**ESTUDIOS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA**

Se llevó a cabo un estudio de revisión bibliográfica de tal manera de explorar los distintos estudios realizados en Chile en relación a diversos temas de interés hidrológico, con el fin de enmarcar y poner en relieve el interés general que existe por desarrollar investigaciones científicas en relación a: corredores fluviales, restauración de ríos, caudal ecológico, estudios y planes estratégicos de cauces de ríos y extracción de áridos. Además abordar temas que se han mantenido en la palestra como: margamar, Mapocho navegable, otros.

**CAUDAL ECOLÓGOCO**

La DGA (2005), define el caudal ecológico como el “caudal mínimo que deberían tener los ríos para mantener los ecosistemas presentes, preservando la calidad ecológica”.

Luego el Manual de Normas y Procedimientos del Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos (D.G.A 2007), define el Caudal Ecológico como “Caudal mínimo que debe mantener un curso fluvial, de tal manera que los efectos abióticos (disminución del perímetro mojado, profundidades, velocidad de corriente, incremento en la concentración de nutrientes y otros) producidos por la reducción del caudal, no alteren las condiciones ecológicas del cauce, que limiten o impidan el desarrollo de los componentes bióticos del sistema (flora y fauna), como tampoco alteren la dinámica y las funciones del ecosistema”.

El caudal ecológico se define tanto para mantener un ecosistema anterior a la intervención de un rio por actividad antropogénica, para mantener su condición actual o también si se desea un ecosistema distinto al actual y a todos los que han habido anteriormente.

Los usos del agua suele ser conflictivos e incluso contrapuestos, cada vez afectan superficies mayores, a mayor distancia y con mayor intensidad en función del creciente poder tecnológico y del desarrollo del país, es por eso que el año 2005 el Código de Aguas fue modificado con el fin de ampliar el termino de caudal ecológico también a usuarios de agua en ríos o afluentes menores.

El articulo 129 bis 1 de la Ley 20.017 (2005), que modificó el Código de Aguas, señala que “al constituir los derechos de aprovechamiento de aguas, la Dirección General de Aguas velará por la preservación de la naturaleza y la protección del medio ambiente, debiendo para ello establecer un ***caudal ecológico mínimo***, el cual sólo afectará a los nuevos derechos que se constituyan, para lo cual deberá considerar también las condiciones naturales pertinentes para cada fuente superficial”.

ESTUDIOS REALIZADOS POR LA DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

* **Caudales Ecológicos en Regiones IV, V y Metropolitana (1993)**

Este estudio tuvo como objetivo analizar la ecología de los principales ríos de las regiones IV, V y Metropolitana, estableciendo los límites razonables para la extracción del recurso hídrico de tales ríos, de modo de preservar y asegurar la vida asociada a ellos, evitando su destrucción y eliminación.

* **Caudales Ecológicos, Caracterización Hidroambiental, Etapa 1 (1996)**Esta estudio establece las bases metodológicas para determinar cuantitativamente los caudales ecológicos en los ríos de la IX y X región, valores mínimos que permitan mantener la calidad de las aguas, tanto para asegurar el hábitat adecuado a la fauna de los cauces, así como para limitar la posibilidad de enfermedades por contaminación hídrica asociadas a la calidad en las fuentes de captación de agua a la población.
* **Análisis de Criterios Hidroambientales en el Manejo de Recursos Hídricos. Pauta para la Determinación de Caudales Ecológicos (1996)**Formulación de una metodología simple, que permita, a través de un conjunto de parámetros, la formulación de criterios básicos para su utilización en manera de recursos hídricos.
* **Análisis de Criterios Hidroambientales en el Manejo de Recursos Hídricos. Diseño de Plan de Monitoreo para la Determinación de Caudales Ecológicos (1998)**

El objetivo de este estudio es establecer la información necesaria, es decir, variables a registrar y período de muestreo, destinada a generar modelos de simulación de hábitat entre la IV y X región del país. Implementación de la metodología incremental para la determinación de caudales mínimos aconsejables (IFIM).

* **Análisis de Criterios Hidroambientales en el Manejo de Recursos Hídricos. Monitoreo de una Cuenca Piloto para la Determinación de Caudales Mínimos Aconsejables (1998-2000)**

El objetivo de este estudio fue la selección de una cuenca piloto para la aplicación de la metodología IFIM – PHABSIM, la definición de un plan de monitoreo para dicha cuenca, la capacitación en la aplicación de la metodología y técnicas de muestreo, la implementación de programas de monitoreo, el análisis de la información recopilada en terreno, la definición de caudales mínimos aconsejables a partir de la metodología IFIM y su comparación con métodos hidrológicos y, finalmente, el análisis de resultados.

Otros estudios en Chile se desarrollan en general bajo el marco de los grandes estudios de impacto ambiental que desarrollan las empresas que operar en base a la extracción de aguas de un rio, como lo son principalmente: las mineras, industrias, hidroeléctricas, papeleras, entre otras.

HidroChile, desarrollo un estudio en el río Diguillín, para su proyecto “Central Hidroeléctrica Aguas Calientes” con el objetivo de determinar el caudal ecológico en dos secciones del rio, mediante métodos según estadística de caudales. Utilizando como metodología la aplicación de cinco normas extranjeras utilizadas en Chile más la ley N° 20.017, donde todos los métodos consideran el caudal ecológico como una fracción del caudal existente.

Así también bajo estudios de impacto ambiental desarrollados por diversas centrales Hidroeléctricas se estudiaron tanto en el río Malloco con el proyecto “Central Hidroeléctrica Malloco”, como el rio Fuy con el proyecto “Hidroeléctrica Neltume”, rio Maipo “Hidroeléctrica Alto Maipo”, entre otros.

Esto demuestra que todo proyecto donde se interactúe e intervenga el flujo normal de un cauce, requiere el desarrollo de los estudios pertinentes, bajo las normativas existentes.

**CORREDORES FLUVIALES**

Los estudios de Pávez han propuesto que en relación con los aspectos jurídicos, hay una dispersión, superposición y falta de claridad de la legislación vinculada a los corredores fluviales, sus terrazas y áreasurbanas y rurales anexas.

Especialmente destaca la dificultad para fijar y mantener los deslindes de los propietarios ribereños y las áreas de protección, y para establecer un orden espacial adecuado referido a la instalación de actividades en zonas pobladas.

Ferrando (2010) propone en su estudio sobre el río Mapocho que analiza la relevancia de los servicios ambientales de los corredores fluviales en el ámbito de la planificación urbana sustentable, al tenor de la realidad y falencias de los instrumentos territoriales vigentes en esta temática. Dados los múltiples servicios ambientales de esto tipo de sistema natural, escasamente valorizado y nada incorporado en los IOT en Chile, al contrario de experiencias extranjeras como las españolas, se rescata y explicitan las características del corredor inferior del Río Mapocho entre la Comuna de Maipú y el Monte desde el punto de vista geomorfológico, hidrológico y ambiental, y se señala la relevancia de su temprana incorporación en los proyectos de urbanización de este territorio, los cuales ya se encuentran en marcha a propósito del progresivo cambio de uso del suelo de rural a urbano.

Además el autor propone que existe un desconocimiento concreto de las características y funciones ecológicas que el río desarrolla, a pesar del mal trato de que ha sido y es objeto. Es claro que han estado y siguen primando criterios de otro orden, principalmente económico. Sólo así se entiende la poca importancia que se le da a los corredores fluviales en Chile y a la escasa consideración en los instrumentos de ordenamiento territorial, donde los cursos de agua son más bien considerados un estorbo a los propósitos inmobiliarios o industriales, siendo borrados del mapa si es posible. En otros casos, solo son observados como lugares de vaciamiento de aguas servidas, RIL's o como vertederos clandestinos.

**DEFENSAS FLUVIALES**

En Chile gran parte de los estudios realizados en este tema se desarrollan principalmente a raíz del avance de obras públicas o inmobiliarias en general, producto del desarrollo del país y la expansión territorial que ocupa sectores aledaños a cauces de ríos.

Estudio áreas Inundación Río Mapocho y Zanjón de la Aguada en Plan Intercomunal de Santiago, (MINVU), análisis hidrológico e hidráulico de crecidas y determinación de las áreas inundables del río Mapocho, puente Pastor Fernández a puente Rinconada.

Proyecto Defensas Fluviales Río Tinguiririca, Sector Puente La Gloria, (M.O.P- Vialidad), diseño de ingeniería de detalle de tres kilómetros de obras fluviales por ambas riveras.

Diagnóstico Técnico Río Quinchilca Puente Las Huellas a Confluencia Río San Pedro, Valdivia X Región, (M.O.P- Vialidad), Catastro cauces y diagnostico de sectores críticos, proposición de obras de defensas fluviales.

Diagnóstico y Proyecto Defensas Fluviales Río San José, Sector Desembocadura hasta 7 Km Aguas Arriba, Provincia de Arica I Región, (M.O.P- D.O.F), identificación de sectores críticos, catastro obras y proposición de defensas fluviales en 7 km río San José zona urbana. Proyecto de construcción canal desvío quebrada Ancha.

Estudio Manejo de Cauces Cuencas Ríos San José, Aconcagua, Maipo - Mapocho, Maule, Imperial y Las Minas, (M.O.P- D.G.A), recopilación de antecedentes, diagnostico, plan de ordenamiento y proyecto de defensas fluviales en cauce de cuencas incluidas.

Diseño de Obras Fluviales Cuenca Río Maule, Varios Sectores, Etapa 1, VII Región del Maule, (M.O.P- D.O.H), diseño a nivel de ingeniería de detalle las obras definidas en el Plan de manejo del río Maule.

Diagnóstico y Proposición de Soluciones Río Andalién, Comuna de Concepción (2003), estudios básicos en hidrología e hidráulica. Diagnostico situación actual. Proposición de soluciones estructurales y no-estructurales de problemas detectados en el cauce del río.

**EXTRACCIÓN DE ÁRIDOS**

Proyecto Extracción de áridos Río Mapocho Sector Puente Esperanza, (Pétreos S.A, 1988), estudios básicos y desarrollo de programas de explotación de áridos del cauce del río Mapocho sector puente Esperanza, comuna de Peñaflor.

Estudio Diagnóstico Extracción de áridos Río Aconcagua, Comuna de Limache, (1998), diagnostico extracción de áridos río Aconcagua. Vuelo Aerofotogramétrico y restitución digital escala 1:2.000. Planteamiento faenas de control de extracción de áridos.

Estudio Extracción Mecanizada de áridos Río Petorca, Sector Longotoma, (Tribasa Chile S.A 1997-1998), estudio hidrológico, hidráulico y mecánico-fluvial, diseño de encauzamiento para extracción de áridos.

Proyecto Extracción de áridos Río Aconcagua, Comuna de Limache (1998), proyecto encausamiento río Aconcagua entre puente Lo Venecia y Colmo, para explotación de áridos en el cauce.

**MARGAMAR**

En su estudio la empresa Baird menciona que el Margamar es un proyecto de revitalización urbana que busca recuperar el estero y su desembocadura mediante 3 operaciones:

* Hacer un estero navegable, lo que contempla la canalización del Marga Marga y la profundización de su cauce, disminuyendo el riesgo de inundaciones y creando nuevas riberas con parques, paseos y actividades comerciales y turísticas.
* Construir una marina deportiva que realce la desembocadura del Estero al mar, generando un nuevo hito de promoción turística para la ciudad.
* Mejorar el borde costero, a través de la ampliación de la Avenida Perú potenciando este polo turístico con la construcción de restoranes y de un puente peatonal que conectará la Avenida Perú con la ribera sur hacia Playa de los Artistas y Caleta Abarca.

El objetivo principal de Margamar sería inducir un cambio de tendencia que permita equilibrar el desarrollo de Viña del Mar hacia el Sur, detonando una relocalización de actividades que beneficie el centro histórico y los edificios patrimoniales que rodean el cauce. En este sentido, Margamar tiene principios que rescatan una tradición que ha sido clave en el desarrollo histórico de Viña del Mar: la formulación de proyectos urbanos que permitan posicionar la ciudad como un centro económico y turístico de relevancia.

**MAPOCHO NAVEGABLE**

El estudio realizado por el profesor básico Bernardo Molina (1999) entregó al Alcalde de la Ilustre Municipalidad de Santiago, señor Jaime Ravinet De la Fuente, el proyecto titulado “CONSTRUCCIÓN DE UNA REPRESA Y PISCINAS EN EL RIO MAPOCHO”, para aprovechar sus aguas con fines de utilidad pública, y en el mejor de los casos, aprovechar el potencial de su cauce para producir la energía eléctrica necesaria para su funcionamiento y conservación.

Molina (1999), menciona que si se logra poner en marcha la creación de este proyecto, se contribuiría a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la capital que concurrieren allí a contactarse con la belleza de las aguas provenientes de la cordillera de los andes

El proyecto debería estar a cargo de una comisión de expertos enviados por las autoridades de los respectivos gobiernos comunales que tienen jurisdicción sobre las aguas del río Mapocho, para que verifiquen la calidad actual del agua que se escurre, quienes además aportarán datos estadísticos sobre los cauces anuales alcanzados históricamente por el río. También se debería estudiar las irregularidades del terreno, el estado de los puentes y otros que son materias que competen a nuestros más expertos profesionales. Vaya para ellos mis respetos y reconocimientos.

**REFERENCIAS**

* CEPEDA P., J. 2006. GEOECOLOGÍA de los ANDES desérticos. La Alta Montaña del Valle del Elqui.(ed): 525-551. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena. Chile.
* D G A, 1993. “Caudales Ecológicos en Regiones IV, V y Metropolitana”, Ministerio de Obras Públicas. Chile.
* D G A, 1996. “Análisis de Criterios Hidroambientales en el Manejo de Recursos Hídricos: Pauta para la Determinación de Caudales Ecológicos”. Ministerio de Obras. Chile.
* D G A, 1996. “Caudales Ecológicos, Caracterización Hidroambiental: Etapa I”.Ministerio de Obras Públicas. Chile.
* D G A, 1998 – 2000. “Análisis de Criterios Hidroambientales en el Manejo de Recursos Hídricos: Monitoreo en una Cuenca Piloto para la Determinación de Caudales Mínimos Aconsejables”.Ministerio de Obras Públicas. Chile.
* D G A, 1998. “Análisis de Criterios Hidroambientales en el Manejo de Recursos Hídricos: Diseño de Plan de Monitoreo Para la Determinación de Caudales Ecológicos”.Ministerio de Obras Públicas. Chile.
* D G A, 2007. Manual de Normas y Procedimientos del Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos, Ministerio de Obras Públicas. Chile.
* D G A, 2008. “Determinación de Caudales Ecológicos en Cuencas con Fauna Ítnica Nativa y en Estado de Conservación”. Ministerio de Obras Públicas. Chile.
* Endesa Chile, 2010. “Estudio de Caudal Ecológico en el Río Fuy: Proyecto hidroeléctrico Neltume”. Chile.
* FERRANDO, Francisco, 2000. “Río Mapocho: Características hidrológicas vs. Proyecto Mapocho Navegable”. REVISTA DE URBANISMO, digital, N°3, editada por el Departamento de Urbanismo de la F.A.U. de la Universidad de Chile. Chile.
* FERRANDO, Francisco, 2010. “Expansión urbana, PRMS y el corredor fluvial del Rio Mapocho inferior”. REVISTA DE URBANISMO, digital, N°22, editada por el Departamento de Urbanismo de la F.A.U. de la Universidad de Chile. Chile.
* Hidrochile. “Central Hidroeléctrica Aguas Calientes: caudal Ecológico”, Anexo 7.4. Chile.

<http://bernardomolinasuazo.cl/proyecto-mapocho.html#introduccion>

http://revistaurbanismo.uchile.cl/n3/ferrando/ferrando.html

* <http://www.margamar.com/new/index_2.html>
* <http://www.prisma.cl/campos_defensas.html>

<http://www.revistas.uchile.cl/index.php/RU/article/viewArticle/8840/8662>

* Lahmeyer Agua y Energía. “Determinación de Caudal Ecológico Mínimo del Río Molloco: Estudio de Impacto Ambiental de la Central Hidroeléctrica Molloco”. Chile.
* MOLINA, Bernardo, 1999. “Construcción de una Represa y Piscinas en el Rio Mapocho”. Digital. Chile.
* PAVEZ R., M. Isabel - Colaboración de J. Francisco FERRANDO A., 2007. Bibliografía sobre el río Mapocho*.* (Ideas, estudios, artículos, planes, proyectos, seminarios, talleres y encuentros, investigaciones, tesis, noticias en diarios, legislación vigente, y otros de interés conceptual). SERIE DOC. UR. N°469, Ed. Departamento de Urbanismo, F.A.U. Universidad de Chile*.* Chile.