIA y Tipo 4 monitoreo de fauna acuática periódico. N= 79 expedientes.

Los expedientes que presentan monitoreo periódico son del ICE en el río Reventazón (7367-12 y 116-09) y de la Standard Fruit Company en el río la Estrella (262-10). Ambos son los únicos expedientes de la categoría tipo 4

(compromiso de monitoreo periódico) que presentan datos de algún tipo referente a la calidad de aguas. En el caso de los demás informes revisados, por lo general se trata de un recuento de cuánto material se extrajo, repetición de los compromisos ambientales en referencia a las prácticas de las personas trabajadoras en el sitio y al uso de maquinaria.

i) Caso Reventazón

Como se ha mencionado, los expedientes de extracción en CDP asociados al Proyecto Hidroeléctrico Reventazón resaltan en esta investigación al realizar monitoreo sistemático. Los informes de regencia encontrados para el expediente 116-09 se realizaron durante la fase de construcción cada dos meses entre marzo del 2010 hasta diciembre del 2011, con un vacío entre enero a julio del 2011. En el caso, también de fase constructiva, del expediente 7367-12 hay cinco informes, realizados cada dos meses de noviembre del 2014 a agosto 2015. Al tratarse de actividades dentro del PH, la extracción en CDP no se analiza en los informes de manera aislada; es decir, las mediciones del informe corresponden a impactos colectivos del proyecto y la extracción. En todos los casos se presentan rescates de animales y mediciones de sedimentos en suspensión. Para el caso del 7367-12 hubo la incorporación de mediciones de BMWPC-CR; sin embargo, no se incluyen los datos crudos del muestreo para comparaciones.

En el caso del Reventazón, cabe mencionar que actualmente hay una denuncia ambiental. Esta denuncia sostiene que la extracción producida en el cauce ha debilitado la pared externa de una laguna, llamada Laguna Lancaster, y amenaza con romperse. Esta denuncia está asociada al expediente 2M-2012 de la

DGM y al expediente 331-08 de la SETENA. Si bien estos expedientes se dividen en partes, al ser megaproyectos contienen muchas partes como la extracción minera no-metálica y no entra en mucho detalle sobre la actividad dado a que se enfoca en el Proyecto Hidroeléctrico.

ii) Caso río Estrella

El expediente del río Estrella es de la Standard Fruit Company se describe como un dique en el que se remueven sedimentos para su mantenimiento, por lo que no queda del todo claro si se trata de una extracción en CDP habitual. Todos los estudios de fauna acuática han sido realizados con la misma metodología y mantienen una misma estructura. Después del estudio de impacto ambiental en el 2009, se entregaron tres informes con datos de fauna acuática acumulativa (datos de marzo y noviembre 2014 y julio 2016); sin embargo los datos presentados muestran que se han realizado más monitoreos, por lo menos un monitoreo anual del 2009-2013. Estos monitoreos incluyen seis puntos de toma de datos: uno de referencia de un afluente del río, uno previo al dique, tres en el dique y uno posterior.

Los informes mantienen una estructura de informe científico. En este caso, el objetivo es entender cuál es el impacto que tiene la práctica extractiva sobre la fauna acuática. A partir de esta premisa, analizan todos los datos a lo largo del tiempo para entender qué fluctuaciones se pueden atribuir al incremento en sedimentos.

Para el caso de macroinvertebrados hay variaciones en abundancia y riqueza, pero el mismo estudio plantea que estos probablemente se deben a

causas externas al dique. Se apunta a que la causa de la disminución puede deberse a alteraciones río arriba dada la afectación del sitio de control y posiblemente a la presencia de una especie exótica de caracoles de la familia Thiaridae en los sitios río abajo, sin embargo hacen falta estudios más específicos para concluir estas hipótesis. En el caso de peces, si bien hay presencia de la especie exótica *Oreochromis niloticus* (tilapia), la alta diversidad de la ictiofauna presente y la disminución de la población de esta especie es un dato positivo sobre la integridad ecosistémica. En conclusión, los estudios de monitoreo no determinan que la práctica extractiva origina una reducción significativa sobre la biodiversidad del río; no obstante, los resultados no explican de manera concluyente la causa de las fluctuaciones en diversidad, por lo que continuar con el monitoreo e incrementar el rango del estudio serían óptimos para descartar degradación ecosistémica.

Capítulo IV. Discusión

I. Expedientes Mineros

El análisis realizado en la DGM muestra dispersión de datos, inconsistencias y vacíos; aspectos que imposibilitan comprender el costo-beneficio de la práctica extractiva desde la sociedad civil. En particular es difícil determinar la cantidad de extracción que se realiza por año en el país y la ganancia que perciben las empresas y el Estado por los recursos que son dominio de la ciudadanía costarricense. La dificultad de acceso también denota una institución que recibe poco escrutinio público, aspecto que fue evidente en la solicitud de información. A nivel gubernamental, si bien hay planes operativos institucionales (2014, 2015 y 2016), la información que allí aparece está poco actualizada, sufre también de vacíos y dispersión de la información. El mecanismo de elaboración de los planes busca más justificar la labor institucional que describir los procesos geológicos en relación a la práctica minera.

No obstante, se pueden realizar algunos comentarios sobre la práctica minera. El primero es que las tasas de extracción no son iguales por región o por cuenca. En la provincia de Limón, al parecer hay mayor concentración de reservas de agregados distribuido en menor cantidad de concesiones. Esto concuerda con las observaciones de Huapaya (2007), que indica que la mitad de la producción viene de esta región. Para Guanacaste, en cambio, las regulaciones sobre la cuenca del río Tempisque (Decreto 22813-MIRENEM 1994), regula la extracción minera a partir del resultado de estudios técnicos, desde la confluencia de río

Angostura hasta la desembocadura del río Tempisque. Este decreto funciona como una zonificación para proteger la disponibilidad de agua para los diferentes usos, una estrategia que podría asegurar una mayor sostenibilidad del recurso hídrico en el país de tener la información científica que lo respalde.

Por otra parte, el análisis geográfico arroja un dato contradictorio. El 0,64% de toda la red hídrica nacional sub-representa los impactos ecológicos que pueden estar ocurriendo a raíz de la práctica extractiva y es más apropiado referirse a los 320,36 km lineales concesionados. El ejercicio de cuantificar cuánto de la red hídrica está concesionado es un descriptor que merece atención, pero hay que considerar las limitaciones de los datos. En primera instancia la práctica extractiva únicamente ocurre en la cuenca media, donde ocurre el depósito de piedra de cuenca alta y es lavada por el cauce. Sin embargo, la definición de cuenca alta, media y baja es difusa, impidiendo excluir estos segmentos del cauce del análisis numérico. Esto es particularmente problemático porque la teoría de río continuo predice que los sectores de mayor diversidad están en la cuenca media (Ward 1998). En su análisis del impacto de presas hidroeléctricas sobre la ictiofauna, Farah (2016) determinó que el rango altitudinal en que ocurre la represa modifica en gran medida el grado de afectación a la composición de comunidades, en donde las presas en la cuenca alta tienen menores impactos que aguas abajo. El dato del porcentaje de concesión entonces sub-representa la magnitud del impacto que puede tener este disturbio antropogénico sobre los segmentos más biodiversos y heterogéneos de los ríos nacionales, así como estar afectando de manera desigual los diferentes grupos taxonómicos presentes. Además de utilizar

la cantidad de kilómetros por encima de los porcentajes, es importante incluir el análisis por cuenca. En primera instancia debido a que las cuencas difieren en tamaño y por lo tanto la cantidad de kilómetros concesionados tendría un impacto proporcional por cuenca (CUADRO 3), pero también porque el comportamiento de cada cuenca puede variar en disturbios naturales y en disturbios antropogénicos. Por lo tanto es importante tener información cuantificable, pero dimensionar las limitaciones de datos iniciales y generales, como es este primer acercamiento a entender la práctica extractiva. Para investigaciones futuras, sería importante profundizar en estos vacíos para obtener resultados más exactos.

Luego destaca la relación entre las ubicaciones de las represas hidroeléctricas y los sitios de extracción. En ambas actividades hay un cambio en la dinámica de sedimentos del río, mientras las represas retienen y sedimentan el material en los sitios de presa, la extracción en CDP extrae los sedimentos del río y levanta material en suspensión. Además por sus respectivas necesidades, los sitios de las represas tienden a ubicarse en la cuenca alta, mientras que las extracciones de arena requieren sitios de depósito en la cuenca media o baja. No obstante, cabe recordar que ambas prácticas alteran la morfología natural del cauce y modifican el régimen de transporte de sedimentos en el río (Kondolf 1997), por lo que el conjunto de ambas prácticas puede tener consecuencias sinérgicas sobre los hábitat afectados.

El caso de la cuenca del Chirripó es particular, debido a que no tiene represas y a su vez tiene muchas concesiones de larga data. Al consultar los informes de la Dirección de Geología y Minas (2014), se justifica la extracción

elevada por la geomorfología de la zona. Según este informe, hay una combinación de depósitos aluviales cuaternarios con un pobre desarrollo de suelo, situación ideal para grandes abanicos y terrazas aluviales no activos (DGM 2014). Por este motivo la extracción en CDP se puede realizar con poco esfuerzo y mayor valor económico. Cabe mencionar que el impacto sobre esta cuenca, en particular, está sub-representado por el periodo de investigación, dado a que tiene varias de las 44 concesiones previas al Código Minero (ALRCR, 1982) que no tienen plazo límite para extracción.

A pesar de la revisión de todas las fuentes disponibles, al parecer hay inconsistencias entre los resultados observados en esta investigación y la realidad minera expuesta por la Contraloría General de la República en su informe DFOE-AE-IF-09-2016 (2016), que tiene mayor acceso a información institucional. Un caso que sobresale en este sentido es el caso del río Barranca (Anexo4), donde dos referencias distintas indican que hay un tramo del río entre 10 y 15 km que tiene concesiones consecutivas (DFOE-AE-IF-09-2016 2016; Huapaya Rodríguez-Parra 2007). A pesar de esto, en los mapas elaborados en esta investigación se observan tan solo tres concesiones por el periodo de análisis. Nuevamente puede tratarse del periodo de análisis de esta investigación, no obstante, también puede haber el acceso de la Contraloría es mayor al de esta investigación.

Esta caracterización geográfica excluye dos tipos de datos de relevancia para caracterizar la práctica extractiva en el país. El primero son los expedientes otorgados previos a la legislación que limita el plazo de extracción. El otro dato que queda excluido del análisis geográfico es la demanda de futuros proyectos,

que en algunos casos, grandes segmentos consecutivos del río están reservados por diversas empresas extractoras. Cabe recordar que un proyecto potencial debe primero brindarle a la DGM el sitio donde ocurriría la extracción, para luego continuar con el trámite de viabilidad ambiental y de solicitud de concesión, proceso mediante el cual ninguna otra persona puede solicitar ese sitio. Esta alta demanda por nuevas concesiones es preocupante cuando incrementa en los márgenes de áreas protegidas, como el Parque Nacional Piedras Blancas y Carrara (Fig. 12), dado a que crea una evidente presión sobre estos sitios. Por otro lado, hay que recordar que estos análisis excluyen la práctica ilegal, por lo cual el número de sitios donde ocurre la extracción de material pedregoso en los ríos está subestimado. En los informes de la DGM se indica que un sitio problemático en este sentido es Talamanca, que en su mayoría tiene concesiones cortas de la Municipalidad y de la Comisión Nacional de Emergencias, pero requiere de un mayor control sobre las extracciones ilegales (DGM 2014).

La DGM como institución está mal equipada como ente rector para la práctica minera. Las inconsistencias observadas entre el LI y el CNM, así como la dificultad de obtener información general de la práctica extractiva, son muestra de una institución que requiere de una estructura organizativa de la mano de herramientas tecnológicas que le permitan tener información sobre las prácticas que dirige. Parte de la ausencia de datos cuantitativos sobre la práctica minera en el país pasa por incapacidad institucional de generar documentos comprensivos y resguardo por el secreto empresarial, a pesar de ser un recurso público concesionado a dichas empresas. En el informe del 2016 (DFOE-AE-IF-09-2016

2016), la Contraloría General de la República constata los graves problemas de control de la DGM. Este informe declara que la responsabilidad del uso sostenible de los recursos recae también sobre la DGM y que por sus incapacidades de seguimiento, está poniendo en riesgo el recurso hídrico del país, sin información de costo beneficio que justifique el riesgo.

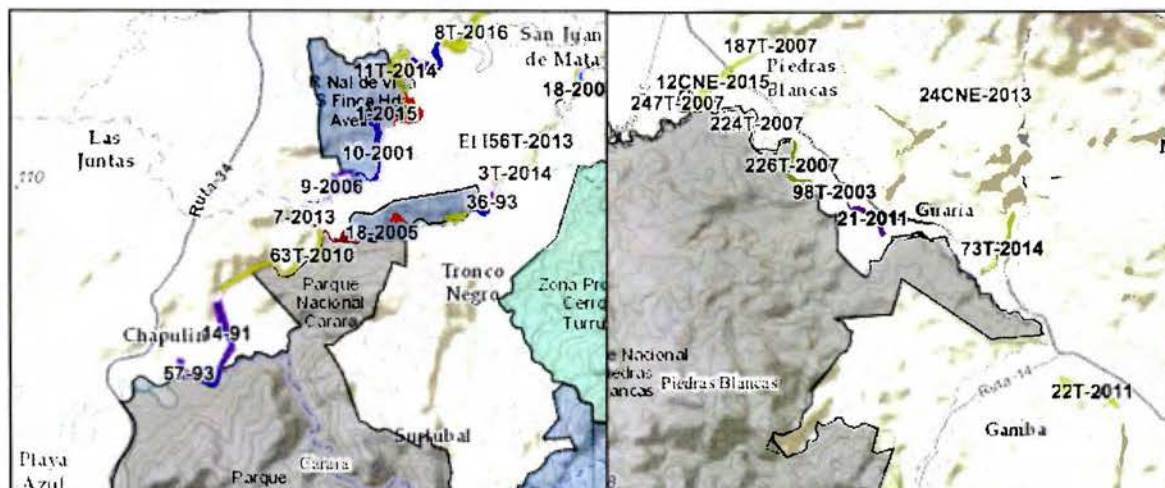


Fig. 16. Fotografías del CNM de la cuenca del límite del Parque Nacional Carara (izquierda) y del Parque Nacional Piedras Blancas (derecha). Concesiones otorgadas (en morado), temporales (en verde) y en trámite (en rojo). Fuente: <http://dgm-minae.maps.arcgis.com> (Revisado en diciembre del 2016).

Esta investigación realiza una caracterización superficial de una de las prácticas mineras que rige la DGM, sin la intención de ser exhaustivo. No obstante, la poca información recolectada y la falta de certeza sobre la veracidad de la información dado lo contradictorias de las fuentes analizadas son preocupantes e impiden tener una mirada clara sobre los alcances de la minería no-metálica que ocurre en territorio nacional concesionado. Esta información es fundamental para el análisis global de impactos, tanto como la información de los ecosistemas analizado a continuación. La investigación y el análisis académico de estas prácticas es fundamental para la construcción de herramientas más

efectivas de manejo de recursos.

II. Expedientes con viabilidad ambiental

La descripción general del sitio, mediante el uso de suelo y zonas de vida presentes, fue un dato bastante constante en la revisión de estudios, pero no está adaptado para el tipo de impacto potencial de la práctica. En el caso de extracción en CDP, el impacto biológico puede ocurrir en los márgenes del sitio de extracción, por el ingreso de maquinaria, y en el cauce del río mismo, modificando la calidad de las aguas abajo. Por ejemplo, los cambios en el régimen de sedimentos, por la extracción de los mismos, interrumpe su transporte y puede tener efectos sobre la profundidad del cauce y los márgenes (Kondolf 1997). Esta es la denuncia en del caso de la Laguna Lancaster, en que presuntamente el ICE podría estar socavando la pared en uno de los márgenes y poniendo en peligro la integridad de la Laguna. Por este motivo, la descripción del sitio debería estar adaptada a incluir la microcuenca. La meta principal de este requisito es identificar idoneidad de la práctica en ese sitio geográfico (Thompson, Treweek y Thurling 1997). Sin embargo, también es importante tener perspectiva sobre los efectos acumulativos que ha sido un área subdesarrollada en los procesos de EIA a nivel mundial (Morgan 2012).

Los listados de mamíferos, aves, reptiles y anfibios están presentes en gran parte de los expedientes; no obstante, son muy laxos y brindan poca información valiosa para medir la biodiversidad del sitio o las relaciones ecosistémicas que ahí ocurren. En los pocos expedientes que brindan alguna información metodológica (menos del 8%), excluyen detalles sobre cómo se ejecutaron los mecanismos de

muestreo en el sitio. Tampoco hay evidencia de un protocolo estándar que permita tener una guía de cómo ocurrieron estos estudios. La ausencia de metodologías claras, el hecho de que la mayor parte de los avistamientos se hacen en una gira única de un día en horas diurnas y que la mayor parte de los listados son obtenidos de fuentes secundarias (literatura y pobladores), pone en duda lo representativo de los datos obtenidos.

Entre estos grupos taxonómicos, las aves resaltan porque tienen por lo menos un 20% más de observación directa frente a los otros grupos. Este dato puede deberse a esfuerzos de muestreo u observación desiguales, como la mayor facilidad de observar aves en comparación con los otros grupos de animales vertebrados. Treweek (1996) expone el caso de Inglaterra, donde la ausencia de requisitos sobre los estudios ecológicos tiende a favorecer los grupos taxonómicos de mayor acceso y menor costo. Esa podría ser la situación en el país, en que las aves pueden ser vistas en recorridos diurnos, frente a anfibios, por ejemplo, que se recomienda considerar muestreos asociados a la estacionalidad y con recolectas o conteos diurnos y nocturnos (Heyer *et al.* 1994).

En la mayoría de los países, el proceso de evaluación de impacto toma especial consideración con especies en listas amenazadas para asegurar su protección (Possingham *et al.* 2002). No obstante, en estudios revisados donde se afirma que nutrias fueron observadas de forma directa o indirecta, el proyecto no sufrió modificaciones importantes en su planteamiento o medidas de mitigación. Esto es aún más grave si se considera que la práctica extractiva afecta directamente el río donde esta especie habita y se alimenta. Sumado a esto, los

biólogos a cargo hacen afirmaciones de que el impacto no es significativo porque la especie está de paso, sin ningún estudio especializado que valide la afirmación. La negación de impacto sobre una especie amenazada no es poco frecuente, donde desarrollistas han llegado a destruir hábitats, excluir especies amenazadas de inventarios y negar acceso a investigadores para poder ejecutar sus proyectos (Possingham *et al.* 2002).

Las listas de especies amenazadas en el caso de fauna acuática (ictiofauna y macroinvertebrados) tienen complejidades que considerar. Para los macrobentos, el mayor problema es el nivel de identificación hasta género, que imposibilita definir si una especie entra dentro de la categoría correspondiente en CITES, UICN o en la Ley de Conservación de Vida Silvestre. En ictiofauna, ha habido avances recientes en completar las listas de especies para el país; no obstante, en cuanto a la distribución de poblaciones estas listas solo vienen a facilitar un proceso aún pendiente (Angulo *et al.* 2013).

En los términos de referencia de un EsIA para extracción en CDP está establecido que se requiere un estudio de fauna acuática (Anexo 2). Sin embargo, se encontraron patrones muy contrastantes entre los estudios de ictiofauna y macroinvertebrados bentónicos en cuanto a cantidad de muestreos, variabilidad de métodos de recolecta, presentación de resultados y análisis. El 73,42% de los expedientes realizaron inventarios de ictiofauna semejantes a los mencionados previamente para otros grupos de vertebrados, con el agravante que solo el 45,83% fueron confeccionados con muestreo, haciendo de los peces el grupo taxonómico con menor referencia directa. En contraste macroinvertebrados

bentónicos fueron analizados en 82,28% de los estudios, todos mediante recolecta directa. Al parecer, el porcentaje elevado de estudios de macroinvertebrados, producto de requisitos explícitos, desatiende la necesidad de estudios ictiológicos. No obstante, cabe recordar que los estudios de fauna acuática son métodos indirectos mediante los cuales se trata de entender el estado del ecosistema y su capacidad de respuesta ante un impacto o práctica humana (Cao y Hawkins 2011; Dolédec y Statzner 2010; Li, Zheng y Liu 2010), entonces el análisis de más de un grupo taxonómico y nivel trófico permite un mejor acercamiento a la salud ecosistémica. En el caso particular de peces y los sitios de extracción en CDP, la altitud del sitio de afectación es un factor importante para determinar impactos sobre la composición íctica, por los hábitos y las historias de vida de las especies presentes (Farah Pérez, 2016). Esto hace relevante estudiar ambos grupos taxonómicos.

La primera diferencia evidente es metodológica. En los 21 expedientes donde sí se realizó un estudio de ictiofauna hay variabilidad sobre los métodos de recolecta, mientras que en la mayor parte de los estudios de macroinvertebrados hay aspectos de la metodología con patrones más constantes (como el uso de Red D y delimitación de tiempo fijo para el muestreo). Esto pasa también con la presentación de los resultados, el 33,33% de los listados de peces tienen valores de abundancia y en insectos acuáticos la cifra incrementa a 73,85%. En la realización de pruebas estadísticas, 19,05% de estudios realizaron algún índice de diversidad para peces, mientras que 27,69 % de los estudios lo hizo para

macroinvertebrados, sin incluir que 69,23% de los casos realizaron el índice BMWP-CR.

Estas diferencias parecen indicar que hay un tratamiento diferente a los dos grupos taxonómicos, a pesar de que el requisito que se incorporó en el 2007 con el Decreto 34375-MINAE, requiere un estudio de fauna acuática con “cualquier grupo de organismos que sean indicadores del estado general del cuerpo de agua superficial y cuya utilización esté debidamente validada por alguna institución científica reconocida” (MINAE 2007a) y ambos grupos taxonómicos cumplen los requisitos. Considerando las observaciones de Treweek (1996) sobre la necesidad de requisitos para estudios ecológicos en el sistema inglés, una posible explicación puede estar relacionada al Decreto 33903-MINAE-S (2007), donde el Estado costarricense reglamenta una metodología evaluación de comunidades de macroinvertebrados en aguas superficiales. Esta metodología además se asemeja mucho a las descritas por los consultores. Más allá de cuan adecuado sea la metodología del decreto en este caso, cabe resaltar el impacto que ha tenido este reglamento y protocolo para guiar los estudios de fauna acuática en el país. El nivel de incorporación de decreto 33903-MINAE-S (2007) indica que los consultores y la institución aplican las recomendaciones vía decreto, a pesar de que el reglamento ni siquiera fue construido para ese fin.

A pesar de que los macroinvertebrados son el grupo taxonómico mejor representado en los EsIA, aún así cuenta con varias falencias. Para empezar, las metodologías tienen problemas de selección de sitios de muestreo. Más de un 40% utilizó únicamente un sitio de muestreo dentro de la concesión, lo que impide

generar comparaciones con un sitio de referencia aguas arriba y observar si el efecto de la extracción se sostiene aguas abajo, esta tendencia se mantiene en los casos de muestreo de peces.

Las identificaciones en general no se realizaron a especie, debido a que en el país la ausencia de claves imposibilita la identificación a este nivel para la gran mayoría de macroinvertebrados, por lo que generalmente se trabaja a nivel de familia y género (Springer 2008). Además, la mayoría de estudios tampoco generaron colecciones para revisar la identificación taxonómica. En más de la mitad de los casos se aplicó el índice biótico BMWP-CR, muchos de los cuales utilizaron este índice sin presentar los datos completos (riqueza y abundancia) del estudio. El BMWP-CR se calcula a partir de la tolerancia relativa de diferentes familias de insectos acuáticos a contaminación orgánica, en donde la presencia de una familia que puede habitar aguas muy contaminadas obtiene una puntuación más baja (1-10) y luego la sumatoria de todos los puntajes se asigna a una categoría de contaminación. Entre mayor es el valor de la sumatoria, mayor es la calidad de agua (Maue y Springer 2008). Por este motivo, este índice no es apropiado para analizar el impacto de extracción en CDP. La extracción de materiales está asociada a impactos por la carga de sedimentos y cambios en la morfología del cauce, mientras el índice fue diseñado para medir impactos por contaminantes orgánicos (Bonada, Prat, Resh y Statzner 2006; Buss *et al.* 2015; Li *et al.* 2010).

En la mayoría de los estudios únicamente se analizaron datos de fauna acuática, sin esfuerzos por generar relación con datos físico-químicos del agua o

medidas generales del hábitat. Las medidas físico-químicas son de suma importancia, dado a que la práctica extractiva potencialmente produce incrementos en los sedimentos suspendidos y cambios en la morfología del cauce. Las medidas físico-químicas son complementarias a los análisis de organismos y permiten establecer relaciones de causalidad entre lo que ocurre a nivel ecosistémico con las condiciones que presenta el medio. La comprensión del ecosistema está incompleta si se evalúa únicamente la integridad estructural del ecosistema, mediante estudios taxonómicos, por lo tanto habría que incluir un análisis de integridad funcional, donde se entienda mejor el ritmo, los patrones y el proceso de un ecosistema (Dolédec y Statzner 2010). Esto requiere que haya un cambio de enfoque sobre los estudios realizados.

Otro aspecto a considerar, para mejorar la validez de los datos, es la subcontratación parcial de los estudios de macroinvertebrados. En los casos donde esto se observó, el profesional que identificaba los organismos no podía dar fe de aquel que ejecutó la metodología. Frente a datos incongruentes, algunos informes de laboratorio mencionaban que la presencia de los pocos taxones presentes en la muestra podía deberse a errores de muestreo. También en algunos estudios, los biólogos consultores que subcontrataron el estudio de fauna acuática íntegro, no presentaron en los anexos la totalidad de los resultados. La responsabilidad profesional en esta área es de suma importancia, debido a que la palabra del especialista es vinculante por ley. Además, si se considera la meta final de la EIA como proceso, la expectativa es que las diversas empresas e instituciones incorporen aspectos biológicos, de conservación del ambiente en sus

prácticas, aspecto que no pueden hacer a menos que estén en contacto con los especialistas que estudian dichos aspectos.

Además del estudio biológico, también hay que analizar cómo el estudio concreta la protección del ecosistema en compromisos ambientales. Mediante qué estrategias de monitoreo se puede evaluar el ecosistema y observar la efectividad de las medidas de mitigación. En este ámbito es donde hay mayor deuda de parte de los desarrollistas, los consultores y la institucionalidad.

Menos de la mitad de los expedientes siquiera se compromete a realizar monitoreo acuático, considerando que el impacto se realiza directamente en el cauce del río. De esos expedientes un tercio no ha entregado informes de regencia para el 2016 y más de la mitad presentó informes, los más recientes en el 2015, sin datos cuantitativos sobre el ecosistema. En los pocos casos en que sí se presentaron informes con datos cuantitativos, dos tienen datos que no son comparables entre informes. El único caso que presenta datos en forma y realiza comparaciones y análisis a lo largo del tiempo de lo que está ocurriendo en el sitio de extracción es el caso de la Standard Fruit Company, donde aparentemente no hay siquiera extracción minera, sino que la construcción y el mantenimiento de un dique.

Al indagar con mayor profundidad en el tema, queda claro que los informes son presentados ante el Archivo de la SETENA, y el Departamento de Auditoría y Seguimiento Ambiental no está en capacidad de realizar un análisis de estos reportes a menos que se presente una denuncia o se efectúe el cierre del proyecto (DFOE-AE-IF-01-2010 2010). De ser posible el análisis inmediato de los informes,

presentados por lo general cada seis meses durante la fase operativa, son un cúmulo de anotaciones cualitativas que afirman que todo el funcionamiento del proyecto ocurre dentro de los parámetros establecidos.

Nuevamente, esta no es una excepción en Costa Rica, aparentemente a nivel mundial los procesos de monitoreo han sido un problema de control gubernamental y una incapacidad de empresas privadas (Dias *et al.* 2017). Sin embargo, todo el proceso de evaluación inicial carece de sentido práctico sin monitoreo periódico y capacidad institucional para validar que no se está aportando a la degradación ambiental. Si se subsanan las falencias de los estudios iniciales y de existir el monitoreo, la SETENA podría refinar los requisitos, así como mantener una mirada global sobre el impacto de la extracción en CDP a los ríos nacionales.

A raíz de estas situaciones, la descripción del ambiente biológico en los estudios evaluados no es funcional para los objetivos del EslA. La carencia en aspectos claves como diseños experimentales orientados por objetivos, descripciones metodológicas detalladas, datos cuantitativos y uso de referencias bibliográficas permite cuestionar la capacidad de que los estudios presentados puedan brindar información sobre el ecosistema. La ausencia de rigor científico en el estudio inicial y el programa de monitoreo imposibilita resultados fiables para describir los impactos a la biodiversidad del ecosistema y en consecuencia impiden la adecuada toma de decisiones (Dias, Fonseca y Paglia 2017; Treweek 1996). La incapacidad de presentar información ecológica en cantidad y calidad necesaria para predecir las implicaciones de un proyecto no es nuevo en la

comunidad de evaluación de impacto ambiental (Thompson, Treweek y Thurling 1997). En muchos países y legislaciones, los proyectos de desarrollo son considerados favorables de entrada, exigiendo más bien a los actores locales y autoridades a tener el peso de la prueba si quieren proteger el bien común (Possingham *et al.* 2002).

Los procesos de evaluación ambiental deberían determinar si la hipótesis de impacto es verdadera (Dias *et al.* 2017). En el caso de proyectos de extracción en CDP, la hipótesis nula que se intenta comprobar es que el ecosistema no se modifica a causa de la extracción. Los motivos por los cuales los estudios de animales son menos sistemáticos y contienen pocos datos cuantitativos incluyen los siguientes: la dificultad de muestreo, la capacidad de interpretación de sondeos de fauna, la ausencia de especialistas para los diferentes grupos taxonómicos y los plazos del trabajo de campo (Thompson *et al.* 1997). Sin embargo, Treweek (1996) también describe las dificultades del profesional en ecología, que “es exigido a dar información sobre los ecosistemas fuera de los periodos idóneos, restringido a áreas de estudio inapropiados y con presupuestos y plazos irrealistas”. La cultura de complacencia, donde se presentan datos a fin de obtener y mantener licencias, es común y va en contra de realmente mejorar la interacción de la empresa con el medio ambiente (Dias *et al.* 2017).

Capítulo V. Propuestas y recomendaciones

Todo el proceso de EIA tiene como objetivo entender el aporte que tiene una acción o práctica humana sobre la degradación del ambiente para la toma de decisiones sobre su ejecución. En este sentido hay una pretensión que no se logra, dado a que la viabilidad ambiental es considerada un requisito que culmina con el EsIA, en lugar de ser un mecanismo mediante el cual se incorpore el medio ambiente dentro de la lógica de un proyecto humano, a partir de un proceso de identificación de impactos que inicia con el estudio preliminar y culmina con medidas de mitigación. Además, la SETENA, como muchas instituciones semejantes en América Latina, tiene problemas estructurales desde la concepción de la naturaleza de la evaluación ambiental, donde se pretende que esta herramienta de manejo compense la falta de control legal sobre prácticas humanas (Sánchez-Triana y Enriquez 2007). No obstante, de ser aplicada correctamente, la herramienta evaluativa puede obtener información científica que fundamente el desarrollo de medidas de mitigación, planes de mejoramiento de la calidad de agua y hasta legislación más apropiada.

A raíz del diagnóstico de expedientes, se concluye que los estudios de fauna analizados no presentan los criterios científicos mínimos para inferir lo que ocurre en los ecosistemas acuáticos a raíz de la práctica extractiva. Estos errores estructurales en la realización de la EIA impiden entender el efecto real que tiene la actividad extractiva sobre los ríos nacionales y evitan que se puedan realizar acciones que permitan el uso sostenible de los recursos.

La “Guía para la elaboración de Instrumentos EIA” (Decreto 32966-MINAE) en términos generales establece que el requisito de estudio del ambiente biológico es caracterizar la integridad ecológica y biológica del ambiente, determinar la fragilidad de ese ecosistema ante los potenciales impactos de la práctica humana y, con una metodología establecida, implementar un plan de gestión y de monitoreo que permitan mitigar los efectos de dicha práctica. Considerando la complejidad, el actual estado del conocimiento y la creciente presión y degradación de los ecosistemas loticos tropicales, esta tarea es de suma importancia y una oportunidad para aprovechar recursos destinados para la protección del ambiente. No obstante, para lograr lo que se plantea en el decreto 32966-MINAE, se requiere mejorar la calidad de los estudios presentados y el control de los monitoreos periódicos, así como definir qué herramientas deben utilizarse para medir los ecosistemas.

Para lograr reducir la brecha existente entre lo que se pretende con la legislación nacional y lo que ocurre en la evaluación ambiental se necesita una hoja de ruta. Se visibilizan dos niveles de incidencia relevantes a esta temática: (1) mejorar el control y los estándares de los estudios que se presentan ante la SETENA y (2) avanzar hacia una norma, construida entre biólogos con experiencia en este tipo de estudios, sobre el diseño experimental y la protocolización de los estudios que buscan brindar información de diversidad biológica. En esta propuesta no se habla directamente de los desarrolladores, debido a que su responsabilidad en cuanto a los EsIA y los IRA es clara, el pago de los estudios en forma y tiempo y el compromiso de ejecución de las medidas de

monitoreo y mitigación. A continuación se detallan dos apartados donde se proponen una serie de medidas para la SETENA y se plantean recomendaciones para avanzar en la construcción de una norma que regule mejor la estructura y contenido de los estudios.

I. Guía para la SETENA

La hoja de ruta propuesta consiste en tres puntos de acción. En primer lugar, se plantea modificar los TER para los EsIA. Segundo, se recomienda mayor control sobre la entrega de IRA en tiempo y calidad. Tercero, se sugiere establecer un formato de recepción de los resultados de los estudios que facilite comparaciones en el tiempo y entre sitios. Por último, se recomienda que la SETENA genere una comisión en conjunto con el Colegio de Biólogos y/o el CONARE para analizar los datos globales de la práctica y generar recomendaciones. Todas las recomendaciones buscan agilizar la SETENA, considerando las deficiencias que tiene, pero sin entrar a modificar su estructura actual o la legislación vigente. Es decir que a continuación se plantean mecanismos a corto o mediano plazo que permiten corregir una serie de falencias técnicas dentro del funcionamiento actual de la institución sin realizar cambios de departamentos o rediseñar la lógica institucional, pero no se puede dejar de lado la necesidad de fortalecimiento institucional a largo plazo al que no se profundizará en esta investigación.

a. Modificaciones a los términos de referencia

La SETENA define los TER de los EsIA mediante un Formulario para la Elaboración de Términos de Referencia (FETER) por práctica. Este formulario es una lista y descripción de ítems que debe completar el equipo consultor, que hace referencia a un listado que define cada ítem (Decreto 32966-MINAE). Ambas listas se dividen por capítulo y componentes, para el presente caso se analizaron los ítems contenidos en el capítulo 8. Descripción del Ambiente Biológico y 12. Pronóstico-Plan de Gestión Ambiental.

Cambios al capítulo 8. Descripción del Ambiente Biológico

El objetivo principal del estudio de fauna acuática (primer componente de la descripción del Ambiente Acuático) es la descripción del ecosistema, mediante un muestreo de la fauna asociada (Decreto 32966-SETENA). Actualmente el FETER estándar para proyectos en CDP solicita que este estudio de fauna acuática únicamente incluya macroinvertebrados acuáticos y el índice BMWP-CR asociado (Fig. 17). Estas especificaciones sobre el estudio son insuficientes en la práctica para obtener información sobre el ecosistema y su afectación.



| No. | Tema | Incluir | Fue considerado correctamente en: |
|-------|--|---------|-----------------------------------|
| | • Estatus de protección del AP | | |
| | • Poblaciones y comunidades marinas presentes | | |
| | • Especies indicadoras por ecosistema marino | | |
| | • Especies endémicas, con poblaciones reducidas o en vías de extinción | | |
| | • Fragilidad del ambiente marino | | |
| 8.1.3 | Ambiente acuático (aguas continentales) | X | |
| | • Fauna acuática (incluir macroinvertebrados bentónicos BMWP) En caso de que existan cuerpos de agua superficial en el AP o colindancias inmediatas. | X | |
| | • Caracterización del ecosistema acuático | X | |
| | • Especies indicadoras | X | |
| | • Especies endémicas, con poblaciones reducidas o en vías de extinción | X | |
| | • Fragilidad del ambiente acuático continental | X | |

Fig. 17. Machote de TER estándar para proyectos en CDP, enfocado al apartado de Ambiente Acuático, obtenido en febrero 2017. Documento completo en Anexo 2. Fuente: Departamento de Evaluación Ambiental de la SETENA.

Para poder cumplir con el objetivo establecido, primero tiene que presentarse el estudio científico íntegro entre los anexos del EsIA. El contenido del texto del EsIA, por la amplitud de temas que incorpora, funciona como un resumen de fácil comprensión sobre temas técnicos muy especializados. En muchos casos, como el estudio de hidrología y el estudio arqueológico, los resultados se resumen en el texto y se hace referencia a un anexo que incluye todos los detalles más especializados por disciplina. En el caso de los estudios biológicos esto no es requisito y va en detrimento de las descripciones necesarias para comprobar la idoneidad de los métodos, su replicabilidad, el grado de confianza en los resultados y la calidad de las conclusiones. Aquí además se propone que el estudio de fauna acuática debe ser realizado a cargo de una sola persona; no

debe subcontratarse segmentos que separen el trabajo de campo del análisis de laboratorio, ya que de esta manera no se podría dar fe de una adecuada metodología y el correcto procesamiento de las muestras. En este sentido, se debería considerar la posibilidad de certificar o acreditar a profesionales para asegurar el manejo correcto de las herramientas de muestreo, identificación taxonómica y procesamiento de datos. Esto ya se hace en otros países, como EE.UU. donde la “Society of Freshwater Science” acredita a biólogos en identificación taxonómica.¹⁴En México, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) tiene el laboratorio de indicadores bióticos en donde se trabaja con análisis de metodologías probadas (Alonso-EguíaLis, Pineda-Lopez, & Pérez-Mungía 2014).

En segunda instancia, hace falta que se establezcan requisitos de formato para la presentación de los estudios científicos. Más de la mitad de los estudios de macroinvertebrados analizados habían problemas metodológicos y para ictiofauna la proporción de muestreos fue muy baja (Capítulo V). Un mayor nivel de detalle en las descripciones metodológicas del estudio permitirían su efectividad, desde la replicabilidad en el monitoreo, la asignación de responsabilidad de las muestras y la toma de datos a profesionales inscritos ante el Estado, hasta establecer relaciones de causalidad entre la práctica y la degradación ambiental. En este sentido, se obtendría información más completa del ecosistema con dos grupos taxonómicos (ictiofauna y macroinvertebrados) en sus diferentes niveles tróficos, como se discute en el Capítulo V y se propone en el instrumento normativo más adelante en las recomendaciones.

¹⁴<https://stroudcenter.org/sfstcp/>

Por último, hay una ausencia de diseño experimental dentro de los estudios de fauna acuática. El enfoque de la mayoría de los expedientes analizados fue un listado taxonómico tomado de libros de texto, sin establecer ninguna relación con el ecosistema acuático. En los casos donde hay muestreo, el interés está en determinar la calidad de cuerpos de agua superficial enfocada en contaminación orgánica, a pesar de que la afectación más probable que ocurra en el ecosistema producto de la extracción en CDP está asociada a cambios en la morfología del cauce y el incremento de sedimentos en la columna de agua (AFS 2002; Kondolf 1997; Kondolf 1994). Por estos motivos es fundamental que la SETENA construya con el Colegio de Biólogos y las universidades públicas, un protocolo o una norma en diseño experimental para los estudios de fauna acuática, consultada y validada por expertos en ecología de ambientes acuáticos. En el siguiente nivel se exponen algunas observaciones para la construcción de esta propuesta.

La idea fundamental con estas modificaciones es cambiar el enfoque del estudio para que funcione como línea base en la comprensión ecológica del ambiente como lo establece el decreto 32966-MINAE. Además no se excluye la posibilidad futura de que la información en el EsIA permita excluir ciertas prácticas de un determinado sitio, pero habría primero que determinar qué conjunto de condiciones biológicas determinan que una práctica no es compatible con el ecosistema de estudio. Esta es otra tarea que podría definirse en conjunto con el Colegio de Biólogos. Los elementos propuestos le permiten al encargado de la SETENA ser más preciso en el control para que comparaciones futuras sean posibles.

Cambios al capítulo 12. Pronóstico-Plan de Gestión Ambiental

En el punto 12.3 de los TER se especifica que el documento debe incluir detalle en el apartado de "Monitoreo-Regencia". Sin embargo, esta es una lista de medidas que propone el desarrollador y el equipo consultivo, que en la revisión de expedientes fue incluido únicamente para el 37% de los EsIA. Debido a que todo el proceso de evaluación descansa sobre la observación de impactos y la efectividad de las medidas de mitigación, se recomienda definir *a priori* el monitoreo periódico (considerando las dos estaciones que hay en el país como mínimo) de fauna acuática analizada en el estudio biológico y utilizando la misma metodología para poder comparar datos durante el desarrollo del proyecto, así como después del cierre técnico del mismo. Esto implicaría que el desarrollador se compromete de previo a realizar, a lo largo del tiempo de funcionamiento, dos estudios periódicos o bianuales que evalúen los efectos de la práctica extractiva con las mismas condiciones del estudio inicial. Estos a su vez son aceptados o rechazados mediante una revisión del equipo de Auditoría y Seguimiento Ambiental (ASA) en la SETENA. Extender los requisitos de monitoreo en general también permitiría tener informes de regencia más completos y orientados. Esta inclusión en los PGA, de realizarse con todos los proyectos que afectan cuerpos de agua, podría permitir al Estado tener información de todos los impactos y presiones que tienen las cuencas nacionales.

b. Control sobre IRAs

El proceso de control y seguimiento ambiental es una de las áreas más deficientes de la SETENA. Un informe de la Contraloría General de la República

(2010) demostró que de enero a abril del 2010 se recibieron 1670 Informes de Regencia Ambiental (IRAs), mientras que el Departamento de Auditoría y Seguimiento Ambiental (ASA) revisó solamente el 2% de los informes. Ese mismo estudio indicó que de 175 informes revisados, 48% fueron presentados fuera de plazo de hasta 4 meses (DFOE-AE-IF-01-2010). Esto es congruente con los resultados obtenidos, donde únicamente 3,8% del total de los expedientes realizó algún tipo de toma de datos sobre fauna acuática en sus informes de regencia, a pesar de que el 37% se comprometió a realizar monitoreo de macroinvertebrados dentro de sus PGA. Esta incapacidad impide obtener los insumos que garantizan la adecuada conservación y uso sostenible de los recursos naturales, particularmente en ambientes frágiles como lo son los ecosistemas de agua dulce.

La causa institucional que lleva a esta falta es compleja. Por un lado la SETENA alude a falta de personal y la respuesta del Estado ha sido exigir mecanismos más efectivos, en una coyuntura política donde el crecimiento de plazas para el sector público está detenido por problemática fiscal (Otárola 2016). En las presentes condiciones tiene que ocurrir una priorización de dónde dedicar los recursos humanos, considerando que sin seguimiento el proceso de EIA queda truncado.

Dentro de la propuesta a la modificación a los requisitos de EsIA, se recomienda exigir el monitoreo de fauna acuática dentro de los informes de regencia. Dado a que esta información es la que permitiría observar los efectos sobre el ecosistema, los datos deben seguir el formato y la metodología de la línea base en el EsIA y su periodicidad debería de considerar las estaciones lluviosa y

seca, ojalá a realizarse en el pico estacional. También se recomienda que el control de entrega sea más estricto y que sea responsabilidad de los técnicos de ASA los encargados de llevar el expediente. Asimismo, debe haber una comunicación con el desarrollados de si cumple con los requisitos de monitoreo, así como represalias en caso de que haya una afectación sin atender. Estos informes son de suma importancia para todas las prácticas humanas con potencial impacto ambiental, puesto que son los que pueden decir si en la práctica ocurre el daño ambiental o no.

Evidentemente esta tarea está dificultada por el volumen de informes que se presentan. Si se distribuyen equitativamente los 1670 informes presentados en 4 meses del 2010 y los 14 funcionarios (sin contar al coordinador y su asistente), cada funcionario tendría que revisar 358 informes al año. Esto se le suma a las labores de inspección y auditoría, además de que excluye el crecimiento de expedientes con viabilidad y aquellos que para el análisis de la Contraloría entregaron los informes fuera de plazo. En el 2011, la Comisión Plenaria llegó a un acuerdo (CP-036-2011 2011), donde se compromete a hacer revisión de un 10% de los IRAs, seleccionado al azar, para cumplir con las disposiciones de la Contraloría (DFOE-AE-IF-01-2010). Sin embargo, comunicación con un funcionario del departamento indica que no se ejecuta (comunicación personal, 10 de noviembre 2017). Por este motivo, el formato de recepción de resultados tiene que ser más ágil, digitalizado y resumido para la mejor comprensión del funcionario de ASA. En principio el único indicador que debe observar el auditor es

constatar que las predicciones de las tendencias descritas originalmente por el consultor en el EslA estén ocurriendo en los informes.

c. Formato de recepción de los resultados de los EslA e IRAs

Bajo el supuesto de que todos los desarrolladores presentan un estudio inicial apropiado y que cada informe de regencia incluye un análisis a lo largo del tiempo de monitoreos de fauna acuática, la información que describe los impactos de un proyecto extractivo determinado en un ecosistema acuático se encuentra distribuida a lo largo de once documentos, si contamos el estudio inicial del EslA y por lo menos una decena de informes de regencia (asumiendo que el proyecto duraría 5 años). Esto genera una dificultad evidente, en particular si consideramos el recurso humano en la SETENA. Por este motivo se propone que la SETENA también analice el establecimiento de bases de datos, donde le puedan exigir a los consultores que realizan los estudios y monitoreos en un formato de presentación de datos que facilite las comparaciones a lo largo del tiempo. Esta idea sería aún más provechosa de establecer un protocolo para los estudios de fauna acuática, cuando se tengan las herramientas necesarias. Así, el consultor incorpora los datos a la base y únicamente debe presentar un análisis de los resultados por periodo.

De crear protocolos de fauna acuática por tipo de proyecto o práctica humana, estas bases de datos permitirían análisis por tipo de práctica y hasta por cuenca. Entonces, con un protocolo que establezca esfuerzo de muestreo semejante y acreditaciones que aseguren calidad de datos, se podrían realizar comparaciones de los efectos de la extracción en CDP en todo el país y

determinar el aporte de la práctica a la degradación del ecosistema. Vader Laan *et al.* (2013) mencionan que en la mayoría de los casos para establecer causalidad en la degradación de un tipo de ecosistema tiene que haber mucha evidencia que sustente el análisis, debido a que muchos efectos de degradación son multicausales y es difícil delimitar qué impactos son los que producen mayores efectos ecosistémicos. También para casos donde la fuente de afectación no es evidente, como el caso expuesto de la Standard Fruit Company, se podrían efectuar análisis por cuenca.

d. Análisis global por práctica mediante comisión

Además para el seguimiento y análisis más a nivel institucional, la SETENA podría crear una comisión con el Colegio de Biólogos y/o el CONARE para llevar a cabo análisis globales por práctica humana. En esta comisión, especialistas seleccionados en fauna acuática, ecología e hidrología aplicada pueden analizar las bases de datos conjuntas por proyecto y generar un informe anual sobre los resultados, conclusiones y recomendaciones que le permitan a la institución y al Estado garantizar la sostenibilidad del uso del recurso hídrico. Estas medidas pueden incluir mejores medidas de mitigación, restringir la práctica a regiones o definir el costo ecológico de la práctica para futuras concesiones. Además de hacer observaciones a nivel nacional, se puede analizar el impacto relativo a cada cuenca, lo que permite también zonificar la práctica en el país.

II. Construcción de una norma sobre el diseño experimental y la protocolización de los estudios de diversidad biológica, particularmente fauna acuática

Si bien es función de la SETENA definir los requisitos para otorgar y mantener la viabilidad ambiental de un proyecto, el Colegio de Biólogos tiene como objetivo legal la promoción de la biología en todas las instancias del Estado (ALRCR, 1970). Por este motivo, la construcción de normas sobre un diseño experimental que adecuadamente describa el ecosistema, a partir de su fauna asociada debería partir del criterio experto del Colegio de Biólogos y la academia. En ánimos de avanzar sobre la discusión, a continuación se presenta una propuesta de formulación de diseño experimental para el caso de extracción en CDP.

a. ¿Para qué hacer un estudio de fauna acuática?

El objetivo fundamental del estudio de fauna acuática es identificar la respuesta ecosistémica a la práctica extractiva y crear mecanismos de mitigación a los impactos negativos a la biota. Este estudio, entonces, debe tener una línea base en el tiempo, donde se pueda observar el estado inicial del ecosistema previo al impacto. A su vez, debería de tener datos de ambas estaciones, para considerar un mínimo de las variaciones naturales de este ecosistema dinámico.

Para establecer algunas relaciones de causalidad, se proponen tres sitios de muestreo: (1) un sitio de condición de referencia no afectado por la práctica, que sirva de punto de comparación para observar la variabilidad natural del ecosistema, (2) un sitio dentro de la concesión y (3) un sitio después de la

concesión para comparar permanencia de impactos, de existir. Este tipo de estudios, que Hargrove y Pickering(1992) llaman cuasi-experimentos, tienen una serie de limitaciones a la hora de hacer análisis estadísticos por su probabilidad de tener pseudoréplicas en el diseño experimental; no obstante, las tendencias a lo largo del tiempo descritas en estos estudios pueden dar algunos elementos para avanzar hacia la comprensión más compleja del ecosistema.

El tercer elemento es complementar el estudio de fauna con parámetros físico-químicos y medidas generales de hábitat (Gergel *et al.* 2002; Griffith *et al.* 2005). Bajo el supuesto de que los ríos son ecosistemas complejos, que tienen gradientes ambientales que interactúan con comunidades bióticas y en conjunto con los disturbios naturales generan procesos y patrones de alta biodiversidad (Ward, 1998), requerimos de toda la información posible sobre qué alteraciones producen las prácticas humanas para entender cómo minimizar su impacto.

b. ¿Qué organismos deben ser parte del estudio?

La selección de organismos bioindicadores es de suma importancia. Si bien la "Guía para la elaboración de Instrumentos EIA" (Decreto 32966-MINAE) destaca el uso de "organismos mayores" para estos estudios, vertebrados con tanta movilidad y de tan baja abundancia como mamíferos no son el grupo taxonómico más apropiado para los estudios de fauna acuática. Li *et al.*(2010) describen de manera muy clara que los requisitos de un bioindicador, aparte de describir lo que ocurre en el ecosistema, son: baja movilidad, facilidad de identificación taxonómica, conocimiento de características ecológicas, amplia distribución geográfica, sensibilidad al estresor ambiental que se va a estudiar y habilidad de

cuantificar el estado del ecosistema en una medida o índice. En este sentido, los macroinvertebrados bentónicos y peces parecen ser los grupos más indicados para ser utilizados como requisito mínimo.

La propuesta de utilizar más de un bioindicador no es arbitraria, el análisis de más de un grupo taxonómico para medir la integridad de un ecosistema es ideal (Carlisle *et al.* 2008). Además de diferencias en tolerancia a alteraciones sobre el medio acuático, dos o más grupos taxonómicos tienen mayor variación de distribuciones geográficas, ciclos de vida de duraciones muy diversas y no utilizan las mismas estrategias de recolonización (Griffith *et al.* 2005). La selección de los macroinvertebrados es por su generalizado uso en estudios actuales posterior a la implementación del decreto de Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Aguas Superficiales (Decreto 33903-MINAE, 2008). No obstante, un estudio de la cuenca Napo en Ecuador establece que los vertebrados acuáticos son más diversos en las zonas bajas de la cuenca y los invertebrados tienen un pico de diversidad hacia la cuenca alta (Lessmann *et al.* 2016), dato que justifica el estudio de peces en la cuenca media donde ocurre la extracción. Ambos grupos tienen las características idóneas para caracterizar el ecosistema, además de su dependencia al medio acuático para parte o todo su ciclo de vida. Esto sin contar su idoneidad específica para casos de extracción en CDP donde los impactos ecosistémicos asociados a la práctica están relacionados a modificaciones en la morfología del cauce, el incremento de sedimentos en la columna de agua por la remoción de arena y grava y remoción de sustratos (AFS 2002; Kondolf 1997; Kondolf 1994).

c. ¿Qué datos se necesitan para medir el ecosistema?

Los expedientes observados en esta investigación demuestran falencias en la presentación de datos, que habría que subsanar. Previo a pensar en métricas complejas como índices, es necesario que se entienda la importancia de presentar la totalidad de los resultados del muestreo. Los índices son mecanismos de resumir la información, en el caso de las EIA, para facilitar la lectura y toma de decisiones. Entonces, no hay índices que midan específicamente el tipo de impactos que potencialmente genera la extracción en CDP. La posibilidad de construir índices más adecuados para el caso descrito pasa por: (1) obtener información sobre diversas métricas, como la riqueza y abundancia de especies en sitios afectados y sitios control en la cantidad necesaria para observar tendencias, (2) identificar las métricas más idóneas para medir y (3) llegar a la construcción de índices específicos que muestren la relación entre la actividad humana y la respuesta del ecosistema. Estas medidas deben a su vez ir acompañadas de datos físico-químicos y de hábitat, los cuales también pueden eventualmente formar parte de un índice multimétrico que permita medir los posibles impactos de una forma más acertada. Lo anterior sin dejar por fuera el criterio del científico que analiza cada caso.

En la revisión de expedientes se encontró el uso de dos índices mal empleados, el índice saprobio y el BMWP-CR. Ambos índices, principalmente el índice de valor saprobio, son métricas utilizadas para medir la calidad de agua en relación a la disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua (Bonada *et al.*, 2006; Buss *et al.*, 2015; Hurford, Schneider, & Cowx, 2010; Li *et al.*, 2010). Esto quiere

decir, que ambos índices están diseñados para medir la tolerancia de los organismos acuáticos en relación a la cantidad de materia orgánica en descomposición. En el caso de la extracción en CDP, la contaminación es producto de incremento en sedimentos, ausencia de sustratos, destrucción de microhábitats y cambios en la morfología de cauce (AFS 2002; Kondolf 1997; Kondolf 1994). Por este motivo, no se recomienda que el resultado final del estudio sea el cálculo del BMWP-CR. Esta conclusión no indica que no se utilicen índices, no obstante, para el estado de los estudios actuales se pueden usar métricas más sencillas y globales para describir lo que ocurre en el ecosistema. En este caso específico, la medición de la riqueza taxonómica (a nivel de género para macroinvertebrados y a nivel de especie para peces), así como el cálculo de índices de diversidad como Shannon-Wiener (H), de Equidad (J) y de Dominancia (D), parecen ser, en un principio, los más indicados considerando que el objetivo es observar la respuesta ecosistémica en cuanto a diversidad biológica.

A futuro, esa caracterización de la respuesta del ecosistema ante la práctica extractiva puede avanzar en la creación de índices más integrales y complejos, que midan los impactos de la práctica extractiva. Estos índices permitirían a su vez caracterizar la relación entre las variables físicas del cauce con la composición faunística del ecosistema. Para realizarlos habría que crear un Índice de Integridad Biótica (IBI por sus siglas en inglés) del río específico a las alteraciones descritas, observando qué comunidades de fauna se relacionan a los valores físico-químicos y de hábitat.

En cuanto a la construcción de la herramienta de monitoreo “ideal”, Bonada *et al.* (2006) establece dentro de 12 criterios fundamentales de herramienta, la razón de ser debe incluir los siguientes criterios: (1) surgir a partir de conceptos teóricos ecológicos, (2) ser predictiva, (3) evaluar las funcionalidad del ecosistema, (3) identificar la presencia de impacto humano frente a variaciones propias del ecosistema y (4) diferenciar el tipo de impacto humano. En el caso del IBI, se combinan variables independientes como parámetros físico-químicos (temperatura, turbidez, oxígeno disuelto, pH), métricas bióticas (abundancia o riqueza de peces y/o macroinvertebrados, etc.) e índices de hábitat en un solo indicador de integridad ecosistémica. Usualmente se toman datos históricos de estas variables por lo menos cuatro años de un ecosistema alterado y uno de referencia, luego se eliminan aquellas variables que no son estadísticamente significativas hasta quedar con seis o siete variables que describen la salud del ecosistema (D`Costa, 2017).

Capítulo VI. Conclusiones

- La DGM como institución está mal equipada como ente rector para la práctica minera; se requiere una mejor estructura organizativa de la mano de herramientas tecnológicas que le permitan tener información sobre las prácticas extractivas del país.
- La práctica de extracción de agregados en CDP del 2000 al 2015 se otorga mediante concesiones que en promedio tienen un plazo de 7,1 años, con tasas anuales de aproximadamente 163 000 m³/año. Dichas concesiones están bastante dispersas a nivel nacional (en 23 de 34 cuencas nacionales), concentrándose en la cuenca media y baja.
- El proceso de EIA recae en gran medida sobre los estudios previos a la actividad y trámites para el otorgamiento de la viabilidad ambiental, aspecto que limita la información potencial que podría tener el Estado sobre sus ecosistemas.
- Los estudios de impacto ambiental en el ámbito biológico mantienen una estructura de Estudio Biológico Rápido para todos los vertebrados, donde aves están presentes en la mayor parte (69%) de los listados, seguidos por mamíferos (65%), reptiles y anfibios (56%) y por último peces (44%).
- El 16,5% de los expedientes no incluye estudio de fauna acuática. El grupo taxonómico más estudiado son los macroinvertebrados (83%), en parte por modificaciones a los requisitos de prácticas humanas que afectan cuerpos de agua.

- El uso de índices en los macroinvertebrados se concentra en el BMWP-CR (68% de los expedientes que analizaron macrobentos), a pesar de que esta herramienta solo mide afectación por materia orgánica y no mide los impactos potenciales que produce la extracción en CDP, asociados a morfología del cauce y régimen de sedimentos.
- Los estudios de fauna acuática en los EsIA les falta el rigor científico para poder brindar información sobre el ecosistema y servir de línea base para medir variaciones a cause de la actividad extractiva. Las ausencias principales son ausencia de objetivos claros, falta de diseño experimental y resultados incompletos.
- La generalizada falta de monitoreo periódico (96%), hace que la labor de verificar impactos y la validación de medidas de mitigación y restauración sea imposible.
- El departamento de Auditoría y Seguimiento Ambiental, de la SETENA no está en capacidad actual de ejecutar el seguimiento ambiental durante la ejecución de los proyectos extractivos. Este se dedica entonces a la confirmación de instrumentos burocráticos para mantener viabilidad ambiental del proyecto.
- La extracción en CDP viene a estar protegida por la DGM y SETENA, para asegurar el manejo sostenible de los recursos naturales. Sin embargo, problemáticas en el seguimiento de ambas instituciones impiden la protección del recurso hídrico y los ecosistemas asociados.
- A manera de resumen se proponen dos niveles de acción resumidos a continuación ().

- CUADRO 5 y CUADRO 6).

CUADRO 5. Propuesta de hoja de ruta para la SETENA, para los estudios de fauna acuática y su monitoreo en el proceso de EIA para la extracción en CDP

| Procedimiento a modificar | Propuesta |
|--|--|
| TER. Capítulo 8. Descripción del ambiente biótico | <p>Presentar de un informe científico completo para el apartado de fauna acuática, en Anexos. Un resumen de resultados y conclusiones principales dentro del texto de EslA</p> <p>Estudios deben ser realizados por un profesional certificado o acreditado.</p> <p>Exigir metodologías mejor descritas para asegurar replicabilidad.</p> <p>Estudios deben incorporar ictiofauna y macroinvertebrados.</p> <p>La SETENA debe implementar un protocolo para la ejecución de estudios de fauna acuática, que permita comparaciones macro de la práctica extractiva.</p> |
| TER. Capítulo 12. Pronóstico-Plan de Gestión Ambiental | <p>Exigir un monitoreo periódico que considere la estacionalidad (época lluviosa y seca) con la misma metodología del EslA a presentarse en los IRAs</p> |
| IRA. Control y seguimiento ambiental | <p>El técnico encargado regional de ASA reciba los IRAs</p> <p>Generar una lista de requisitos, semejante al TER, que agilice la revisión de los IRA</p> <p>Los informes de regencia deben ser sintéticos de toda la práctica realizada, presentando todos los resultados a lo largo del tiempo</p> <p>En el tanto se realice un protocolo estándar de métodos y se asegure la calidad de datos, la SETENA puede crear una base de datos con todos los expedientes y observar tendencias por práctica y por cuenca</p> |
| Seguimiento ambiental. Análisis global por práctica | <p>Utilizando datos bianuales, con esfuerzo de muestreo semejantes y datos de calidad, la SETENA podría convocar una comisión experta que genere informes anuales que caractericen los impactos</p> |

reales de la extracción minera no-metálica.

CUADRO 6. Propuesta para la discusión de cómo modificar el diseño experimental de los estudios de fauna acuática en los EslA y el proceso de monitoreo de extracción en CDP, hacia la elaboración de un protocolo

| Estudio actual | Protocolo |
|-----------------------------------|---|
| EslA es estudio único | EslA debe ser la línea base, documentando el estado del río previo a la actividad en ambas estaciones |
| 1 sitio de muestreo | 3 sitios de muestreo, previo a concesión, en concesión y después de la concesión. |
| únicamente datos de biomonitoreo | parámetros físico-químicos y medidas de hábitat |
| principalmente macroinvertebrados | macroinvertebrados y peces como mínimo |
| datos procesados en índices | datos crudos y cálculo de métricas más sencillas de diversidad y riqueza de especies |
| índice BMWP-CR | a partir de los datos sistemáticos, construir un índice específico, probablemente multimétrico |

Bibliografía

- Abell, R., Thieme, M. L., Revenga, C., Bryer, M., Kottelat, M., Bogutskaya, N., ... Petry, P. (2008). Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *BioScience*, 58(5), 403–414. <https://doi.org/10.1641/B580507>
- AFS (North Carolina Chapter of the American Fisheries Society). (2002). POSITION PAPER ON INSTREAM SAND AND GRAVEL MINING ACTIVITIES IN NORTH CAROLINA.
- Alonso-EguíaLis, P., Pineda-Lopez, R., & Pérez-Mungía, R. (2014). Mexico. In *Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico*. Mexico: Instituto Mexicanos de Tecnología del Agua, Universidad Autónoma de Querétaro.
- Alonso-EguíaLis, P., Springer, M., Mora, J. M., & Pineda López, R. (2014). Los ecosistemas dulceacuícolas tropicales y subtropicales de la región central de América: importancia y retos para la conservación de su biodiversidad. In P. Alonso-EguíaLis, J. M. Mora, B. Campell, & M. Springer (Eds.), *Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas de México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico*. (pp. 17–32). México: Instituto Mexicanos de Tecnología del Agua, Universidad Autónoma de Querétaro.
- ALRCR, (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica). Ley de creación del Colegio de Biólogos de Costa Rica N°4288, Pub. L. No. Ley 4288, 22 (1970).
- ALRCR, (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica). Código de Minería, Pub. L. No. Ley 6797 (1982).
- ALRCR, (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica). Ley Orgánica del Ambiente, Pub. L. No. 7554 (1995).
- ALRCR, (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica). Modificaciones al Código de Minería, Pub. L. No. Ley 8246. (2002).
- ALRCR, (Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica). Regulación de la extracción de materiales de canteras y cauces de dominio público por parte de las Municipalidades, Pub. L. No. Ley 8668 (2008).
- Alvarado-Villalón, F., Harrison, D., & Steadman, E. (2003). *Alluvial mining of aggregates in Costa Rica*. (Economic Minerals and Geochemical Baseline). Nottingham: British Geological Survey.
- Angulo, A., Garita-Alvarado, C. A., Bussing, W. A., & López, M. I. (2013). Annotated checklist of the freshwater fishes of continental and insular Costa Rica: additions and nomenclatural revisions. *Check List*, 9(5), 987–1019.
- Área de Fiscalización de Servicios Ambientales y de Energía, D. de F. O. y E. (2016). *Informe No. DFOE-AE-IF-09-2016: Informe de la auditoría operativa acerca de la eficacia y eficiencia de la Dirección de Geología y Minas en el otorgamiento de concesiones para la explotación de recursos minerales no metálicos* (p. 29). Contraloría General de la República.

- Área de Servicios Ambientales y Energía, D. de F. O. y E. (2010). *Informe No. DFOE-AE-IF-01-2010: Informe sobre la gestión de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental en la Zona Costera* (p. 59). Contraloría General de la República.
- Arthington, A. H., Naiman, R. J., McClain, M. E., & Nilsson, C. (2010). Preserving the biodiversity and ecological services of rivers: new challenges and research opportunities: Preserving the biodiversity and ecological services of rivers. *Freshwater Biology*, *55*(1), 1–16. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02340.x>
- Bonada, N., Prat, N., Resh, V. H., & Statzner, B. (2006). DEVELOPMENTS IN AQUATIC INSECT BIOMONITORING: A Comparative Analysis of Recent Approaches. *Annual Review of Entomology*, *51*(1), 495–523. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151124>
- Boulton, A. J., Boyero, L., Covich, A. P., Dobson, M., Lake, S., & Pearson, R. (2007). Are tropical streams ecologically different from temperate streams? In *Tropical stream ecology* (pp. 257–284). Elsevier / Academic Press.
- Brown, A. V., Lyttle, M. M., & Brown, K. B. (1998). Impacts of Gravel Mining on Gravel Bed Streams. *Transactions of the American Fisheries Society*, *127*(6), 979–994. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1998\)127<0979:IOGMOG>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1998)127<0979:IOGMOG>2.0.CO;2)
- Buss, D. F., Carlisle, D. M., Chon, T.-S., Culp, J., Harding, J. S., Keizer-Vlek, H. E., ... Hughes, R. M. (2015). Stream biomonitoring using macroinvertebrates around the globe: a comparison of large-scale programs. *Environmental Monitoring and Assessment*, *187*(1). <https://doi.org/10.1007/s10661-014-4132-8>
- Bussing, W. A. (1998). *Peces de las aguas continentales de Costa Rica =: Freshwater fishes of Costa Rica* (2. ed). San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Campos Barrantes, M. (1998). *The Extraction of Sand and Gravel from Publicly Owned Riverbeds in Costa Rica: Policies and Environmental Problems* (Tesis de Maestría en Ingeniería de Minas). Queen's University, Canada.
- Cao, Y., & Hawkins, C. P. (2011). The comparability of bioassessments: a review of conceptual and methodological issues. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, *30*(3), 680–701.
- Carlisle, D. M., Hawkins, C. P., Meador, M. R., Potapova, M., & Falcone, J. (2008). Biological assessments of Appalachian streams based on predictive models for fish, macroinvertebrate, and diatom assemblages. *Journal of the North American Benthological Society*, *27*(1), 16–37. <https://doi.org/10.1899/06-081.1>
- Castro Muñoz, J. F., & Calvo Vargas, G. (2002). *Impacto socio-económico y ambiental de la minería no-metálica (agregados) en la Gran Área Metropolitana*. (Tesis de Maestría Profesional en Gestión Integral para el desarrollo de Geo-Recursos). Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología.
- D'Costa, J. (2017). *A Watershed Moment: Development of a Multimetric Stream Index of Biotic Integrity to Assess the Ecological Integrity of the Credit*

- River in Ontario, Canada* (Master's thesis). Harvard Extension Scholl. Retrieved from <http://nrs.harvard.edu/urn-3:HUL.InstRepos:33813406>
- Davis, N., & Paukert, C. (2008). Impact of Gravel Bar Scalping on Neosho Madtom (*Noturus placidus*) Populations from the Lower Neosho River, Kansas. *Journal of Freshwater Ecology*, 23(4), 501–511. <https://doi.org/10.1080/02705060.2008.9664237>
- DGM (Dirección de Geología y Minas). (2014). *Estado de la minería en la región Huetar Atlántica. Periodo 2013-2014* (p. 9). MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía).
- Dias, A. M. da S., Fonseca, A., & Paglia, A. P. (2017). Biodiversity monitoring in the environmental impact assessment of mining projects: a (persistent) waste of time and money? *Perspectives in Ecology and Conservation*, 15(3), 206–208. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.06.001>
- Dolédec, S., & Statzner, B. (2010). Responses of freshwater biota to human disturbances: contribution of J-NABS to developments in ecological integrity assessments. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(1), 286–311. <https://doi.org/10.1899/08-090.1>
- Dudgeon, D. (Ed.). (2007). *Tropical stream ecology*. Amsterdam: Elsevier / Academic Press.
- Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z.-I., Knowler, D. J., Lévêque, C., ... Sullivan, C. A. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81(02), 163. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006950>
- Farah Pérez, A. (2016). *Fragmentación del hábitat por represas hidroeléctricas para la ictiofauna dulceacuícola en Costa Rica*. (Licenciatura en Manejo y Gestión de Ambientes Acuáticos). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Gergel, S. E., Turner, M. G., Miller, J. R., Melack, J. M., & Stanley, E. H. (2002). Landscape indicators of human impacts to riverine systems. *Aquat. Sci.*, 64, 118–128.
- Griffith, M. B., Hill, B. H., McCormick, F. H., Kaufmann, P. R., Herlihy, A. T., & Selle, A. R. (2005). Comparative application of indices of biotic integrity based on periphyton, macroinvertebrates, and fish to southern Rocky Mountain streams. *Ecological Indicators*, 5(2), 117–136. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2004.11.001>
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Revista de Biología Tropical*, 58, 3–37.
- Hargrove, W. W., & Pickering, J. (1992). Pseudoreplication: a sine qua non for regional ecology. *Landscape Ecology*, 6(4), 251–258. <https://doi.org/10.1007/BF00129703>
- Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L.-A. C., & Foster, M. S. (Eds.). (1994). *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- Huapaya Rodríguez-Parra, A. S. (2007). *Propuesta de valoración económica del daño ambiental en proyectos de explotación de materiales líticos en cauce de dominio público* (Tesis de Maestría en Gestión Integral para el desarrollo

- de Geo-Recursos). Universidad de Costa Rica, Escuela Centroamericana de Geología.
- Hurford, C., Schneider, M., & Cowx, I. G. (Eds.). (2010). *Conservation monitoring in freshwater habitats: a practical guide and case studies*. Dordrecht; London: Springer.
- Kondolf, G. M. (1997). Hungry water: Effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental Management*, 21(4), 533–551.
- Kondolf, M. G. (1994). Geomorphic and environmental effects of instream gravel mining. *Landscape and Urban Planning*, 28(2-3), 225–243. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(94\)90010-8](https://doi.org/10.1016/0169-2046(94)90010-8)
- Lessmann, J., Guayasamin, J. M., Casner, K. L., Flecker, A. S., Funk, W. C., Ghalambor, C. K., ... Encalada, A. C. (2016). Freshwater vertebrate and invertebrate diversity patterns in an Andean-Amazon basin: implications for conservation efforts. *Neotropical Biodiversity*, 2(1), 99–114. <https://doi.org/10.1080/23766808.2016.1222189>
- Li, L., Zheng, B., & Liu, L. (2010). Biomonitoring and Bioindicators Used for River Ecosystems: Definitions, Approaches and Trends. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 1510–1524. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.164>
- Liu Marqués, R. (2004). *Análisis de los efectos de la explotación de materiales de los cauces, con relación a la socavación de puentes y márgenes de ríos* (Tesis de Licenciatura en Ingeniería Civil). Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil.
- Martens, K. (2010). The International Year of Biodiversity. *Hydrobiología*, 637, 1–2.
- Maue, T., & Springer, M. (2008). Effect of methodology and sampling time on taxa richness of aquatic macroinvertebrates and subsequent changes in water quality index from three tropical rivers, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 56(Suppl. 4), 257–271.
- McLarney, W. O., & Mafla, M. (2006). *Biomonitoreo de Ríos en las Cuencas Estrella, Sixaola y Cuencas Costeras en el Caribe sur de Costa Rica/Panamá: Informe Preliminar/Resultados 2000-2006*. Talamanca, Limón, Costa Rica: Asociación ANAI.
- MINAE. Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA)-Parte II, Pub. L. No. Decreto No.32712-MINAE. La Gaceta 223. San José, Costa Rica. (2005).
- MINAE, (Ministerio de Ambiente y Energía). Reglamento al Código de Minería, Pub. L. No. Decreto 29300-MINAE (2001).
- MINAE, (Ministerio de Ambiente y Energía). Modificaciones al Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA – PARTE II)- Documento de Evaluación Ambiental D1 y otras regulaciones en material ambiental, Pub. L. No. Decreto 34375-MINAE (2007).
- MINAE, (Ministerio de Ambiente y Energía). Modificaciones al Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA – PARTE II)- Documento de Evaluación Ambiental D1 y otras regulaciones en material ambiental, Pub. L. No. 34375-MINAE (2008).

- MINAE, (Ministerio de Ambiente y Energía), MS, (Ministerio de Salud), MOPT, (Ministerio de Obras Públicas y Transportes), MAG, (Ministerio de Agricultura y Ganadería), & MEIC, (Ministerio de Economía, Industria y Comercio. Reglamento General sobre procedimientos de EIA, Pub. L. No. Decreto 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC (2004).
- MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC. Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental, Pub. L. No. Decreto No. 31849- MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC, La Gaceta No. 125. San José, Costa Rica (2004).
- Molle, F. (2009). River-basin planning and management: The social life of a concept. *Geoforum*, 40(3), 484–494. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2009.03.004>
- Morgan, R. K. (2012). Environmental impact assessment: the state of the art. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 30(1), 5–14. <https://doi.org/10.1080/14615517.2012.661557>
- Otárola, S. (2016, September 19). La contundente evidencia: despidos en sector público no solucionarían crisis fiscal [Government]. Retrieved September 10, 2017, from <http://gobierno.cr/la-contundente-evidencia-despidos-en-sector-publico-no-solucionarian-crisis-fiscal/#>
- Padmal, D., & Maya, K. (2013). The World Scenario. In *Sand Mining: Environmental Impacts and Selected Case Studies*. Kerala, India: Springer.
- Possingham, H. P., Andelman, S. J., Burgman, M. A., Medellín, R. A., Master, L. L., & Keith, D. A. (2002). Limits to the use of threatened species lists. *Trends in Ecology & Evolution*, 17(11), 503–507. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(02\)02614-9](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(02)02614-9)
- Sánchez-Triana, E., & Enriquez, S. (2007). A Comparative Analysis of the Environmental Impact Analysis Systems in Latin America. Presented at the Annual Conference of the International Association for Impact Assessment, Seoul.
- Segura Bonilla, O. (2002). Agenda ambiental del agua en Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 40, 39–49.
- Springer, M. (2008). Aquatic insect diversity of Costa Rica: state of knowledge. *Revista de Biología Tropical*, 56(Suppl. 4), 273–295.
- Springer, M. (2010). Biomonitorio acuático. *Revista de Biología Tropical*, 58(Suppl. 4), 53–59.
- Springer, M., Echeverría-Saenz, S., & Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2014). Costa Rica. In P. Alonso-EguíaLis, J. M. Mora, B. Campbell, & M. Springer (Eds.), *Diversidad, conservación y uso de los macroinvertebrados dulceacuícolas en México, Centroamérica, Colombia, Cuba y Puerto Rico* (pp. 119–158). Jiutepec, México: Instituto Mexicanos de Tecnología del Agua, Universidad Autónoma de Querétaro.
- Sreebha, S., & Padmalal, D. (2011). Environmental Impact Assessment of Sand Mining from the Small Catchment Rivers in the Southwestern Coast of India: A Case Study. *Environmental Management*, 47(1), 130–140. <https://doi.org/10.1007/s00267-010-9571-6>

- Stanford, J. A., & Ward, J. V. (1993). An Ecosystem Perspective of Alluvial Rivers: Connectivity and the Hyporheic Corridor. *Journal of the North American Benthological Society*, 12(1), 48–60. <https://doi.org/10.2307/1467685>
- Thompson, S., Treweek, J. R., & Thurling, D. J. (1997). The Ecological Component of Environmental Impact Assessment: A Critical Review of British Environmental Statements. *Journal of Environmental Planning and Management*, 40(2), 157–171.
- Treweek, J. (1996). Ecology and Environmental Impact Assessment. *The Journal of Applied Ecology*, 33(2), 191. <https://doi.org/10.2307/2404742>
- Vander Laan, J. J., Hawkins, C. P., Olson, J. R., & Hill, R. A. (2013). Linking land use, in-stream stressors, and biological condition to infer causes of regional ecological impairment in streams. *Freshwater Science*, 32(3), 801–820. <https://doi.org/10.1899/12-186.1>
- Ward, J. V. (1998). Riverine landscapes: Biodiversity patterns, disturbance regimes, and aquatic conservation. *Biological Conservation*, 83(3), 269–278. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00083-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00083-9)
- Winemiller, K. O., Agostinho, A. A., & Pellegrini Caramaschi, É. (2007). Fish ecology in tropical streams. In *Tropical stream ecology* (pp. 107–146). Elsevier / Academic Press.
- WWF (World Wildlife Fund). (2012). *Planeta Vivo. Informe 2012: Biodiversidad, biocapacidad y propuestas de futuro*. Retrieved from http://awsassets.panda.org/downloads/informe_planeta_vivo_2012_1m.pdf

Anexos:

Anexo 1. Resumen de marco legal pertinente a tema de investigación

| Documento | Año | Título | Relevancia para Investigación |
|-----------|------|-------------------------------------|---|
| Ley 6797 | 1982 | Código Minero | <p>Título XV : De las normas de protección del ambiente</p> <p><i>“Artículo 102.- Prohíbese toda acción, práctica u operación que deteriore el ambiente natural, de manera que haga inservibles sus elementos básicos, especialmente el aire, el agua y el suelo, para los usos a que están destinados.”</i></p> <p>El Art. 103 define qué constituye deterioro al ambiente.</p> <p>El Art. 105 y 106 exigen un análisis de impacto ambiental y los componentes que debe tener.</p> <p>El Art. 107 menciona el pago de una garantía ambiental</p> <p>Es la primera legislación que incluye un apartado ambiental.</p> |
| Ley 8246 | 2002 | Modificaciones al Código de Minería | <p>Título V habla específicamente sobre extracción en CDP</p> <p><i>“Artículo 36.— (*) El MINAE podrá otorgar concesiones de explotación de materiales en cauces de dominio público por un plazo máximo de diez años, prorrogable hasta cinco años (...)El plazo se contará a partir de la aprobación del respectivo estudio de impacto ambiental.</i></p> <p><i>La superficie máxima que podrá otorgarse para cada concesión será de dos kilómetros de longitud por el ancho del cauce. En un mismo cauce, ninguna persona física o jurídica podrá disponer de más de dos concesiones para extraer materiales, ya sea a título personal o como miembro o representante de una persona jurídica, tampoco sus parientes hasta segundo grado de consanguinidad o afinidad...”</i></p> <p>También menciona la necesidad de una consulta de interés de extracción a la municipalidad antes de otorgar el permiso (Art. 36).</p> <p>El Art. 38 menciona el pago de impuestos a la municipalidad por la extracción.</p> <p>El Art. 39 habla de permisos temporales al CONAVI y las Municipalidades.</p> |
| Ley 7554 | 1995 | Ley Orgánica del Ambiente | <p>En el Art. 1 dice que Estado asume la responsabilidad de defender y preservar el derecho de toda persona a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.</p> |

| | | | |
|--|------|---|--|
| | | | Cap. IV, Art. 17 crea la SETENA como encargado de las Evaluaciones de Impacto Ambiental para las diferentes prácticas humanas. |
| Decreto 25705-MINAE | 1997 | Reglamento sobre procedimientos de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental | Se refiere a la estructura y funciones dentro de la institución, así como los lineamientos de los EsIA. |
| Decreto 26042-S-MINAE | 1997 | Reglamento de Vertido y Aguas Residuales | Define agua residual como aquella que ha recibido algún uso y cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes. Si bien no hay mención de la extracción de CDP, en la Tabla I de Anexos se menciona entre los parámetros complementarios para en análisis de aguas residuales de tipo especial el análisis de metales pesados para extracción de piedra, arcilla y arena. Posteriormente en la Tabla III habla de la frecuencia de análisis para las aguas residuales de tipo especial: menos de 10 m3/día requiere análisis completo una vez al año, de 10-100 m3/día son semestrales y más de 100 m3/día son trimestrales. La tabla VI habla de los límites permitidos para el vertido de agua sobre cuerpos de agua y excluye sedimentos en suspensión (solo menciona sólidos sedimentables). |
| Decreto 29300-MINAE | 2001 | Reglamento al Código de Minería | Define dos tipos de extracción: artesanal y mecanizada. La artesanal requiere compromisos ambientales (visto bueno SINAC) y la mecanizada un EsIA completo (así como consulta a DA y SINAC). |
| Decreto 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC | 2004 | Reglamento General sobre procedimientos de EIA | Define EIA como procedimiento administrativo científico-técnico que permite identificar y predecir cuáles efectos ejercerá sobre el ambiente, una actividad, obra o proyecto, cuantificándolos y ponderándolos para conducir a la toma de decisiones. Tiene 3 fases, 1) una evaluación inicial, 2) un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y 3) el control y seguimiento ambiental. Este reglamento clasifica los proyectos por IAP en 3 categorías A, B (1 y 2) y C que define el procedimiento que debe seguir para (a partir del EsIA) poder obtener la viabilidad. Además de esta clasificación hay que hacer una evaluación inicial que implica dar un puntaje (SIA) a la práctica por realizar y llenar un formulario (D1 o D2). Además se exige que el desarrollador presente una declaración de compromisos ambientales (como |

mínimo), un plan de gestión ambiental (presupone lo anterior) y un estudio de impacto ambiental (máximo, todo lo anterior). Define que el EsIA debe ser elaborado por un equipo consultor, informar a la comunidad y modificar el plan de la práctica en tomo a los compromisos ambientales. También habla de la revisión del EsIA, que tiene un máximo de 5 meses. Finalmente de ser aprobada la viabilidad se hace una resolución a tal fin con su plazo de vigencia (2 años max.) y el monto de la garantía ambiental. Hay un proceso de control y seguimiento de la SETENA mediante los Informes anuales, inspecciones de cumplimiento y el proceso de auditoría ambiental.

En el anexo 1 se lista la extracción de cauce de dominio público como parte de las prácticas que requiere EsIA

En el anexo 2 se detalla que remoción de arena de más de 50 000 m³ como tipo A, de 50 000-20 000 m³ como tipo B1 y menos de 20 000m³ tipo B2.

| | | | |
|--|------|--|---|
| Decreto 37803-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC | 2013 | Adición y modificación al Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), Decreto Ejecutivo N° 31849-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC del 24 de mayo de 2004 y sus Reformas | Se aumenta la viabilidad ambiental para otorgarse por 5 años. Incorpora en lo solicitado en el D1 el traspaso del área del proyecto (AP) en shapefile y el sistema cartográfico CRTM05. |
|--|------|--|---|

| | | | |
|----------------------------|------|---|--|
| Decreto 32712-MINAE | 2005 | Manual de instrumentos técnicos para el proceso de Evaluación de impacto ambiental (Manual EIA)- Parte II | En el Anexo 2 se habla de manera general de cómo estudiar los biotopos, esto se ve mejorado y ampliado el en decreto 34375 con un protocolo. En su Anexo 8 estipula que las personas que realicen el estudio deben tener un conocimiento en el marco jurídico regulatorio ambiental (tiene un listado que se actualiza cada año por la SETENA) |
|----------------------------|------|---|--|

| | | | |
|-----------------------|------|-----------------------------|---|
| Decreto 34375- | 2007 | Modificaciones al Manual de | Tiene un apartado sobre el Estudio biológico rápido. Dice: <i>"Dicho estudio deberá realizarse en la medida</i> |
|-----------------------|------|-----------------------------|---|

| | | |
|---------------------|--|---|
| MINAE | Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA – PARTE II)- Documento de Evaluación Ambiental D1 y otras regulaciones en material ambiental | <p>de que la actividad, obra o proyecto vaya a provocar una afectación directa de biotopos sensibles, según criterio de un profesional en biología. En caso de que no sea así, bastará que se adjunten forma digital o impresa una certificación del consultor ambiental, profesional en biología en la que se indique que no se dará afectación a biotopos sensibles". Luego detalla un protocolo donde pregunta por ecosistemas en el área del proyecto y su fragilidad ante este. Pide llenar un cuadro donde se lista aves, reptiles, mamíferos y anfibios (Familia, nombre científico, nombre común, abundancia – abundante, común o raro –, tipo de observación – directa, indirecta, referida por vecinos o estudios – y lugar específico – AI, AID, AII, C.) Hay un cuadro similar para flora. Finalmente hay una sección de Fauna Acuática.</p> |
| Decreto 32966-MINAE | 2006 Guía para la elaboración de Instrumentos EIA | <p>Se podrá escoger cualquier grupo de organismos que sean indicadores del estado general del cuerpo de agua superficial y cuya utilización esté debidamente validada por alguna institución científica reconocida. Por ejemplo: Macroinvertebrados Bénticos, Langostinos, peces, diatomeas, entre otras.</p> <p>En el Anexo I se establece que en la sección 7.5.1 Aguas Superficiales se debe incluir una caracterización bacteriológica, físico-química y biológica de las aguas superficiales que podrían ser directamente afectadas por el Proyecto, en el caso la variable biológica se deberá realizar un estudio de organismos bentónicos o de perifiton con la metodología de la EPA u otra similar.</p> <p>En este mismo anexo la sección 8 trata de la descripción del ambiente biológico y en el punto 8.1.3 habla de Aguas Continentales: (1) Describir el ecosistema en términos de las especies existentes, tomando en cuenta las especies mayores como nutrias, cocodrilos, zorro de agua, dantas, tortugas, peces etc, (2) Caracterizar las zonas aledañas (riparias) a los ecosistemas acuáticos existentes en términos generales como potreros, tacotal, bosque, cultivos etc. e identificar las especies de flora y presentar la lista con nombre científico y vernáculo, (3) Caracterizar la estructura de las comunidades acuáticas tomando como base el macrobentos o el perifiton y utilizar para dicha caracterización algún índice reconocido, (4) ubicar especies endémicas, reducidas o en vías de extinción, (5) Calificar la</p> |

Anexo 2. Términos de Referencia estándar para proyectos de extracción en CDP

| | | | |
|--|------|--|---|
| | | | <p>fragilidad del ecosistema analizado en el AP y AID, en función de su capacidad intrínseca de recuperación (por ejemplo: fragilidad alta cuando cualquier alteración no permita recuperar su estado original; en fragilidad baja cuando cualquier alteración pueda revertirse de manera natural en un periodo menor a un año, justificando técnicamente la calificación otorgada). Definir la necesidad de áreas de amortiguamiento en el AP.</p> <p>Puede valer la pena revisar Anexo de términos de referencia (3).</p> |
| Decreto 33903-MINAE-S | 2007 | Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales | Tiene el BMWP y habla de la clasificación de CALIDAD de cuerpos de agua. No especifica que se habla de calidad en relación a cantidad de materia orgánica y demanda de oxígeno. |
| Decreto 34688-MINAE-S-MOPT-MAG-MEIC | 2008 | Reforma al Reglamento General sobre los Procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) | Modificaciones para incorporar elementos como la Guía de elaboración de instrumentos. |
| Ley 8668 | 2008 | Regulación de la extracción de materiales de canteras y cauces de dominio público por parte de las Municipalidades | Define que las municipalidades pueden pedir permisos de CDP, que requieren viabilidad ambiental de la SETENA (Art.2 Inc.C6). A excepción de emergencia nacional o regional declarada por el Poder Ejecutivo en cuyo caso hay un trámite acelerado de plazo máx. de extracción por 120 días. |
| Informe de Contraloría DFOE-AE-IF-03-2014 | 2014 | Informe de la auditoría de carácter especial acerca de la suficiencia de los mecanismos implementados por el estado para asegurar la sostenibilidad del recurso hídrico. | En la Política Nacional Hídrica del 2009 se establece la ejecución de un Sistema Nacional de Información para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico por parte del MINAE, no obstante por problemas técnicos y restricción de acceso no está disponible al público. |

Anexo 2. Términos de Referencia estándar para proyectos de extracción en CDP

Términos de referencia para de presentación de un Estudio de Impacto Ambiental para el “CDP Río XXXXX”, expediente administrativo número D1-XXXX-2016-SETENA, de acuerdo con lo estipulado en el D.E. № 32966-MINAE:

| No. | Tema | Incluir | Fue considerado correctamente en: |
|-------|--|---------|-----------------------------------|
| 1 | Índice | X | |
| 2 | Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) | X | |
| 3 | Introducción | X | |
| 4 | Información general | X | |
| 4.1 | Información sobre la persona física o jurídica | X | |
| 4.2 | Información sobre el equipo profesional que elaboró la EIA | X | |
| 4.3 | Términos de referencia del EsIA realizado | X | |
| 5 | Descripción del Proyecto | X | |
| 5.1 | Ubicación geográfica | X | |
| 5.2 | Ubicación político-administrativa | X | |
| 5.3 | Justificación técnica del Proyecto y sus opciones | X | |
| 5.4 | Concordancia con el plan de uso de la tierra | X | |
| 5.5 | Área estimada del Proyecto y áreas de influencia | X | |
| 5.6 | Fases de desarrollo | X | |
| | • Actividades a realizar en cada fase del Proyecto | X | |
| | • Tiempo de ejecución | X | |
| | • Flujograma de actividades | X | |
| | • Infraestructura a desarrollar | X | |
| 5.7 | Fase de construcción (instalación de equipos) | X | |
| 5.7.1 | Equipo y materiales a utilizar | X | |
| | • Materiales a utilizar | X | |
| | • Rutas de movilización de equipo | X | |
| | • Frecuencia de movilización | X | |
| | • Mapeo de rutas más transitadas por efecto del proyecto, incluyendo los accesos | X | |
| 5.7.2 | Necesidad de recursos en esta fase | X | |
| | • Agua | X | |
| | • Energía eléctrica | X | |
| | • Alcantarillado (aguas residuales) | X | |

| No. | Tema | Incluir | Fue considerado correctamente en: |
|-------|---|---------|-----------------------------------|
| | • Vías de acceso | X | |
| | • Mano de obra | X | |
| | • Campamentos | X | |
| | • Otros: Analizar y valorar los impactos en esta etapa e incluir medidas de gestión en el PGA. | X | |
| 5.7.3 | Disposición de desechos y residuos ordinarios, especiales, industriales, peligrosos | X | |
| | • Sólidos | X | |
| | • Líquidos (incluyendo drenajes) | X | |
| | • Gaseosos | X | |
| | • Reciclables y/o reusables | X | |
| 5.7.4 | Inventario y manejo de materias primas y sustancias peligrosas en esta fase | X | |
| 5.8 | Fase de operación | X | |
| 5.8.1 | Equipo y materiales a utilizar | X | |
| | • Materiales a utilizar | X | |
| | • Rutas de movilización de equipo | X | |
| | • Frecuencia de movilización | X | |
| | • Mapeo de rutas más transitadas por efecto del proyecto, incluyendo los accesos | X | |
| 5.8.2 | Necesidad de recursos en esta fase | X | |
| | • Agua | X | |
| | • Energía eléctrica | X | |
| | • Alcantarillado (aguas servidas). En caso de que el proyecto requiera la construcción de tanque séptico, se deberá aportar el análisis de tránsito de contaminantes bacteriológicos. | X | |
| | • Mano de obra | X | |
| | • Otros | | |
| 5.8.3 | Disposición de desechos y residuos ordinarios, especiales, industriales, peligrosos | X | |
| | • Sólidos | X | |
| | • Líquidos (incluyendo drenajes). En caso de que el | X | |

| No. | Tema | Incluir | Fue considerado correctamente en: |
|-------|--|---------|-----------------------------------|
| | • Cotas de inundación | X | |
| | • Caudales (máximos, mínimos y promedio) | X | |
| | • Corrientes, mareas y oleaje | | |
| 7.5.2 | Aguas subterráneas | X | |
| | • Vulnerabilidad a la contaminación | X | |
| | • Mapa de elementos hidrogeológicos | X | |
| 7.6 | Calidad del aire | X | |
| | • Ruido y vibraciones | X | |
| | • Olores | X | |
| | • Gases | X | |
| 7.7 | Amenazas naturales | X | |
| | • Amenaza sísmica | X | |
| | • Fallas geológicas activas | X | |
| | • Amenaza volcánica | X | |
| | • Movimientos en masa | X | |
| | • Erosión | X | |
| | • Inundaciones | X | |
| | • Licuefacción, subsidencias y hundimientos | X | |
| | • Mapa de susceptibilidad | X | |
| 8 | Descripción del ambiente biológico | X | |
| 8.1 | Introducción | X | |
| 8.1.1 | Ambiente Terrestre | X | |
| | • Estatus de protección del AP | X | |
| | • Zonas de vida | X | |
| | • Asociaciones naturales presentes | X | |
| | • Cobertura vegetal actual por asociación natural | X | |
| | • Especies indicadoras por ecosistema natural | X | |
| | • Especies endémicas, con poblaciones reducidas o en vías de extinción | X | |
| | • Fragilidad de ecosistemas | X | |
| 8.1.2 | Ambiente Marítimo | | |
| | • Estatus de protección del AP | | |

| No. | Tema | Incluir | Fue considerado correctamente en: |
|-------|--|---------|-----------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Poblaciones y comunidades marinas presentes | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Especies indicadoras por ecosistema marino | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Especies endémicas, con poblaciones reducidas o en vías de extinción | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Fragilidad del ambiente marino | | |
| 8.1.3 | Ambiente acuático (aguas continentales) | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Fauna acuática (incluir macroinvertebrados bentónicos BMWF) En caso de que existan cuerpos de agua superficial en el AP o colindancias inmediatas. | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Caracterización del ecosistema ripario | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Especies indicadoras | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Especies endémicas, con poblaciones reducidas o en vías de extinción | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Fragilidad del ambiente acuático continental | X | |
| 9 | Descripción del ambiente socioeconómico | X | |
| 9.1 | Uso actual de la tierra en sitios aledaños | X | |
| 9.2 | Tenencia de la tierra en sitios aledaños | X | |
| 9.3 | Características de la población | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Demográficas | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Culturales y sociales | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Económicas | X | |
| 9.4 | Seguridad vial y conflictos actuales de circulación vehicular | X | |
| 9.4.1 | Análisis de Vialidad (estudio de impacto vial) | X | |
| 9.5 | Servicios de emergencia disponibles | X | |
| 9.6 | Servicios básicos disponibles | X | |
| 9.7 | Percepción local sobre el Proyecto y sus posibles impactos (Previo a consultar a la población sobre el proyecto, se debe informar a los mismos). | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Estudio cualitativo para AID y AII (Aportar el instrumento utilizado y nombre de los informantes claves) | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Estudio cuantitativo para AID y AII (Aportar el instrumento utilizado) | X | |

| No. | Tema | Incluir | Fue considerado correctamente en: |
|------|---|---------|-----------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> Proceso participativo interactivo, con sistematización del proceso llevado a cabo para la divulgación, consulta y convocatoria. O en su efecto su respectiva justificación técnica. | X | |
| 9.8 | Infraestructura comunal | X | |
| 9.9 | Sitios arqueológicos (sitio de extracción y acopio) | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Sitios registrados | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Materiales o rasgos culturales identificados en el AP | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Densidad de material encontrado y extensión del sitio en el AP | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Análisis de la información arqueológica recuperada en el AP | X | |
| | <ul style="list-style-type: none"> Posibilidades de recuperación de información adicional en el AP | X | |
| 9.10 | Sitios históricos, culturales | X | |
| 9.11 | Paisaje. Aportar los resultados del estudio de percepción respecto a este punto. | X | |
| 9.12 | Mapa de áreas socialmente sensibles | X | |
| 10 | Diagnóstico ambiental | X | |
| 10.1 | Resumen del Proyecto | X | |
| 10.2 | Elementos del proyecto generadores de impactos ambientales | X | |
| 10.3 | Factores del Medio Ambiente susceptibles de ser impactados | X | |
| 10.4 | Identificación y pronóstico de impactos ambientales | X | |
| 10.5 | Impactos Ambientales que producirá el Proyecto y sus opciones | X | |
| 10.6 | Selección de la opción del proyecto | X | |
| 10.7 | Mapa de susceptibilidad ambiental integral vrs componentes del Proyecto | X | |
| 11 | Evaluación de impactos y medidas correctivas | X | |
| 11.1 | Medio Físico (En cada uno de los componentes analizados en el capítulo físico) | X | |

| No. | Tema | Incluir | Fue considerado correctamente en: |
|-----------|--|---------|-----------------------------------|
| 11.2 | Medio Biótico (En cada uno de los componentes analizados en el capítulo biológico) | X | |
| 11.3 | Medio Socioeconómico (En cada uno de los componentes analizados en el capítulo socioeconómico) | X | |
| 11.4 | Análisis de los Efectos Acumulativos | X | |
| 11.5 | Análisis de los Efectos Sinérgicos de otros proyectos en construcción y operación | X | |
| 11.6 | Síntesis de la evaluación de impactos ambientales | X | |
| 12 | Pronóstico-Plan de Gestión Ambiental (PGA) | X | |
| 12.1 | Organización del Proyecto y Ejecutor de las medidas | X | |
| 12.2 | Cuadro del Pronóstico-Plan de Gestión Ambiental | X | |
| 12.3 | Monitoreo – Regencia | X | |
| 12.4 | Cronograma de ejecución | X | |
| 12.5 | Plan de recuperación ambiental post-operacional | | |
| 12.6 | Costos de la gestión ambiental | X | |
| 13 | Análisis de Riesgo y Planes de Contingencia | X | |
| 13.1 | Fuentes de Riesgo Ambiental | X | |
| 13.2 | Evaluación de Riesgo Ambiental | X | |
| 13.3 | Plan de contingencia | X | |
| 14 | Análisis Financiero y económico | | |
| 14.1 | Análisis financiero | | |
| | • Flujo de caja | | |
| | • Cálculo del VAN y la TIR | | |
| | • Financiamiento | | |
| 14.2 | Ajuste económico por concepto de transferencias | | |
| 14.3 | Ajuste económico por concepto de precios sociales | | |
| | • Ajuste por FATC | | |
| | • Ajuste por FAMO | | |
| | • Ajuste por FATD | | |
| 14.4 | Recálculo del VAN y la TIR | | |
| 14.5 | Ajuste Económico por Externalidades Sociales y Ambientales y Análisis Costo-Beneficio Final | | |
| 14.6 | Valoración monetaria de las externalidades ambientales. | | |

| No. | Tema | Incluir | Fue considerado correctamente en: |
|-----------|---|---------|-----------------------------------|
| 14.7 | Valoración monetaria de las externalidades sociales. | | |
| 14.8 | Cálculo del VAN Social | | |
| 15 | Calidad Ambiental del AP y el Área de Influencia Biofísica y Social (directa e indirecta) | X | |
| 15.1 | Pronóstico de la calidad ambiental del Área de Influencia Biofísica y Social (directa e indirecta) | X | |
| 15.2 | Síntesis de compromisos ambientales del Proyecto | X | |
| 15.3 | Política Ambiental del Proyecto | X | |
| 16 | Monto Global de la Inversión de la opción seleccionada | X | |
| 17 | Otros términos específicos a presentar: | | |
| | a) Indicar si se requiere instalación y uso de quebrador, criba, escombreras etc. | X | |
| | b) Indicar los kilómetros a concesionar. | X | |
| | c) Diseño de sitio detallado en el cual se muestren todos los componentes del proyecto (sitio de acopio de materiales, quebrador, criba, escombreras oficinas etc.). | X | |
| | d) En caso de utilizar sistema de tanque séptico tradicional debe realizar el estudio de tiempos de transito de contaminantes bacteriológicos que determine la viabilidad para utilizar el sistema. | X | |
| | e) Comprobante de pago, correspondiente a la presentación del D1 y el EsIA. | X | |
| | f) Copia certificada del Uso conforme de suelo emitido por la Municipalidad de la zona, para el patio de acopio, quebrador, oficinas u otros. | X | |
| | g) Entrega de la Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA) con sello municipal, adicionalmente incluir el sello de recibido del EsIA por parte del SINAC. | X | |
| | h) Debe presentar la certificación sobre el monto de inversión del proyecto planteado, tal como lo establece el D.E. No. 34375-MINAE artículo 9.- De | | |

| No. | Tema | Incluir | Fue considerado correctamente en: |
|-----|--|----------|-----------------------------------|
| | <p>potenciales generados por dicha actividad, obra o proyecto.</p> <p>q) Publicación del EslA en un medio de comunicación escrita según acuerdo acta 0087-2008 de la Comisión Plenaria de la SETENA.</p> <p>SECRETARÍA TÉCNICA NACIONAL AMBIENTAL (SETENA) HACE DEL CONOCIMIENTO PÚBLICO</p> <p>Que _____ el/la _____ desarrollador(a) _____ ha presentado ante esta Secretaria el ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EslA) del proyecto (obra o actividad) conocido como _____, en el cual se va a desarrollar (descripción del proyecto o actividad) _____, para ser ejecutado en la Provincia de _____ Cantón _____ Distrito _____, localidad u otras señas _____, georreferenciado mediante las coordenadas del sistema de geoposicionamiento satelital (GPS) _____.</p> <p>Responsables del Proyecto son: _____ en su condición de desarrollador o de representante legal de éste, y el/la profesional _____, en su condición de Coordinador del EslA. Expediente N° _____.</p> <p>Se invita al público a formular por escrito ante esta Secretaria, dentro del término de diez días, las observaciones, oposiciones o coadyuvanzas que a bien tuviere formular respecto a dicho Estudio de Impacto Ambiental. Se apercibe a la persona interesada, su deber de presentar toda información o documentación relativa a los procesos que tramita la</p> | <p>X</p> | |



| No. | Tema | Incluir | Fue considerado correctamente en: |
|--|------|---------|-----------------------------------|
| Estos términos tienen una vigencia de un año a partir de su notificación. | | | |

Anexo 3. Matriz general de las concesiones en CDP, para el periodo 2000-2015.

| Expediente DGM | Expediente SETENA | Concesionario | Río | Cuenca | Fecha | Plazo (años) | Tasa de extracción (m3/año) |
|----------------|-------------------|--|------------------|--------------------|-----------|--------------|-----------------------------|
| 3-2012 | 988-10 | Municipalidad De Cañas | Lajas | Bebedero | 20-Mar-14 | 10 | 2500 |
| 7-99 | 366-09 | Palma Tica S.A. | Abrojo | Esquinas | 26-Oct-12 | 5 | 2500 |
| 23-2003 | 565-04 | Anthony Cruz Lizano | Virilla | Grande de Tárcoles | 10-Ago-10 | 10 | 3120 |
| 10-2012 | 1260-11 | Monaco Investments Group | Bijagual | Península de Osa | 3-Oct-13 | 10 | 6000 |
| 17-2012 | 1575-11 | Guillermo Enrique Hidalgo Blanco | Q. Brazo Seco | Matina | 7-Feb-14 | 10 | 6240 |
| 22-2002 | | | | Reventazón | 22-Jul-03 | 5 | 12000 |
| 3-99 | 276-99 | Empresa Constructora Herrera S.A. | | San Carlos | 3-Jun-00 | 5 | 12000 |
| 42-94 | 735-01 | Ricardo Herrera Monge | Caño Moja Huevos | San Carlos | 7-Feb-01 | 5 | 12000 |
| 3-2005 | 390-04 | Montaña LA PIEDRA | La Pita | Tusubres | 18-Ago-06 | 15 | 12500 |
| 24-2005 | 484-04 | Luis Francisco Goldoni Vargas | Tempisque | Tempisque | 16-Feb-09 | 10 | 15000 |
| 6-2003 | | Rodolfo Fonseca Ledezma | Tempisque | Tempisque | 9-Ago-02 | 10 | 15000 |
| 6-2009 | 82-07 | Los Sueños Property Management Company SRL | Caña Blanca | Tusubres | 27-Ago-10 | 10 | 17500 |
| 1-2010 | 96-07 | La Turubal S.A. | Seco | Damas | 1-Feb-12 | 10 | 18000 |
| 16E-2001 | 356-01 | MOPT- Proyecto Bribri-Sixaola. | Sixaola | Sixaola | 18-Ene-02 | 3 | 18000 |
| 14-2005 | 240-03 | Pedro Gerardo Campos Picado | Chirripó | Chirripó | 7-Ago-06 | 10 | 20000 |
| 16-2008 | 1131-05 | Juan Mercedes Johanson Ramirez | Tempisque | Tempisque | 26-Oct-12 | 10 | 20000 |
| 3-2001 | | Marcos Chavaría Versano | Tempisque | Tempisque | 9-Ago-02 | 5 | 20000 |
| 8-2007 | 496-03 | Municipalidad de Osa | Coronado | Grande de Térraba | 5-Ene-07 | 10 | 24000 |
| 3-2007 | 343-03 | Arayca S.A. | Pizote | Zapote | 8-Dec-08 | 7 | 25000 |
| 7-2001 | | Lully Jimenez | La Vieja | San Carlos | 9-Nov-00 | 5 | 25000 |

| | | | | | | | |
|---------|---------|--|---------------|-------------------|-----------|----|-------|
| 1-2007 | 1332-05 | Transportes De Tuberculos El Risueño S.A. | Tres Amigos | San Carlos | 11-May-10 | 5 | 28500 |
| 15-2007 | 1870-05 | Everardo Olivares y Esmeralda de Alvarez | Seco | Abangares | 19-Apr-10 | 10 | 28800 |
| 6-2011 | 558-08 | Rodrigo Fuentes Acosta | San Lorenzo | San Carlos | 22-Jun-10 | 10 | 28800 |
| 7-2006 | 48-04 | Archa S.A. | La Gloria | Tusubres | 29-Ene-07 | 10 | 28800 |
| 8-97 | 597-07 | Asoc. Desarrollo Integral La Mora De Turrialba | | Reventazón | 31-Oct-12 | 5 | 28800 |
| 95-93 | 555-01 | Aridos De Costa Rica S.A. | General | Grande de Térraba | 20-Set-02 | 5 | 28800 |
| 10-2013 | 1107-10 | Servicios Aliados Generales Ltda. | | Estrella | 16-Jun-15 | 10 | 30000 |
| 16-2005 | 308-00 | Constructora Hermanos Arias S.A. | Kopper | San Carlos | 16-Jun-08 | 7 | 30000 |
| 17-2002 | 295-00 | Oscar Emilio Loria Mendez | Cañablanca | Tusubres | 28-Feb-05 | 10 | 30000 |
| 4-2001 | | Asoc. Arenas Artesanales Valle Tempisque | Tempisque | Tempisque | 8-Set-02 | 5 | 30000 |
| 17-2003 | 260-01 | Hacienda Santa Paula S.A. | Cañas | Bebedero | 16-Nov-05 | 5 | 31680 |
| 16-2002 | 217-00 | Hnos. Rodriguez Castro S.A. | Fortuna | San Carlos | 18-Mar-04 | 5 | 36000 |
| 2-2000 | 002-00 | Constructora Leo Solis S.A. | Peñas Blancas | San Carlos | 13-Ene-03 | 5 | 36000 |
| 3-2002 | | Ricardo Godinez Arroyo | La vaca | Esquinas | 6-May-03 | 5 | 36000 |
| 7-2009 | 1321-05 | Material Tico S. A. | Toro | Sarapiquí | 28-Set-10 | 10 | 36000 |
| 4-2008 | 1668-05 | Alfredo Chavarria Ferraro | Cañas | Damas | 3-Feb-10 | 9 | 42000 |
| 15-2003 | 1064-03 | Agricola Industrial San Cayetano S.A. | Sucio | Chiripó | 4-Ene-06 | 5 | 43200 |
| 16-2003 | 16-01 | Accareos y Servicios ACSEL SA | Barbilla | Matina | 27-Sep-06 | 7 | 43200 |
| 11-2008 | 741-04 | Compañía Ganadera Solís y Lizano S.A. | Peñas Blancas | San Carlos | 2009 | 4 | 45000 |
| 18-2002 | 279-00 | Bosque Verde Fqq S.A. | Tempisque | Tempisque | 22-Nov-07 | 5 | 45000 |
| 10-2003 | 271-00 | Auto Ranger S. A. | Abangares | Abangares | 12-Dec-05 | 5 | 46800 |
| 4-2000 | | Auto Ranger S.A. | Abangares | Abangares | 25-Feb-02 | 2 | 46800 |
| 1-2014 | 250-09 | Acarreos y Servicios Murillo S.A. | Toro | Sarapiquí | 28-Ago-15 | 10 | 48000 |

| | | | | | | | |
|---------|---------|---------------------------------------|-------------|------------------------|-----------|----|-------|
| 10-2009 | 849-08 | Quebrador Arenal S.A. | San Rafael | San Carlos | 2-Feb-10 | 6 | 48000 |
| 14-2003 | 393-02 | Constructora Ojoche S. A. | San Carlos | San Carlos | 18-Ago-06 | 7 | 48000 |
| 2-2002 | 219-00 | Manfred de la Sera Santamaria | Claro | Esquinas | 9-Mar-04 | 5 | 48000 |
| 21-2003 | 364-01 | Ronald Cespedes Rojas | San Carlos | San Carlos | 21-Jun-06 | 6 | 48000 |
| 6-2006 | 574-03 | Constructora Sanchez Carvajal | General | Grande de Térraba | 30-Oct-06 | 3 | 48000 |
| 157-92 | 157-92 | Asoc. Desarrollo El Indio-Rita-Pococi | Chirripó | Chirripó | 1-Dec-04 | 5 | 48939 |
| 16-2011 | 252-10 | Piñales De Santa Clara | Sardinal | Sarapiqui | 13-Dec-12 | 5 | 50000 |
| 21-2009 | 1576-07 | Eurocorp Erzo E.E. S.A. | Maicillal | Península de Nicoya | 24-Ago-11 | 3 | 50000 |
| 5-99 | | Quebradores Abangares S.A. | Abangares | Abangares | 26-Jun-03 | 5 | 50000 |
| 19-2011 | 1241-08 | Eco Selva Del Norte S.A. | San Carlos | San Carlos | 29-Abr-13 | 7 | 53000 |
| 20-2002 | 101-02 | Quebradores Del Sur De Costa Rica | Pacuar | Grande de Térraba | 14-Mar-03 | 5 | 54000 |
| 9-2009 | 1195-04 | Municipalidad De San Carlos | Fortuna | San Carlos | 29-Oct-09 | 7 | 57600 |
| 1-2006 | 355-03 | Cortezal Agropecuaria S. A. | San Lorenzo | San Carlos | 27-Abr-07 | 10 | 60000 |
| 1-99 | | Alicia Beita Morales | | Grande de Térraba | 12-Mar-01 | 5 | 60000 |
| 11-2004 | 482-01 | Tajo Florencia S.A. | Grande | Grande de Tárcoles | 6-Jul-07 | 5 | 60000 |
| 14-2011 | 645-10 | Inversiones Elvadis S.A. | San Carlos | San Carlos | 8-Ene-13 | 7 | 60000 |
| 19-2010 | 1245-08 | Piña Tica Río Cuarto S.A. | Cuarto | Sarapiqui | 27-Set-11 | 5 | 60000 |
| 21-2010 | 227-08 | Rocabase S.A. | Platanar | San Carlos | 26-Oct-12 | 5 | 60000 |
| 26-2009 | 609-08 | Alcalde Alfredo Córdoba | Peje | Chirripó | 13-Jun-11 | 2 | 60000 |
| 3-2011 | 149-09 | Minas Del Pejiballe S.A. | Pejibaye | Reventazón | 9-Set-13 | 2 | 60000 |
| 4-98 | 419-01 | Tajo Concepcion S.A. | Kopper | San Carlos | 11-Set-01 | 5 | 60000 |
| 5-2012 | 1020-09 | Gerardo Alberto Chavez Vargas | Kopper | San Carlos | 28-Ago-13 | 5 | 60000 |
| 55-94 | | Inversiones Francisco Rolando S.A. | | Reventazón | 26-Jun-03 | 5 | 60000 |

| | | | | | | | |
|---------|---------|---|------------|---------------------|-----------|----|-------|
| 7-2007 | 461-05 | Agropecuaria Altmosa S.A. | Seco | Abangares | 14-Ago-08 | 3 | 60000 |
| 7-2011 | 864-07 | Piñales de Santa Clara S.A. | Sardinal | Sarapiquí | 15-Feb-12 | 5 | 60000 |
| 19-2007 | 573-03 | Quebrador Del Valle El General S.A. | General | Grande de Térraba | 26-Oct-09 | 10 | 62400 |
| 23-2011 | 219-10 | Inmuebles Distrito Tercero FF Y G R. L. | Pacuar | Grande de Térraba | 26-Jun-15 | 10 | 62400 |
| 10-2008 | 572-03 | Servicios y Acarreos Belen S.A. | Virilla | Grande de Tárcoles | 30-Ago-10 | 2 | 63483 |
| 1-2012 | 1212-09 | Clima Y Ambiente S.A. | Tempisque | Tempisque | 8-Oct-15 | 10 | 65416 |
| 10-2007 | 972-05 | Renín De Lemos Medina | Río Ario | Península de Nicoya | 9-Feb-12 | 5 | 66000 |
| 5-2001 | 116-01 | Asoc. Arenas Artesanales Valle Tempisque | Tempisque | Tempisque | 9-Ago-02 | 10 | 70000 |
| 11-2002 | 028-01 | Jorge Jimenez Corrales | Parismina | Reventazón | 20-May-04 | 10 | 72000 |
| 11-2005 | 352-03 | Inversiones Javillos S.A. | Javillos | San Carlos | 15-Oct-08 | 10 | 72000 |
| 11-2012 | 1874-05 | Asdrúbal Murillo Viquez | Sarapiquí | Sarapiquí | 6-Mar-14 | 5 | 72000 |
| 15-2002 | 302-00 | Incofer | Pacuare | Pacuare | 28-Abr-03 | 5 | 72000 |
| 2-2012 | 193-09 | Sociedad R.B. Del Norte | San Rafael | San Carlos | 1-Oct-13 | 5 | 72000 |
| 25-2003 | 675-01 | Quebradores San Carlos S.A. | Arenal | San Carlos | 26-Oct-05 | 10 | 72000 |
| 4-2006 | 344-03 | Frutas Tropicales Venecia S.A. | Toro | Sarapiquí | 6-Jul-07 | 8 | 72000 |
| 6-2008 | 796-04 | Julio Torres Mora | Tenorio | Bebedero | 26-Ago-10 | 10 | 72000 |
| 3-2003 | 273-00 | Maria Cristina Calvo Sandi | Turrubares | Tusubres | 11-Feb-03 | 5 | 80000 |
| 10-2004 | 759-03 | Desarrollos Turísticos Del Pacífico Varcas S.A. | Pirris | Parrita | 4-Ene-06 | 10 | 86400 |
| 9-2006 | 350-02 | Cia Agrícola Ganadera Sanchez Sirias S.A. | Tarcoles | Grande de Tárcoles | 21-May-04 | 8 | 86400 |
| 12-2010 | 579-08 | Aventureros Del Mar | Caño Seco | Esquinas | 14-Feb-04 | 10 | 90000 |
| 2-2009 | 295-05 | Arenas y Piedras del Pacífico S.A. | Sucio | Chirripó | 23-Abr-14 | 10 | 90000 |
| 6-2005 | 483-04 | Inversiones Diecinueve Ch Y S S.A. | Zelaya | Península de | 26-May-08 | 3 | 93600 |

Nicoya

| | | | | | | | |
|---------|---------|---|---------------|---------------------|-----------|----|--------|
| 11-2006 | 043-05 | Finca La Tiburcia S.A. | Moja Huevos | San Carlos | 22-Abr-08 | 4 | 96000 |
| 12-2004 | 488-01 | Agricultura Mecanizada Chapemal | Aranjuez | Abangares | 10-Nov-06 | 5 | 96000 |
| 17-2005 | 570-03 | Bloquera La Aduana S.A. | Arenal | San Carlos | 5-Dec-07 | 3 | 96000 |
| 20-2009 | 1263-06 | Transportes Pila Y R S.A. | Cañas | Damas | 9-Set-13 | 10 | 96000 |
| 21-2005 | 555-03 | John Fraser Donovan | Montaña | Península de Nicoya | 5-Dec-07 | 10 | 96000 |
| 4-2013 | 705-10 | Juan Luis Matarrita Thompson | Estrella | Estrella | 23-Abr-14 | 10 | 96000 |
| 5-2008 | 181-07 | Estrategias F.A. Cochu S.A. | Cañas | Damas | 23-Abr-14 | 5 | 96000 |
| 9-2013 | 1022-07 | Constructora Herrera S.A. | SAN CARLOS | San Carlos | 14-May-10 | 10 | 96000 |
| 20-2012 | 1146-09 | Maderas Del Sur JR S.A. | Corredores | Esquinas | 21-Abr-14 | 10 | 100000 |
| 6-2013 | 1085-08 | | San Rafael | San Carlos | 9-Abr-13 | 6 | 100000 |
| 1-98 | 1-98 | Empresa Agropecuaria El Amo S.A. | Peñas Blancas | San Carlos | 10-Nov-03 | | 100800 |
| 8-2008 | 529-06 | Ganadera El Guarial SA | Guarial | Península de Nicoya | 2-Jul-05 | 10 | 100800 |
| 18-2009 | 551-08 | 3-101-471121 Sa | Turrubares | Grande de Tárcoles | 28-Feb-14 | 8 | 103680 |
| 6-2001 | 896-05 | Asoc. Arenas Artesanales Del Valle Tempisque | Tempisque | Tempisque | 4-Dec-09 | 5 | 110000 |
| 15-2010 | 550-08 | Constructora Campos y Paniagua S.A. | Terraba | Grande de Terraba | 18-Ago-11 | 10 | 120000 |
| 2-2014 | 911-09 | Luis Eduardo Fonseca Molina | TARCOLES | Grande de Tárcoles | 4-Abr-16 | 10 | 120000 |
| 4-2011 | 865-07 | Roger Rojas Martinez | Parrita | Parrita | 30-Set-15 | 7 | 120000 |
| 14-2007 | 1320-05 | JOSE LUIS AMAYA Solorzano | Rincón | Península de Osa | 7-Abr-10 | 10 | 123000 |
| 12-2013 | 745-09 | Rock Mat S.A. | Madre de Dios | Madre de Dios | 19-Jun-15 | 10 | 124800 |
| 16-2010 | 149-08 | Comercializadora De Materiales Del Terraba S.A. | Terraba | Grande de Terraba | 13-Dec-12 | 10 | 124800 |
| 12-2008 | 527-05 | Acarreos y Servicios ACSEL S.A. | Blanco | Moín | 8-Mar-12 | 10 | 126720 |

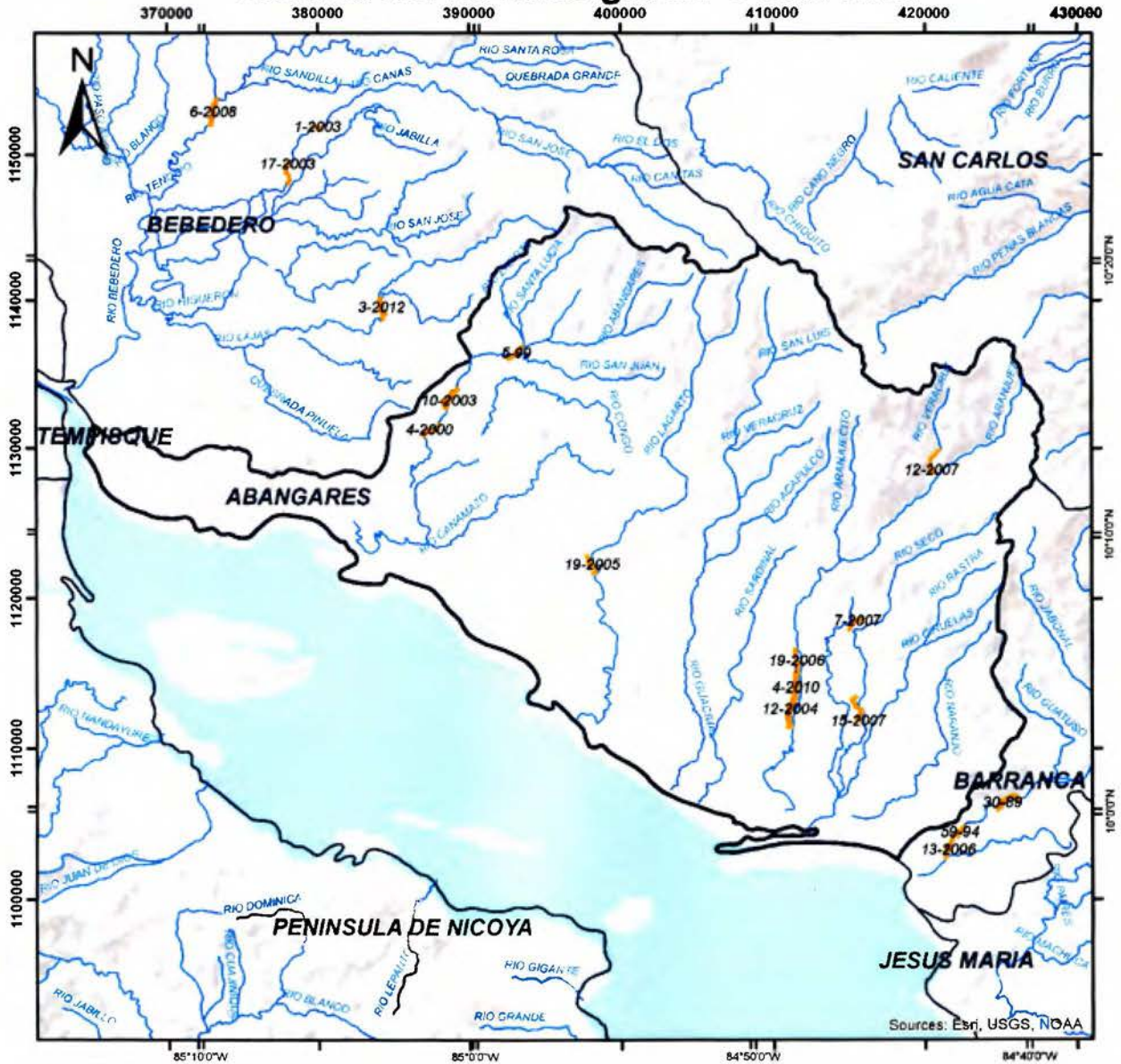
| | | | | | | | |
|---------|---------|--|--------------|---------------------|-----------|----|--------|
| 1-2008 | 481-04 | Standard Fruit Company S.A. | La Estrella | Estrella | 11-May-10 | 10 | 132000 |
| 14-2010 | 1406-08 | Citricos De Guanacaste | Pizote | Zapote | 7-Feb-12 | 5 | 132000 |
| 15-2011 | 262-10 | Standart Fruit Company S.A. | La Estrella | Estrella | 9-Ago-13 | 10 | 132000 |
| 21-2011 | 853-07 | Asoc. De Productores De Canaima De Osa | Esquinas | Esquinas | 26-Feb-13 | 10 | 132000 |
| 10-2006 | 557-05 | Cia Minera Río Grande De Tarcoles | Tarcoles | Grande de Tárcoles | 9-Set-11 | 10 | 144000 |
| 118-93 | 118-93 | Cafetalera La Zoila S.A. | | Reventazón | 6-Nov-01 | 5 | 144000 |
| 12-2007 | 298-04 | Chemusa S.A. | Veracruz | Abangares | 2-Oct-09 | 10 | 144000 |
| 12-2009 | 1875-05 | Gerardo Corrales Morales | Pacuar | Grande de Térraba | 3-Jun-10 | 10 | 144000 |
| 19-2002 | 601-01 | Jose Maria Viquez Ulate | Chirripó | Chirripó | 28-Ago-03 | 10 | 144000 |
| 19-2006 | 970-05 | Ganadera Chapernal S.A. | Aranjuez | Abangares | 12-Jun-13 | 10 | 144000 |
| 2-2007 | 104-04 | Mañana y Tarde S.A. | Candelaria | Parrita | 30-Oct-12 | 10 | 144000 |
| 2-2008 | 907-05 | Municipalidad de Sarapiquí | Chirripó | Chirripó | 3-Mar-10 | 10 | 144000 |
| 23-2005 | 717-04 | E y E Maquinaria y Transporte S.A. | Pacuare | Pacuare | 7-Jul-08 | 10 | 144000 |
| 24-2010 | 1129-07 | Quebradores Alfa S.A. | Reventazón | Reventazón | 10-May-12 | 10 | 144000 |
| 5-2004 | 598-02 | Agregados Río Grande S. A. | Tarcoles | Grande de Tárcoles | 20-Set-05 | 5 | 144000 |
| 7-2005 | 218-00 | Constructora Zyg SA | General | Grande de Térraba | 19-Ago-03 | 3 | 144000 |
| 14-2006 | 1196-05 | Quebradores Tucurrique S.A. | Reventazón | Reventazón | 18-Set-07 | 5 | 151920 |
| 7-2010 | 862-07 | Indaco Horquetas S. A. | Puerto Viejo | Sarapiquí | 28-May-12 | 10 | 153000 |
| 15-2008 | 1855-05 | Materiales y Agregados Poyatos | Lagarto | Esquinas | 21-Oct-09 | 10 | 156000 |
| 18-2008 | 553-03 | Marlyn Castillo Morales | Nosara | Península de Nicoya | 24-May-10 | 10 | 158400 |
| 23-2010 | 1244-08 | Gerardo Corrales Morales | General | Grande de Térraba | 27-Abr-12 | 10 | 165000 |
| 3-2000 | | Excavaciones y Drenajes Tracmory S.A. | Atirro | Reventazón | 19-Ago-03 | 5 | 172800 |

| | | | | | | | |
|---------|---------|---|---------------|--------------------|-----------|-----|--------|
| 5-2005 | 223-04 | Consultoria Inversiones Flores De Chirripó | Chirripó | Chirripó | 24-Oct-07 | 10 | 172800 |
| 11-2007 | 634-04 | Industria Cartonera Inca S.A. | Tres Amigos | San Carlos | 30-Mar-09 | 4.5 | 175000 |
| 20-2010 | 1180-08 | José Rafael Vargas Arce | Corinto | Chirripó | 10-Feb-12 | 10 | 175200 |
| 9-97 | 1243-08 | Miguel Solís Barquero | Río Claro | Esquinas | 24-Mar-15 | 5 | 180000 |
| 2M-2006 | 222-01 | Ecodesarrollo Papagayo S.A. | | Tempisque | 9-Oct-06 | 3 | 185000 |
| 29-2010 | 1586-07 | Girono S.A. | Tulín | Tusubres | 27-Abr-12 | 10 | 186000 |
| 59-94 | | La Armonia del Barranca S.A. | Barranca | Barranca | 5-Nov-01 | 5 | 187200 |
| 16-2009 | 921-08 | Inversiones y Procesadora Tropical Improtsa S.A. | Toro | Sarapiqui | 22-Jun-10 | 5 | 188064 |
| 3-2009 | 150-08 | Plantaciones Las Panteras S.A. | Toro Amarillo | Chirripó | 13-Jun-11 | 10 | 195840 |
| 14-2009 | 1318-05 | INVERSIONES Y MATERIALES DEL Reventazon | Reventazón | Reventazón | 1-Oct-10 | 10 | 201600 |
| 2-2006 | 299-04 | Constructora Sanchez Carvajal | Savegre | Savegre | 7-Jul-07 | 5 | 213600 |
| 4-2010 | 1524-07 | Quebradores Puntarenenses Mgg S.A. | Aranjuez | Abangares | 19-Mar-12 | 10 | 216000 |
| 10-2001 | 245-00 | Constructora La Garita S.A. / Holcim C.R.Sa | Tarcoles | Grande de Tárcoles | 4-Ene-06 | 7 | 230400 |
| 24-2003 | | ICE | Toro Amarillo | Sarapiqui | 17-Ene-05 | 5 | 230400 |
| 5-2000 | | Imporco Caribe S.A. | Guácimo | Reventazón | 27-Mar-01 | 5 | 230400 |
| 6-2014 | 1006-09 | B y M Consultores En Geociencias S.A. | SUCIO | Chirripó | 15-Jul-15 | 10 | 234000 |
| 2-2003 | 598-01 | William Abarca Abarca / Quebrador Pacuare | Pacuare | Pacuare | 9-Set-03 | 10 | 240000 |
| 76-94 | 786-10 | Consultora E Inversiones Esmeralda y CEMEX | Toro Amarillo | Chirripó | 10-Nov-03 | 4 | 240000 |
| 8-2004 | 105-01 | Municipalidad de Guacimo | Guácimo | Reventazón | 3-Feb-00 | 5 | 240000 |
| 9-2003 | 7367-12 | Inversiones Díaz Y Angulo | Chirripó | Chirripó | 23-Ene-14 | 10 | 240000 |
| 12-2006 | 0630-04 | Construcciones Moncal S.A. | Tarcoles | Grande de Tárcoles | 3-Nov-09 | 10 | 277344 |
| 1-2003 | 057-02 | Arrendadora Centroamericana De Equipos ACESA S.A. | Cañas | Bebedero | 4-Set-03 | 3.5 | 288000 |

| | | | | | | | |
|----------|---------|---|---------------|-----------------------|-----------|-----|--------|
| 13-2006 | 1330-04 | Casa Fernanda S.A. | Barranca | Barranca | 6-Dec-07 | 1 | 288000 |
| 26-2010 | 863-07 | Agricola Industrial La Lydia S.A. | Tres Amigos | San Carlos | 26-Oct-12 | 5 | 288000 |
| 11-2009 | 191-08 | Horizontes Del Sol S. A. | Ceibo | Grande de Térraba | 12-Feb-11 | 5 | 300000 |
| 12-2014 | 7011-12 | Quebradores Los Piojos S.A. | Claro | Esquinas | 11-Feb-16 | 10 | 300000 |
| 15-2006 | 1672-05 | Coopeagropal | La vaca | Esquinas | 14-Oct-08 | 5 | 300000 |
| 5-2011 | 680-09 | Desarrolllos Henalfa S.A. | Barbilla | Matina | 28-May-12 | 10 | 300000 |
| 5-2013 | 706-10 | Arena y Afines Del Sur S.A. | | Grande de Térraba | 12-Abr-16 | 10 | 300000 |
| 18-2011 | 450-10 | Desafor del Sur S.A. | Chirripó | Chirripó | 9-Oct-14 | 10 | 330000 |
| 20-2011 | 1093-07 | Municipalidad De Osa | Terraba | Grande de Térraba | 25-Feb-13 | 10 | 345000 |
| 15-2005 | 339-03 | Materiales De Occidente S.A. | Tigres | Península de Osa | 8-Set-08 | 8 | 345600 |
| 1-2009 | 142-05 | Constructora Hermanos Arias S.A. y Quebrador Aguas Zarcas S.A. | Kopper | San Carlos | 14-Jul-11 | 5 | 360000 |
| 12-2012 | 1238-08 | Grupo Allon S.A. | Estrella | Estrella | 20-Ago-13 | 10 | 360000 |
| 16-2013 | 6555-11 | Agritek Costa Rica Acori S. A. | | San Carlos | 29-Jul-15 | 6 | 360000 |
| 27-2010 | 085-10 | Concreto Asfaltico Nacional S.A. | Ceibo | Grande de Térraba | 2-Nov-12 | 10 | 360000 |
| 30-89 | 182-94 | Pocamar S.A. | Barranca | Barranca | 10-Feb-10 | 5 | 360000 |
| 8-2009 | 274-04 | Agregados El Colono S.A. | Toro Amarillo | Chirripó | 14-Oct-10 | 10 | 360000 |
| 19-2005 | 421-03 | Servicios Mecanicos De Miramar S.A. | Lagarto | Abangares | 28-Ago-03 | | 375000 |
| 10E-2002 | 357-01 | MOPT / Meco SA | Sixaola | Sixaola | 22-Jul-02 | 2.5 | 432000 |
| 15-2009 | 116-09 | ICE | Reventazón | Reventazón | 12-Feb-10 | 2 | 432000 |
| 8-2011 | 1249-07 | Super GrúAs S.A. | Chirripó | Chirripó | 1-Oct-10 | 10 | 450000 |
| 1-2004 | 189-00 | Quintas Casa De Campo S.A. / Minerales De Tárcoles S.A: | | Grande de Tárcoles | 23-Jun-05 | 10 | 477000 |

| | | | | | | | |
|----------------------------|----------|---------------------------|-----------------|----------------------|-----------|------------|-----------------|
| 5-2009 | 575-08 | Recuerdos Don Felo S.A. | Chirripó | Chirripó | 21-May-10 | 10 | 500000 |
| 4-2012 | 1246-08 | 3-102-504315 Ltda | Platanar | San Carlos | 17-Oct-13 | 5 | 744000 |
| 22-2010 | 1131-07 | Roger Ivan Rojas Calvo | Turrubaritos | Tusubres | 8-Jul-15 | 7 | 950400 |
| 8M-2012 | | ICE | Reventazón | Reventazón | 30-Ene-02 | 3 | 1080000 |
| 2M-2012 | 331-08 | ICE | Reventazón | Reventazón | 4-Jun-13 | 3 | 1719000 |
| 39M-2010 | 331-08 | ICE | Reventazón | Reventazón | 1-Mar-11 | 4 | 2592000 |
| 11-2013 | 409-10 | Finca La Tiburcia S.A. | | San Carlos | 28-Jul-15 | 8 | |
| 13-2005 | 498-02 | Las Cónavas | Agua Caliente | Reventazón | 28-Feb-07 | 6 | |
| 2-98 | | Jose Joaquín Calvo Rojas | | Grande de Térraba | 6-Dec-00 | 5 | |
| 6-91 | 472-07 | Quebrador San Carlos S.A. | Quebrada Grande | San Carlos | 9-Mar-16 | 5 | |
| 60-93 | | | Tempisque | Tempisque | 25-Jun-04 | 4 | |
| 8-99 | 431-2000 | Acarreos Garabito S.A | Parrita | Parrita | 17-Oct-00 | 5 | |
| 86-94 | 1175-04 | Charvel Gómez Viquez | | Grande de Térraba | 23-Oct-03 | 1 | |
| 97-93 | 837-06 | Inversiones Silvana S.A. | Turriaba | Reventazón | 5-Jun-08 | | |
| Promedio | | | | | | 7,1 | 162115.3 |
| Desviación Estandar | | | | | | -- | 264042 |

Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca del río Abangares. Costa Rica



- Simbología**
-  Concesiones
 -  Ríos
 -  Cuencas hidrográficas
 - Cuenca del río:**
 -  ABANGARES

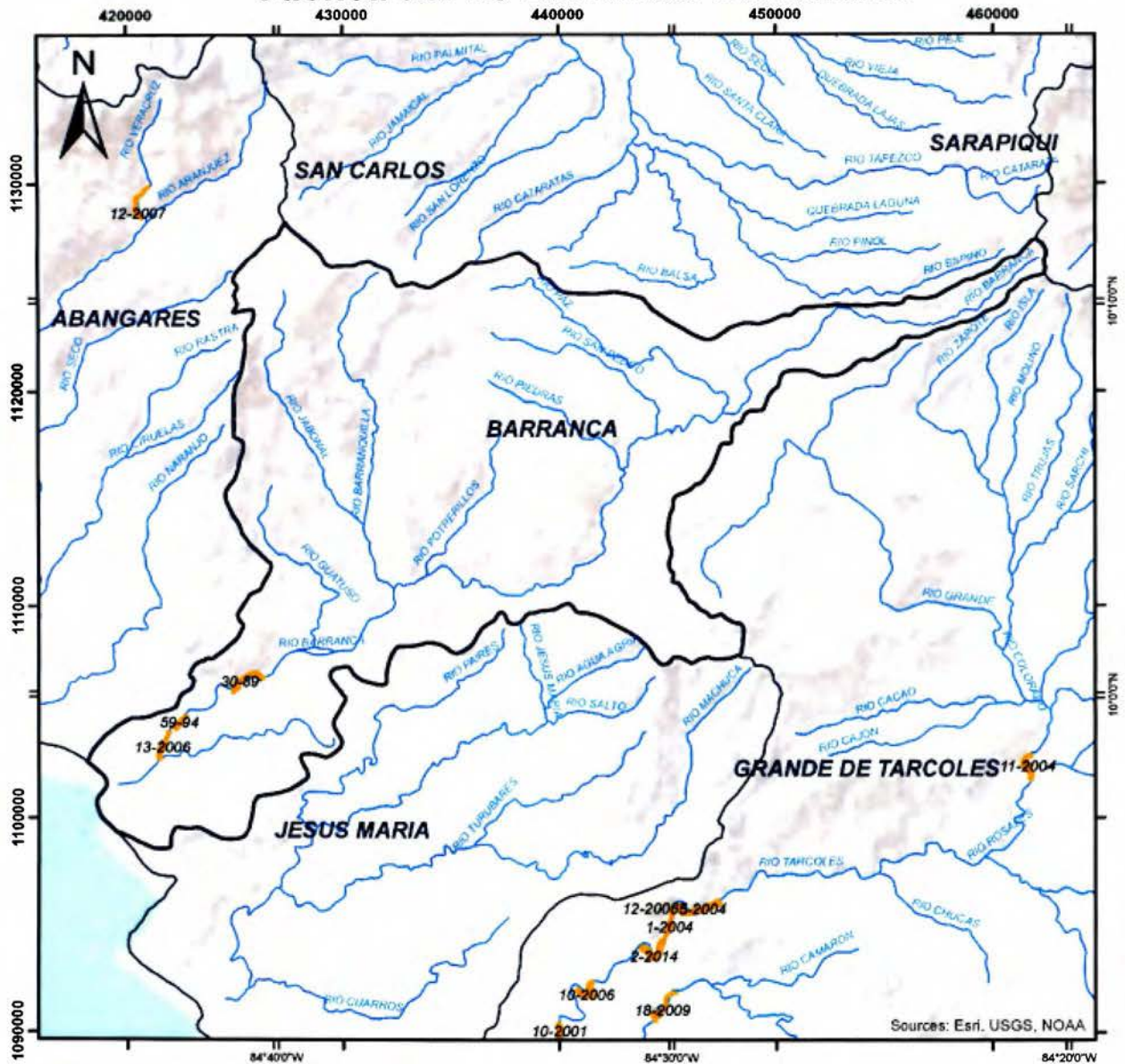
Proyección CRTM05
Datum WGS84

Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

Cartografía digital por:
Geógrafo Lic. Marlon Morúa

0 2,5 5 10 15 20
Kilómetros

Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca del río Barranca. Costa Rica



Simbología

-  Concesiones
-  Ríos
-  Cuencas hidrográficas
- Cuenca del río:**
-  BARRANCA

Proyección CRTM05
Datum WGS84

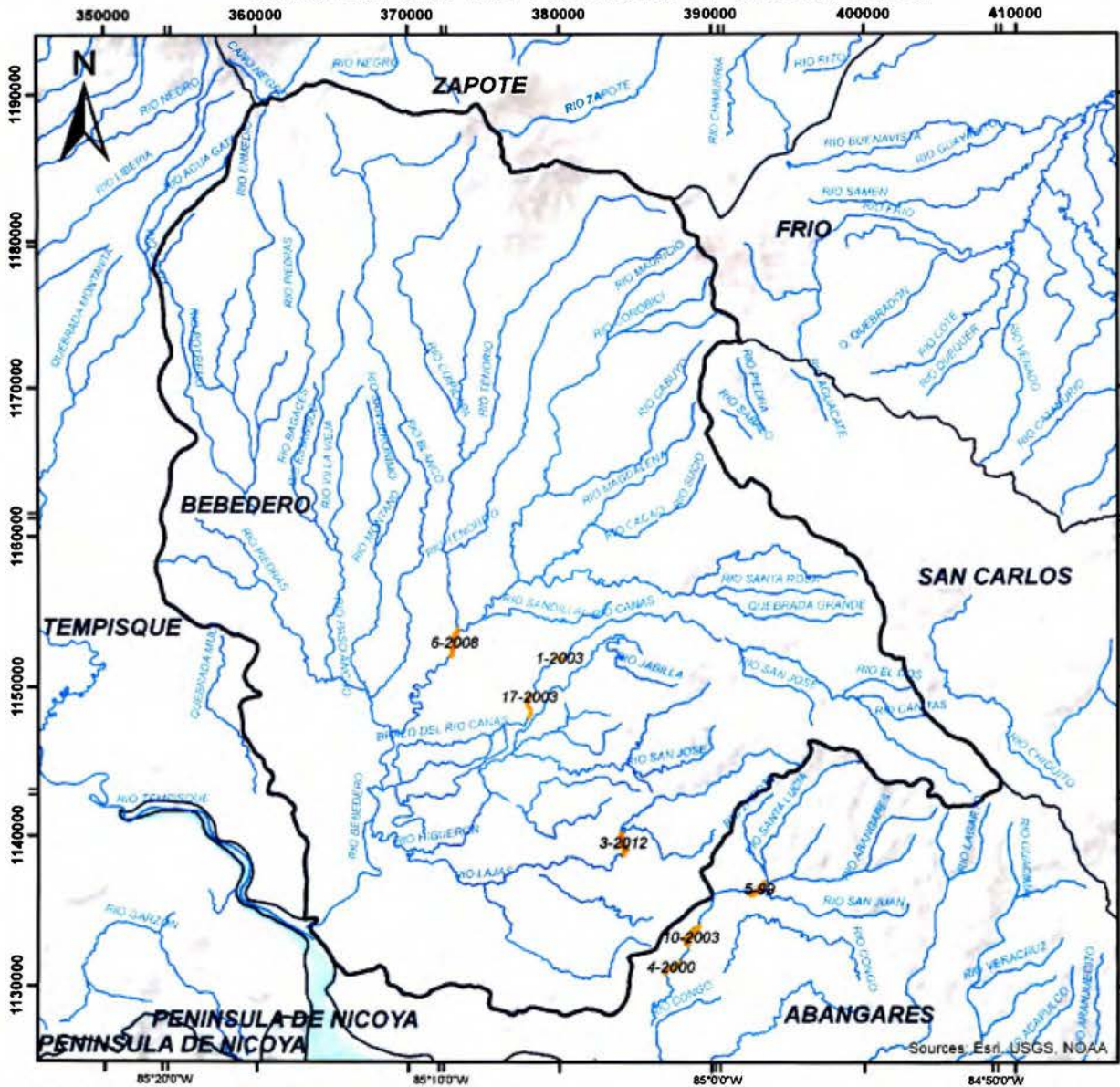
Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

Cartografía digital por:
Geógrafo Lic. Marlon Morúa
0 1,753,5 7 10,5 14



Kilómetros

Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca del río Bebedero. Costa Rica



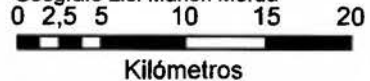
Simbología

- Concesiones
- Ríos
- Cuencas hidrográficas
- Cuenca del río:**
- BEBEDERO

Proyección CRTM05
Datum WGS84

Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

Cartografía digital por:
Geógrafo Lic. Marlon Morúa



Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca del río Chirripó. Costa Rica



- Simbología**
- Concesiones
 - Ríos
 - Cuencas hidrográficas
- Cuenca del río:**
- CHIRRIPO

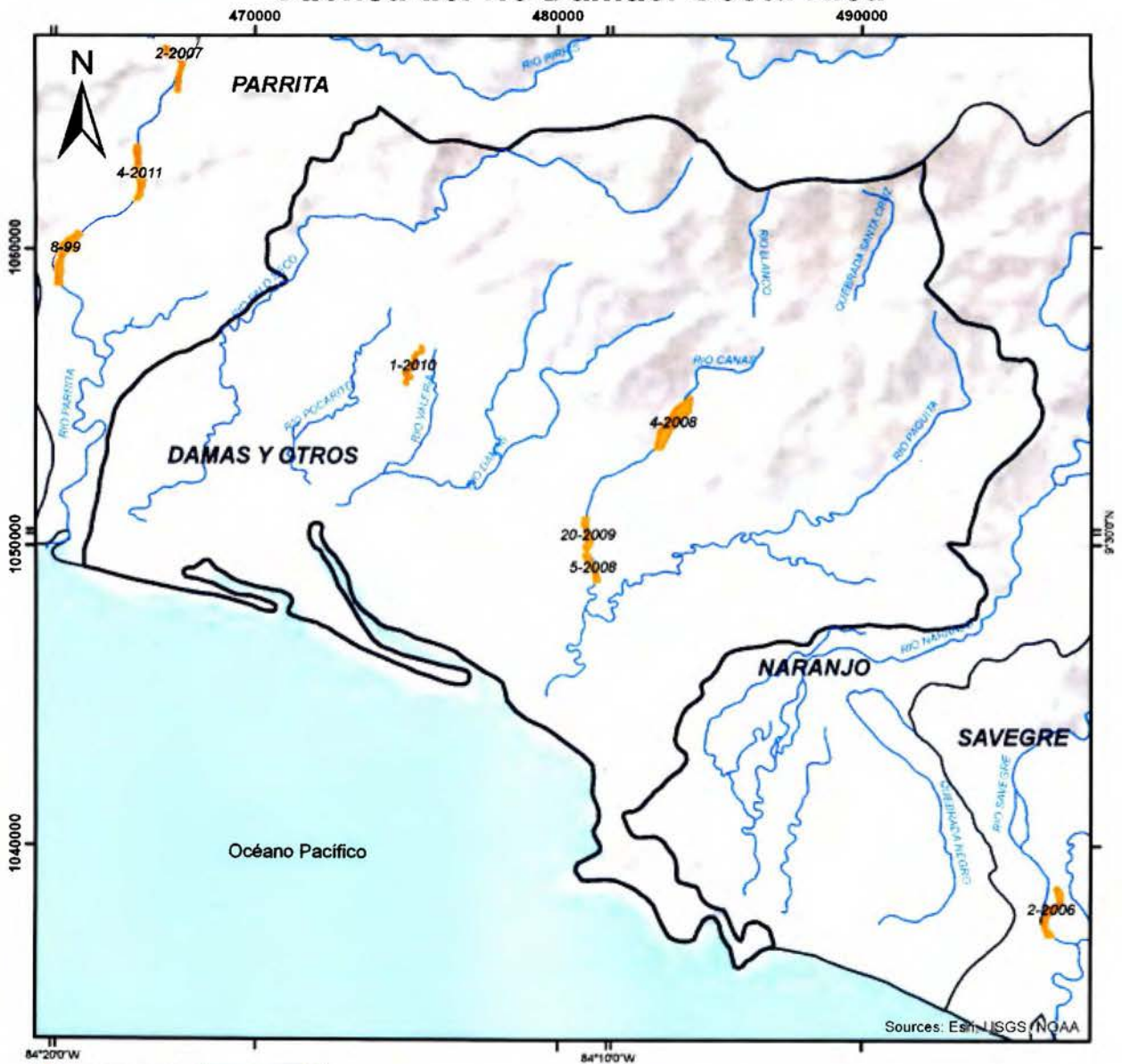
Proyección CRTM05
Datum WGS84

Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

Cartografía digital por:
Geógrafo Lc. Marlon Morúa

0 4,5 9 18 27 36
Kilómetros

Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca del río Damas. Costa Rica



Sources: Esri, USGS, NOAA



Simbología

-  Concesiones
-  Ríos
-  Cuencas hidrográficas
- Cuenca del río:**
-  DAMAS Y OTROS

Proyección CRTM05
Datum WGS84

Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

Cartografía digital por:
Geógrafo Lic. Marlon Morúa

0 1,252,5 5 7,5 10
Kilómetros

Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca del río Esquinas. Costa Rica



Sources: Esri, USGS, NOAA



Simbología

-  Concesiones
-  Ríos
-  Cuencas hidrográficas
- Cuenca del río:**
-  ESQUINAS

Proyección CRTM05
Datum WGS84

Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

Cartografía digital por:
Geógrafo Lic. Marlon Morúa
0 3,5 7 14 21 28



Kilómetros

Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca del río Estrella. Costa Rica



Simbología

-  Concesiones
-  Ríos
-  Cuencas hidrográficas
- Cuenca del río:**
-  ESTRELLA

Proyección CRTM05
Datum WGS84

Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

Cartografía digital por:
Geógrafo Lic. Marlon Morúa
0 3,256,5 13 19,5 26



Kilómetros

Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca del río Matina. Costa Rica



Simbología

-  Concesiones
-  Ríos
-  Cuencas hidrográficas
- Cuenca del río:**
-  MATINA

Proyección CRTM05
Datum WGS84

Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

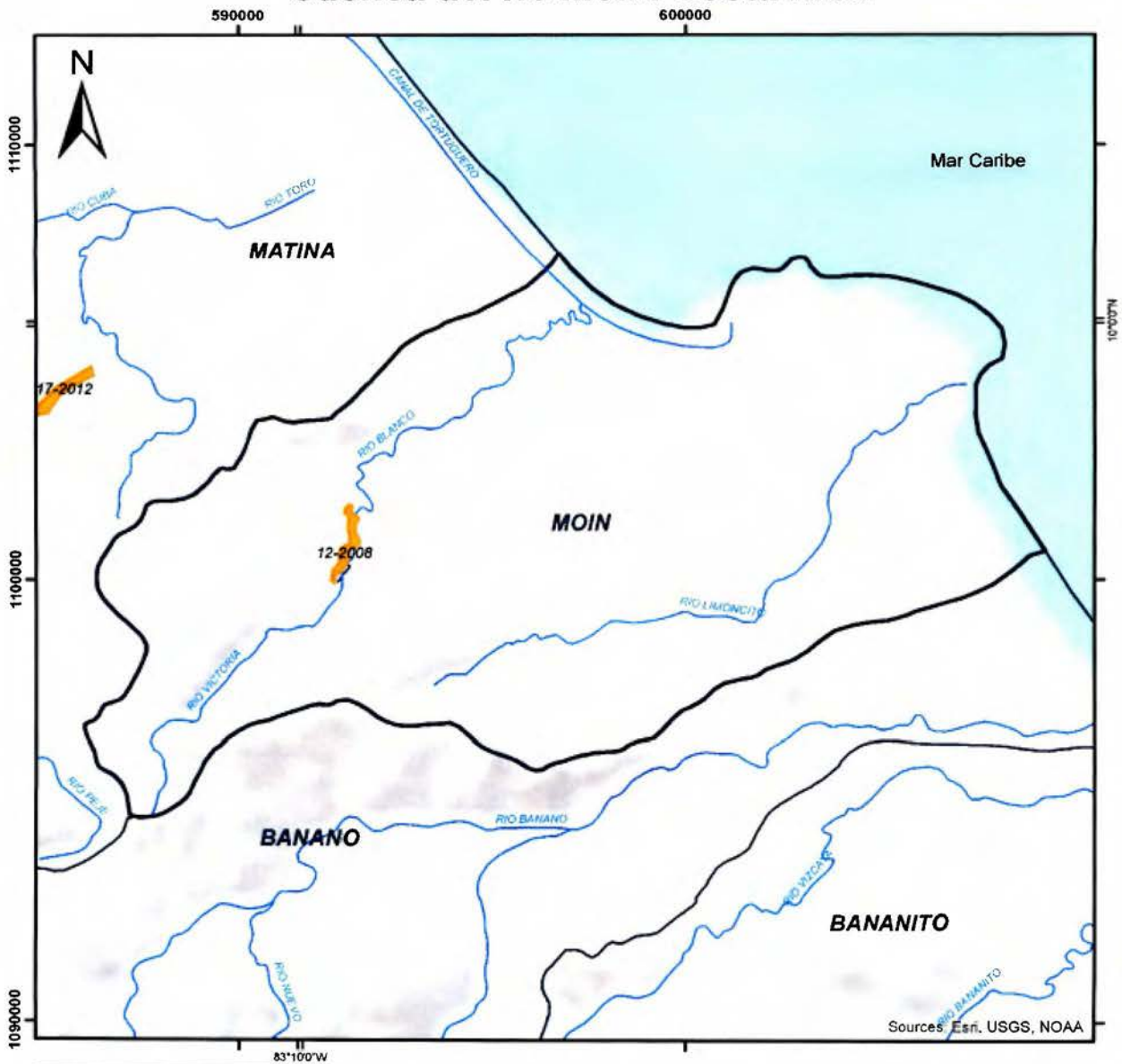
Cartografía digital por:
Geógrafo Lic. Marlon Morúa

0 3 6 12 18 24

Kilómetros



Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca del río Moín. Costa Rica



Sources: Esri, USGS, NOAA



Simbología

-  Concesiones
-  Ríos
-  Cuencas hidrográficas
- Cuenca del río:**
-  MOÍN

Proyección CRTM05
Datum WGS84

Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

Cartografía digital por:
Geógrafo Lic. Marlon Morúa
0 0,751,5 3 4,5 6



Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca de la Península de Nicoya. Costa Rica



Sources: Esri, USGS, NOAA



Simbología

- Concesiones
- Ríos
- Cuencas hidrográficas
- Cuenca de la:**
- PENINSULA DE NICOYA

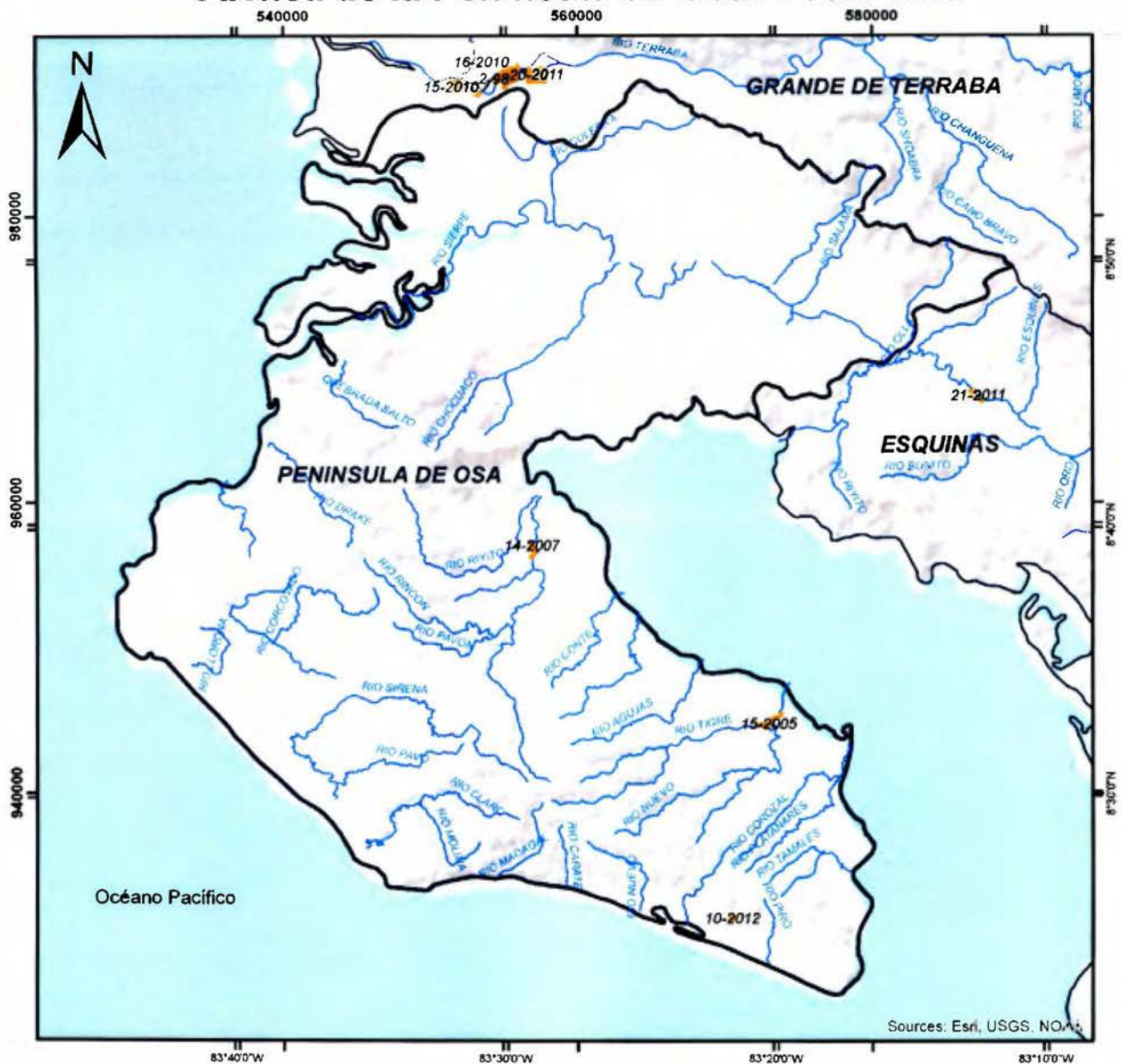
Proyección CRTM05
Datum WGS84

Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

Cartografía digital por:
Geógrafo Lic. Marlon Morúa
0 5 10 20 30 40



Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca de la Península de Osa. Costa Rica



Simbología

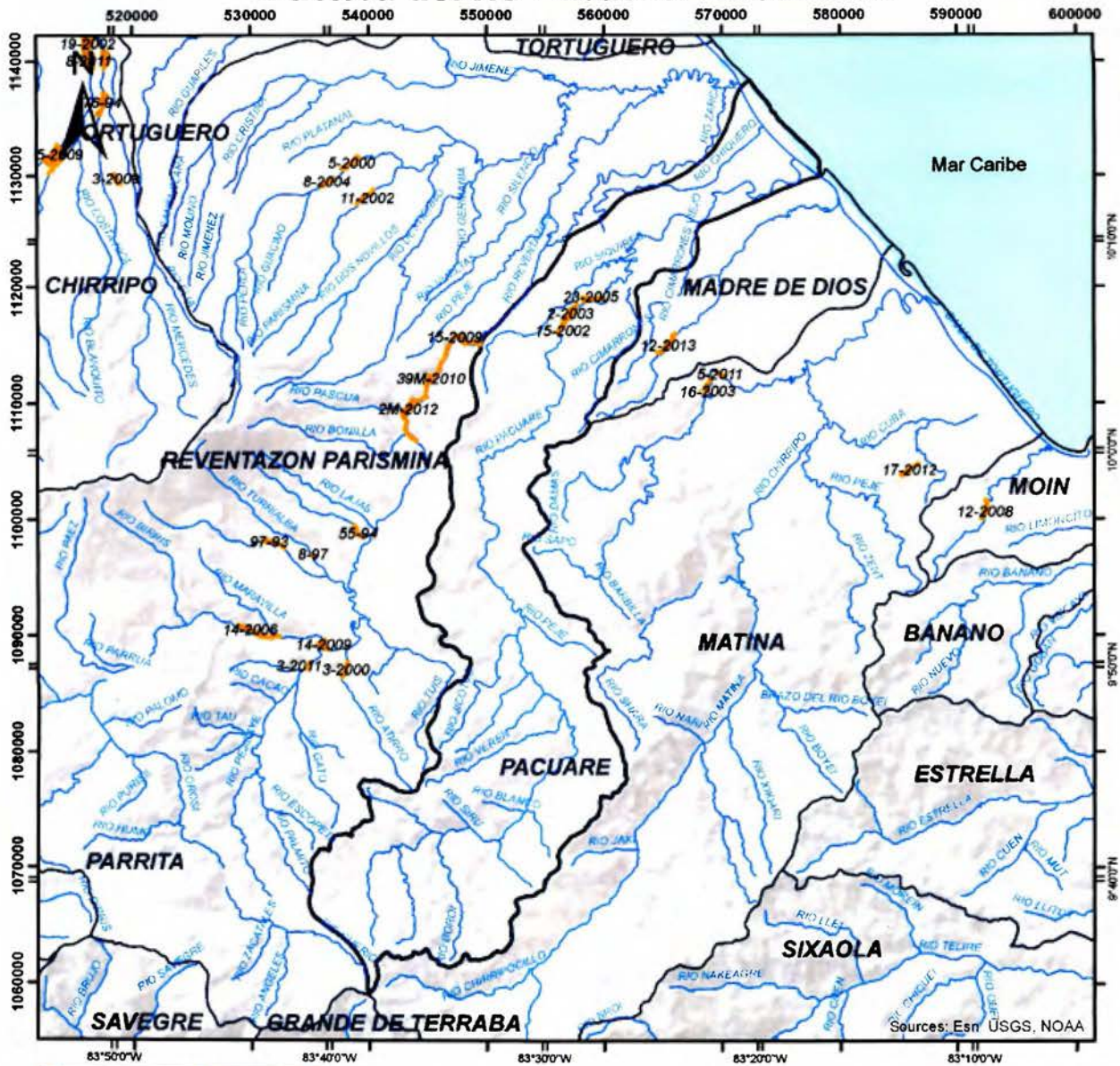
-  Concesiones
-  Ríos
-  Cuencas hidrográficas
- Cuenca de la:**
-  PENINSULA DE OSA

Proyección CRTM05
Datum WGS84

Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

Cartografía digital por:
Geógrafo Lic. Marlon Morúa
0 2,5 5 10 15 20
Kilómetros

Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca del río Pacuare. Costa Rica



- Simbología**
- Concesiones
 - Ríos
 - Cuencas hidrográficas
 - Cuenca del río:**
 - PACUARE

Proyección CRTM05
Datum WGS84

Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

Cartografía digital por:
Geógrafo Lic. Marlon Morúa





0 3,256,5 13 19,5 26

Kilómetros

Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca del río Reventazón. Costa Rica



Simbología

-  Concesiones
-  Ríos
-  Cuencas hidrográfica
- Cuenca del río:**
-  REVENTAZON PARISMINA

Proyección CRTM05
Datum WGS84

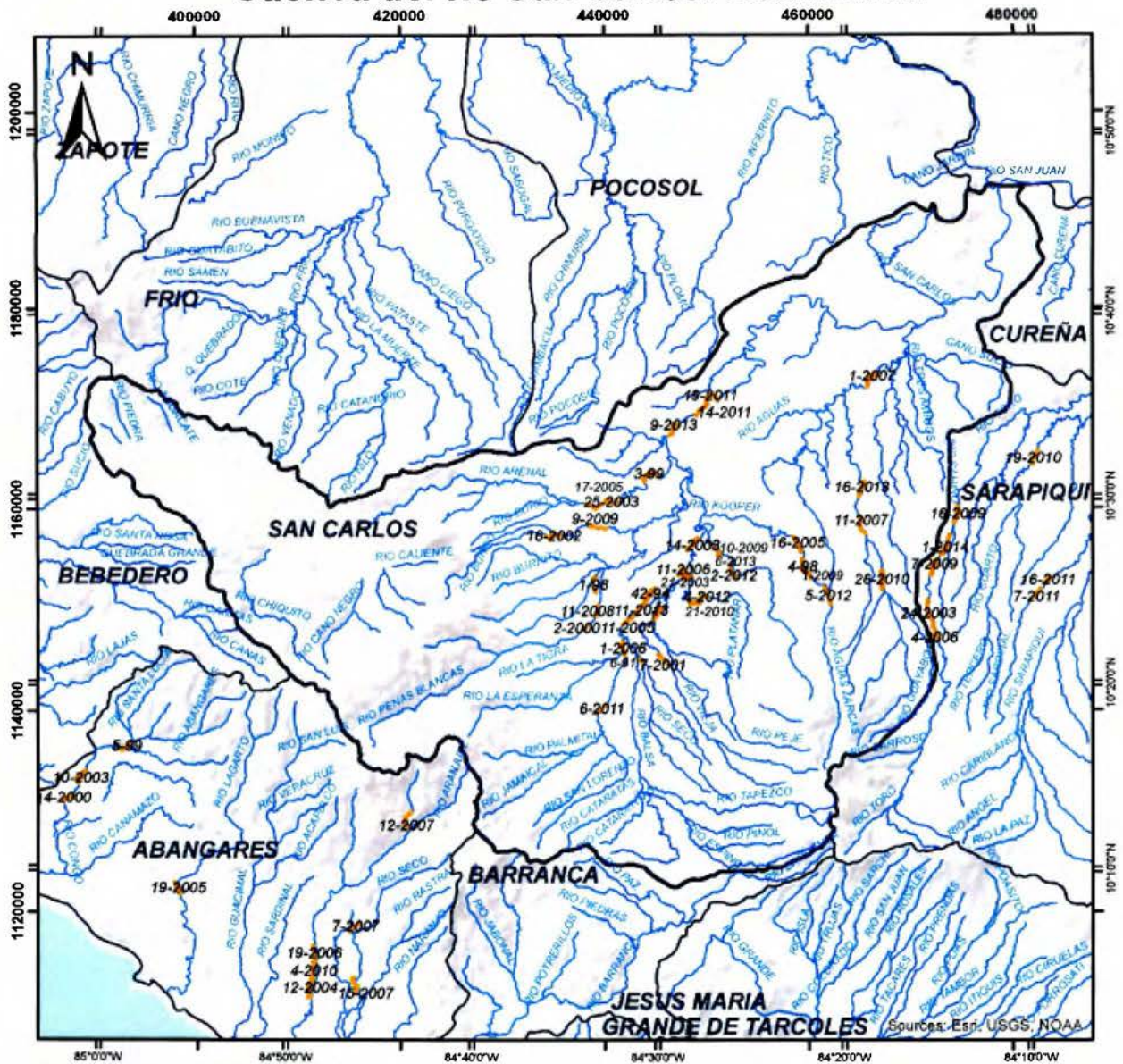
Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

Cartografía digital por:
Geógrafo Lic. Marlon Morúa

0 3,5 7 14 21 28

Kilómetros

Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca del río San Carlos. Costa Rica



Simbología

- Concesiones
- Ríos
- Cuencas hidrográficas
- Cuenca del río:**
- SAN CARLOS

Proyección CRTM05
Datum WGS84

Fuente: Dirección de Geología y Minas
ITCR, Atlas 2014

Cartografía digital por:
Geógrafo Lic. Marlon Morúa

0 3,757,5 15 22,5 30

Kilómetros

Concesiones de extracción minera no metálica en cauce de dominio público, 2000-2015. Cuenca del río Grande de Térraba. Costa Rica



Anexo 5. Matrices del análisis de expedientes en SETENA, para los casos de concesiones otorgadas para extracción en CDP, periodo 2008-2015.

Cuadro I. Datos generales sobre los EslA para extracción en CDP otorgados entre 2008 y 2015, obtenidos de expedientes de la SETENA.

| No. Expediente | Río | Gira de Campo | Descripción del sitio | Presencia de grupo taxonómico en EslA | | | | | Subcontratación | Categoría de compromisos en PGA |
|----------------|--------------|---------------|-----------------------|---------------------------------------|------|---------------------|-------|-------------|-----------------|---------------------------------|
| | | | | Mamíferos | Aves | Reptiles y Anfibios | Peces | Macrobentos | | |
| 085-10 | Ceibo | x | x | x | x | x | x | x | | 3 |
| 1006-09 | San Rafael | x | x | | | | x | x | x | 1 |
| 1020-09 | Kopper | x | x | x | x | x | x | x | | 1 |
| 1022-07 | Fortuna | x | x | x | x | | x | | | 1 |
| 1085-08 | San Lorenzo | x | x | x | x | x | x | x | | 2 |
| 1093-07 | Terraba | | x | | | | | | | 1 |
| 1107-10 | Estrella | x | x | x | x | x | x | x | x | 1 |
| 1129-07 | Reventazón | x | x | | | | | x | x | 4 |
| 1131-07 | Turrubaritos | x | x | | | | x | x | | 1 |
| 1146-09 | Corredores | x | x | x | x | x | x | x | x | 1 |
| 116-09 | Reventazón | x | x | x | x | x | x | | | 4 |
| 1180-08 | Corinto | x | x | x | x | x | | x | | 3 |
| 1212-09 | Tempisquito | x | x | x | x | x | x | x | | 1 |
| 1238-08 | Estrella | x | x | | | | x | x | x | 4 |
| 1241-08 | San Carlos | x | x | x | x | x | | x | | 4 |
| 1243-08 | San Carlos | x | x | | | | x | x | | 2 |
| 1244-08 | General | x | x | x | x | | | x | | 1 |
| 1245-08 | Cuarto | x | x | x | x | x | x | x | x | 1 |
| 1246-08 | Platanar | x | x | x | x | | | x | | 1 |

| | | | | | | | | | |
|---------|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1249-07 | Toro Amarillo | x | x | | x | | x | | 3 |
| 1260-11 | Quebrada Bijagual | x | x | x | x | x | x | x | 1 |
| 1263-06 | Cañas | x | x | x | x | x | x | x | 2 |
| 1406-08 | Pizote | x | x | x | x | x | | x | 1 |
| 142-05 | Kopper | x | x | x | x | x | | x | 1 |
| 149-08 | Térraba | x | x | x | x | | | x | 4 |
| 149-09 | Pejibaye | x | x | | | | | x | 2 |
| 150-08 | Toro Amarillo | x | x | | | | x | | 2 |
| 1524-07 | Aranjuez | x | x | | | | x | x | 4 |
| 1575-11 | Quebrada Brazo Seco | x | x | x | x | x | x | | 3 |
| 1576-07 | Maicilla | | x | | | | | | 4 |
| 1586-07 | Tulin | x | x | x | x | x | | x | 4 |
| 181-07 | Cañas | x | x | x | x | x | x | x | 2 |
| 1855-07 | Lagarto | x | | x | x | x | x | | 1 |
| 1874-05 | Sarapiquí | x | x | | | | x | | 2 |
| 1875-05 | Pacuar | x | x | | | | x | x | 1 |
| 191-08 | Ceibo | x | x | x | x | x | x | x | 4 |
| 193-09 | San Rafael | x | | x | x | x | x | x | 1 |
| 219-10 | Pacuar | x | x | x | x | | | x | 2 |
| 227-08 | Platanar | x | x | x | x | x | x | x | 2 |
| 250-09 | Toro | x | x | | | | | | 2 |
| 252-10 | Sardinal | x | x | x | x | x | | x | 1 |
| 262-10 | La Estrella | x | x | x | x | x | x | x | 4 |
| 331-08 | Reventazón | x | x | x | x | x | x | x | 1 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 352-03 | Javillos | x | x | x | x | x | x | | 2 | |
| 366-09 | Sardinal | x | x | x | x | x | x | x | 4 | |
| 409-10 | Jabillos | x | x | | | | x | x | 2 | |
| 450-10 | Chirripó | x | x | x | x | x | x | x | 1 | |
| 472-07 | Chirripó | x | x | x | x | x | | x | 1 | |
| 527-05 | Blanco | x | x | x | x | | | x | 2 | |
| 550-08 | Grande de Terraba | x | x | | | | x | x | 1 | |
| 551-08 | Turrubares | x | x | x | x | x | x | x | 4 | |
| 557-05 | Tárcoles | x | x | | | | | x | x | 1 |
| 558-08 | Quebrada Cañablanca | x | x | x | x | x | x | | | 1 |
| 572-03 | Virilla | x | x | | | | x | x | 1 | |
| 575-08 y 299-00 | Chirripó | x | x | x | x | x | x | x | 2 | |
| 579-08 | Cañas | x | x | x | x | x | x | | 3 | |
| 597-07 | Chirripó | x | x | x | x | x | x | x | 4 | |
| 609-08 | Peje | x | x | | x | | x | x | x | 4 |
| 645-10 | San Carlos | x | x | x | x | x | | x | 1 | |
| 6555-11 | Tres Amigos | x | x | | | | x | x | x | 4 |
| 680-09 | Barbilla | x | x | x | x | x | | x | 3 | |
| 7011-12 | Claro | x | x | x | x | | | x | 4 | |
| 705-10 | La Estrella | x | x | x | x | x | x | x | 4 | |
| 706-10 | General | x | x | | | | | x | 4 | |
| 7367-12 | Reventazón | x | x | | x | | x | x | 4 | |
| 741-04 | Peñas Blancas | x | | | | | x | x | 2 | |

| | | | | | | | | | | |
|--------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| 745-09 | Madre de Dios | x | x | x | x | x | x | x | x | 4 |
| 82-07 | Tenorio Abajo | x | x | x | x | x | x | x | | 3 |
| 849-08 | San Rafael | x | x | x | x | x | x | x | | 4 |
| 853-07 | Esquinas | x | x | | | | | x | x | 4 |
| 862-07 | Toro | x | x | | | | | | | 1 |
| 863-07 | Tres Amigos | x | x | x | x | x | x | x | x | 4 |
| 864-07 | Puerto Viejo | x | x | | | | x | x | | 4 |
| 865-07 | Parrita | x | x | | x | x | x | x | | 4 |
| 896-05 | Barranca | x | x | | | | | x | x | 1 |
| 911-09 | Grande de Tárcoles | x | x | x | x | x | x | x | | 4 |
| 921-08 | Toro | x | x | x | x | x | | x | | 4 |
| 96-07 | Seco | x | x | x | x | x | x | x | | 4 |
| 988-10 | Lajas | x | x | x | x | | x | x | | 4 |
| Total | Abs. | 77 | 76 | 51 | 55 | 44 | 54 | 66 | 16 | -- |
| | % | 97,5 | 96,2 | 64,6 | 69,6 | 55,7 | 68,4 | 83,5 | 20,3 | -- |

Las "x" marcan presencia del componente dentro del estudio. En el caso de las categorías de PGA, lo numerosos representan lo siguiente: (1) sin compromisos en fauna acuática, (2) compromiso de monitoreo físico-químico, (3) compromiso de monitoreo en estación alterna a Esla y (4) compromiso de monitoreo periódico de fauna acuática.

Cuadro II. Datos de mamíferos, aves, reptiles y anfibios presentes en los EsIA para extracción en CDP otorgados entre 2008 y 2015, obtenidos de expedientes de la SETENA.

| No. Expediente | Río | Mamíferos | | | | Aves | | | | Reptiles y Anfibios | | | | Clave/ Bibliografía |
|----------------|--------------|-----------|--------|--------------------------------------|-----------|------|--------|--------------------------------------|-----------|---------------------|--------|--------------------------------------|-----------|---------------------|
| | | P/A | Método | Referido por la literatura o vecinos | Observado | P/A | Método | Referido por la literatura o vecinos | Observado | P/A | Método | Referido por la literatura o vecinos | Observado | |
| 085-10 | Ceibo | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x |
| 1006-09 | San Rafael | | | | | | | | | | | | | |
| 1020-09 | Kopper | x | | x | x | x | | x | x | | | | x | x |
| 1022-07 | Fortuna | x | | x | | x | | | x | | | | | |
| 1085-08 | San Lorenzo | x | | x | x | x | | | x | x | | x | x | |
| 1093-07 | Terraba | | | | | | | | | | | | | |
| 1107-10 | Estrella | x | | --- | --- | x | | --- | --- | x | | --- | --- | |
| 1129-07 | Reventazón | | | | | | | | | | | | | |
| 1131-07 | Turrubaritos | | | | | | | | | | | | | |
| 1146-09 | Corredores | x | | | x | x | | | | x | | | | |
| 116-09 | Reventazón | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 1180-08 | Corinto | x | | x | x | x | | x | x | x | | x | x | x |
| 1212-09 | Tempisquito | x | | x | x | x | | x | x | | | x | | |
| 1238-08 | Estrella | | | | | | | | | | | | | |
| 1241-08 | San Carlos | x | | x | x | x | | x | x | | | | x | |
| 1243-08 | San Carlos | | | | | | | | | | | | | |
| 1244-08 | General | x | | x | | x | | x | | | | | | |
| 1245-08 | Cuarto | x | | | | x | | | | x | | | | |
| 1246-08 | Platanar | x | | x | x | x | | x | x | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------|---|---|-----|-----|---|---|-----|---|---|-----|-----|
| 1249-07 | Toro Amarillo | | | | X | | | X | | | | |
| 1260-11 | Quebrada Bijagual | x | | x | x | x | | x | x | | x | x |
| 1263-06 | Cañas | x | | x | x | x | | x | x | | x | x |
| 1406-08 | Pizote | x | | x | x | x | | x | x | | x | x |
| 142-05 | Kopper | x | | x | x | x | | x | x | | x | x |
| 149-08 | Térraba | x | | x | | x | | x | | | | |
| 149-09 | Pejibaye | | | | | | | | | | | |
| 150-08 | Toro Amarillo | | | | | | | | | | | |
| 1524-07 | Aranjuez | | | | | | | | | | | |
| 1575-11 | Quebrada Brazo Seco | x | | --- | --- | x | | --- | x | | --- | --- |
| 1576-07 | Maicillal | | | | | | | | | | | |
| 1586-07 | Tulín | x | | --- | --- | x | | --- | x | | --- | --- |
| 181-07 | Cañas | x | | x | x | x | | x | x | | x | x |
| 1855-07 | Lagarto | x | | x | | x | | x | x | | x | |
| 1874-05 | Sarapiquí | | | | | | | | | | | |
| 1875-05 | Pacuar | | | | | | | | | | | |
| 191-08 | Ceibo | x | | | x | x | | x | x | | x | x |
| 193-09 | San Rafael | x | | x | | x | | x | x | | x | |
| 219-10 | Pacuar | x | | x | x | x | | x | | | | x |
| 227-08 | Platanar | x | | x | | x | | x | x | | x | x |
| 250-09 | Toro | | | | | | | | | | | |
| 252-10 | Sardinal | x | | x | | x | | x | x | | x | |
| 262-10 | La Estrella | x | | | x | x | | x | x | | | x |
| 331-08 | Reventazón | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | x |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 352-03 | Javillos | x | | | x | x | | | x | x | | | x |
| 366-09 | Sardinal | x | | x | | x | | x | x | x | | x | x |
| 409-10 | Jabillos | | | | | | | | | | | | |
| 450-10 | Chirripó | x | | x | | x | | x | x | x | | x | x |
| 472-07 | Chirripó | x | | x | | x | | x | x | x | | x | x |
| 527-05 | Blanco | x | | x | | x | | | | x | | | x |
| 550-08 | Grande de Terraba | | | | | | | | | | | | |
| 551-08 | Turubares | x | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 557-05 | Tárcoles | | | | | | | | | | | | |
| 558-08 | Quebrada Cañablanca | x | | | | x | | x | | x | | x | |
| 572-03 | Virilla | | | | | | | | | | | | |
| 575-08 y 299-00 | Chirripó | x | | x | | x | | x | x | x | | x | x |
| 579-08 | Cañas | x | | | | x | | | | x | | | x |
| 597-07 | Chirripó | x | | | | x | | | | x | | | |
| 609-08 | Peje | | | | | x | | | | x | | | x |
| 645-10 | San Carlos | x | | x | | x | | x | x | x | | x | x |
| 6555-11 | Tres Amigos | | | | | | | | | | | | |
| 680-09 | Barbilla | x | | x | | x | | x | x | x | | x | x |
| 7011-12 | Claro | x | | x | | x | | x | | | | | |
| 705-10 | La Estrella | x | | | | x | | x | x | | | x | |
| 706-10 | General | | | | | | | | | | | | |
| 7367-12 | Reventazón | | | | | x | | | | x | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 741-04 | Peñas Blancas | | | | | | | | | | | | | |
| 745-09 | Madre de Dios | x | | | | x | | | | x | | | | |
| 82-07 | Tenorio Abajo | x | | | x | x | | | x | x | | | x | x |
| 849-08 | San Rafael | x | | | | x | | x | x | | | x | | |
| 853-07 | Esquinas | | | | | | | | | | | | | |
| 862-07 | Toro | | | | | | | | | | | | | |
| 863-07 | Tres Amigos | x | | x | | x | | | x | x | | x | x | x |
| 864-07 | Puerto Viejo | | | | | | | | | | | | | |
| 865-07 | Parrita | | | | | x | | | x | x | | | x | x |
| 896-05 | Barranca | | | | | | | | | | | | | |
| 911-09 | Grande de Tárcoles | x | x | x | x | x | x | | x | x | | x | x | x |
| 921-08 | Toro | x | | x | x | x | | x | x | | x | | x | |
| 96-2007 | Seco | x | | x | | x | | | x | x | | x | | x |
| 988-10 | Lajas | x | | x | | x | | x | x | | | | | |
| Total | Abs. | 51 | 4 | 35 | 31 | 55 | 4 | 28 | 46 | 44 | 3 | 28 | 26 | 24 |
| | % | 64.6 | 7.8 | 68.6 | 60.8 | 69.6 | 7.3 | 50.9 | 83.6 | 55.7 | 6.8 | 63.6 | 59.1 | 30.4 |

Las "x" marcan presencia del componente dentro del estudio. Por motivos de espacio en el cuadro se excluyó el nivel de identificación, que en la mayor parte de los casos fueron listados de especies. Las excepciones fueron seis: el expediente 219-10 hizo identificación de mamíferos a género, los expedientes 1575-11 y 557-08 hicieron lo mismo con el listado de aves, los expedientes 579-08 y 645-10 hicieron esto con reptiles y anfibios y en el caso del expediente 998-10 únicamente se citaron los anfibios y reptiles con su nombre común.

Cuadro V. Datos descriptivos de algunas de las observaciones sobre la revisión de IRAs, relacionados a concesiones activas para extracción en CDP otorgados entre 2008 y 2015, obtenidos de expedientes de la SETENA. Revisión realizada en el 2017.

| No. Expediente | Río | Categoría PGA | Informes encontrados | Detalle de informes encontrados | Datos cuantitativos en IRA |
|----------------|-------------------|------------------|-------------------------|---|----------------------------------|
| 085-10 | Ceibo | 3 | | | |
| 1006-09 | San Rafael | 1 | | | |
| 1020-09 | Kopper | 1 | | | |
| 1022-07 | Fortuna | 1 | | | |
| 1085-08 | San Lorenzo | 2 | x | II-2015, I-2016 y II-2016 | |
| 1093-07 | Terraba | 1 | | | |
| 1107-10 | Estrella | 1 | x | I-2015, II-2015, I-2016, II-2016, III-2016, IV-2016, V-2016, I-2017 | |
| 1129-07 | Reventazón | 4 | x | I-2012, I-2013, II-2013, III-2013, IV-2013, V-2013, I-2014, II-2014, III-2014, IV-2014, I-2015, II-2015 | |
| 1131-07 | Turrubaritos | 1 | | | |
| 1146-09 | Corredores | 1 | | | |
| 116-09 | Reventazón | 4 | x | | x |
| 1180-08 | Corinto | 3 | x | I-2015, I-2016 | |
| 1212-09 | Tempisque | 1 | | | |
| 1238-08 | Estrella | 4 | x | I-2014, V-2015, IV 2015 | |
| 1241-08 | San Carlos | 4 | x | I-2015 y I-2016 | |
| 1243-08 | San Carlos | 2 | | | |
| 1244-08 | General | 1 | x | II-2015 y I-2016 | |
| 1245-08 | Cuarto | 1 | | | |
| 1246-08 | Platanar | 1 | | | |
| 1249-07 | Toro Amarillo | 3 | x | I-2012, I-2013, II-2013, II-2014, I- 2015y II-2015 | |
| 1260-11 | Quebrada Bijagual | 1 | | | |

| | | | | | |
|---------|---------------------|---|---|---|---|
| 1263-06 | Cañas | 2 | | | |
| 1406-08 | Pizote | 1 | | | |
| 142-05 | Kopper | 1 | | | |
| 149-08 | Térraba | 4 | x | Consolidado 2015 | |
| 149-09 | Pejibaye | 2 | | | |
| 150-08 | Toro Amarillo | 2 | | | |
| 1524-07 | Aranjuez | 4 | x | II-2014 y III-2014 | |
| 1575-11 | Quebrada Brazo Seco | 3 | x | I-2014 y I-2015 | |
| 1576-07 | Maicillal | 4 | x | I-2012, II-2012, III-2012, I-2013, III-2013, IV-2013, I-2014, II-2014, III-2014, I-2015, II-2015, III-2015 y IV-2015 | |
| 1586-07 | Tulín | 4 | x | I-2013 y I-2012 | |
| 181-07 | Cañas | 2 | | | |
| 1855-07 | Lagarto | 1 | | | |
| 1874-05 | Sarapiquí | 2 | | | |
| 1875-05 | Pacuar | 1 | | | |
| 191-08 | Ceibo | 4 | x | II-2012, I-2013, II-2013, I-2014, II-2014, III-2014, I-2015, II-2015 y III-2015 | |
| 193-09 | San Rafael | 1 | | | |
| 219-10 | Pacuar | 2 | | | |
| 227-08 | Platanar | 2 | | | |
| 250-09 | Toro | 2 | | | |
| 252-10 | Sardinal | 1 | x | 1 (11/2 -11/4/2013), 2 (CREO QUE ERROR DE FECHA ANOTADA), 3 (11/06-11/12/2013), 4(11/12/2013-11/06/2014), 5 (11/06/2014-11/12/2014) | |
| 262-10 | La Estrella | 4 | x | I-2014, II-2014, I-2015, I-2016, II-2016 y I-2017 | x |
| 331-08 | Reventazón | 1 | | | |
| 352-03 | Javillos | 2 | | | |

| | | | | | |
|-----------------|----------------------|---|---|--|----------------|
| 366-09 | Sardinal | 4 | x | 1 (feb-abr2013), 2 (abr-jun 2013), 3 (jun-dic2013), 4 (dic-jun2014) 5(Jun-dic2014) | |
| 409-10 | Jabillos | 2 | x | | I-2016 |
| 450-10 | Chirripó | 1 | | | |
| 472-07 | Chirripó | 1 | | | |
| 527-05 | Blanco | 2 | | | |
| 550-08 | Grande de Terraba | 1 | | | |
| 551-08 | Turrubares | 4 | — | | |
| 557-05 | Tarcoles | 1 | | | |
| 558-08 | Quebrada Cañablancal | 1 | | | |
| 572-03 | Virilla | 1 | | | |
| 575-08 y 299-00 | Chirripó | 2 | | | |
| 579-08 | Cañas | 3 | | | |
| 597-07 | Chirripó | 4 | — | | |
| 609-08 | Peje | 4 | | | |
| 645-10 | San Carlos | 1 | | | |
| 6555-11 | Tres Amigos | 4 | | | |
| 680-09 | Barbilla | 3 | | | |
| 7011-12 | Claro | 4 | x | | Abr.-Jun./2016 |
| 705-10 | La Estrella | 4 | x | I-2014, I-2015, II-2015, III-2015, IV-2015, I-2016, I-2016 y II-2016 | |
| 706-10 | General | 4 | x | | II-2016 |
| 7367-12 | Reventazón | 4 | x | 1-2014, 1.2015, 2-2015, 3-2015 y 4-2015 | x |
| 741-04 | Peñas Blancas | 2 | | | |
| 745-09 | Madre de Dios | 4 | x | Set.-Nov./2016, Mar.-May./2016 | |
| 82-07 | Tenorio Abajo | 3 | | | |
| 849-08 | San Rafael | 4 | x | | !V-2014 |

| | | | | |
|--------|--------------------|---|-----|---|
| 853-07 | Esquinas | 4 | x | Consolidado a Junio I-2014 (fin e-constructiva) y II-2014 |
| 862-07 | Toro | 1 | x | I-2013, II-2013, III-2013, IV-2013, II-2014, I-2015, II-2015y III-2015 |
| 863-07 | Tres Amigos | 4 | x | Ago-2014, Ene.-Jun./2014, Jul.-Dic./2014, Ene.-Jun./2015, Jul.-Dic./2015, |
| 864-07 | Puerto Viejo | 4 | x | I-2013, II-2013, III-2013, IV-2013, I-2014, II-2014, I-2015 y II-2015 |
| 865-07 | Parrita | 4 | --- | |
| 896-05 | Barranca | 1 | --- | |
| 911-09 | Grande de Tárcoles | 4 | --- | |
| 921-08 | Toro | 4 | x | I-2010, I-2011, III-2011, IV-2011, I-2012, II-2012, III-2012, IV-2012, I-2013, II-2013 I-2014, II-2014, I-2015, II-2015, IV-2015 y I-2016 |
| 96-07 | Seco | 4 | --- | |
| 988-10 | Lajas | 4 | --- | |

Las "x" marcan presencia del componente dentro del estudio, la --- indica los expedientes que dicen no tener IRA. En el caso de las categorías de PGA, lo numerosos representan lo siguiente: (1) sin compromisos en fauna acuática, (2) compromiso de monitoreo físico-químico, (3) compromiso de monitoreo en estación alterna a Esla y (4) compromiso de monitoreo periódico de fauna acuática. Esta revisión no fue exhaustiva por la dificultad de obtener los IRA, concentrándose en aquellos con compromiso de monitoreo. No obstante, en la mayoría de los casos los informes eran descriptivos y no contenían datos cuantitativos de ningún tipo.