Criterio de Evaluación en el SEIA: contenidos técnicos para la evaluación ambiental del recurso hídrico

Santiago, marzo 2021

Palabras clave: recurso hídrico, objetos de protección, impactos ambientales, área de influencia, seguimiento ambiental.

Introducción

El presente documento elaborado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), como administrador del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y en colaboración con la Dirección General de Aguas (DGA), constituye un aporte en la gestión ambiental del recurso hídrico a través del SEIA. Este último complementa la protección ambiental junto a otras herramientas e instituciones consideradas en la Ley N° 19.300 y el Código de Aguas, considerándose a este último cuerpo normativo como normativa ambiental sectorial de especial relevancia en la gestión y conservación del recurso.

Con el objetivo de entregar lineamientos técnicos para la elaboración de las Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o Estudio de Impacto ambiental (EIA) previo al ingreso al (SEIA), en este documento se presenta el detalle de los antecedentes e información necesaria que deben presentar los titulares para la evaluación ambiental del recurso hídrico. En particular, se entrega la información referente a identificación de impactos, determinación del área de influencia, descripción de los objetos de protección, caracterización del recurso hídrico, seguimiento ambiental y planes de alerta temprana.

1. Proceso de evaluación ambiental y alcance del documento

La Figura 1 ilustra el proceso de evaluación de impacto ambiental de un proyecto, así como el alcance del presente documento.

En el marco de la elaboración de una DIA o EIA, el objetivo específico de este documento es abordar sus etapas iniciales: identificación de impactos, descripción de los objetos de protección y definición del área de influencia para el recurso hídrico. Adicionalmente, se entregan las directrices y recomendaciones para el diseño del seguimiento ambiental del recurso hídrico, los cuales pueden ser incorporados como compromisos ambientales voluntarios para los impactos no significativos o plan de seguimiento de las variables ambientales relevantes para los impactos significativos[1].

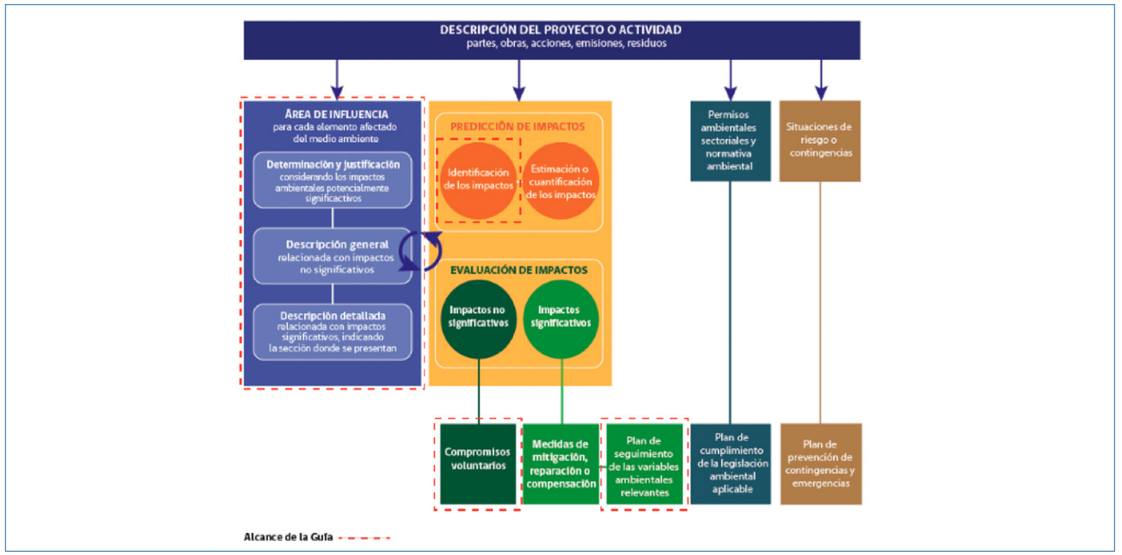

Figura 1: Contenidos y alcances respecto de la evaluación ambiental.
Fuente: Elaboración propia.

Como se ilustra en la Figura 1, el desarrollo de las etapas "Identificación de impactos en el recurso hídrico" y "Descripción objetos de protección", se desarrollan iterativamente en conjunto con la "Determinación del área de influencia para el recurso hídrico".

1 Lo que debe entenderse sin perjuicio de las facultades entregadas por la Ley N° 20.417 a la Superintendencia del Medio Ambiente, organismo que se encuentra facultado para requerir modificaciones relacionadas con el seguimiento y monitoreo de las variables ambientales.

2. Identificación de impactos en el recurso hídrico

Se entenderá, de acuerdo al literal e) del artículo 2° del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA) como, *"Impacto ambiental: Alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada".*

La identificación de impactos (Figura 2) corresponde al reconocimiento de cualquier alteración directa sobre el componente hídrico por parte de un proyecto o actividad.

Adicionalmente, se deben reconocer las posibles alteraciones indirectas sobre los ecosistemas dependientes del recurso hídrico (recursos naturales renovables), sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, localización y valor ambiental de territorio, valor paisajístico y turístico, alteración del patrimonio cultural, otros proyectos o actividades con Resolución de Calificación Ambiental (RCA) vigente y sobre otros cuerpos de agua que se relacionan con el elemento alterado directamente por el proyecto.

La identificación de impactos debe ser independiente de la **probabilidad** de ocurrencia o **magnitud** de la alteración.

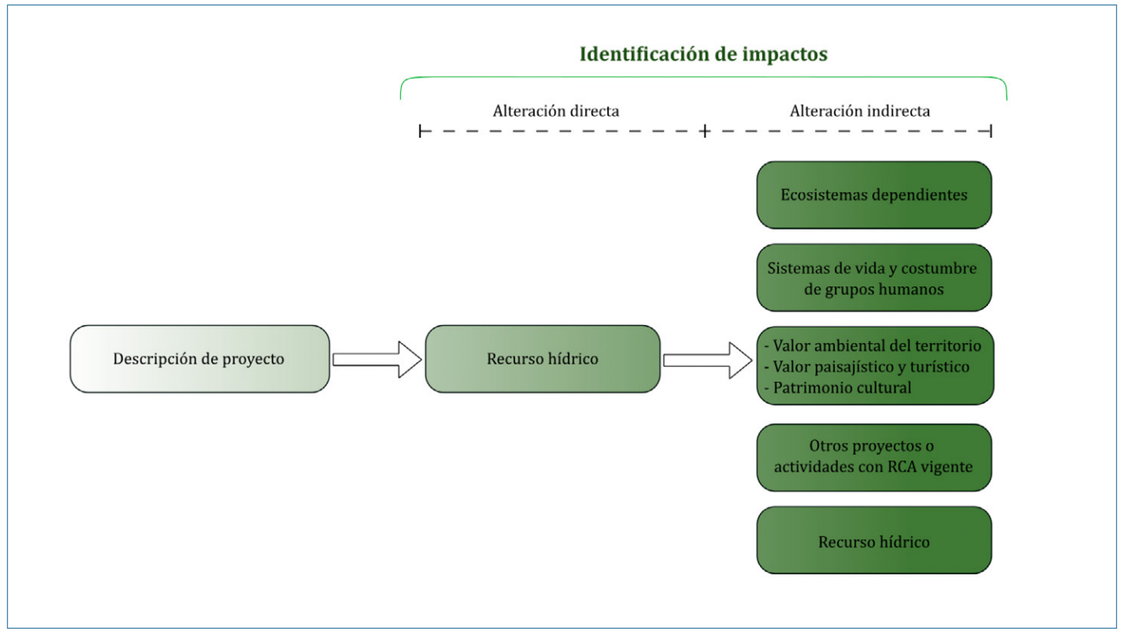

Figura 2: Identificación de impactos.
Fuente: Elaboración propia.

En relación a las alteraciones sobre el recurso hídrico, sin que esta sea una enumeración taxativa, podemos mencionar las siguientes:

- Cambio en la calidad del agua.
- Cambio en el patrón de infiltración o recarga.
- Alteración del flujo subterráneo pasante.
- Cambio en los niveles de agua subterránea.
- Cambio en el volumen embalsado.
- Alteración de cauces y riberas.
- Alteración del régimen de caudales.
- Modificación de la red de drenaje.
- Aumento de la zona de inundación.
- Cambio o eliminación del cuerpo de agua.
- Modificación de la hidrodinámica lacustre.
- Alteración del régimen sedimentológico.
- Cambio en el aporte hídrico del glaciar a su cuenca inmediata.
- Cambio en las características físicas del glaciar.

Adicionalmente, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) dispone de diversas herramientas que permiten apoyar y orientar a titulares y consultores en la correcta identificación de impactos asociados a un proyecto, como por ejemplo, las plataformas de mapas interactivos, las guías para la evaluación de impacto ambiental como la Guía de Efectos Adversos sobre Recursos Naturales Renovables, entre otros.

3. Determinación del área de influencia para el recurso hídrico

La determinación del Área de Influencia (AI) se debe realizar de acuerdo con la Guía para la descripción del área de influencia en el SEIA.

En particular para el recurso hídrico, la determinación del AI se sustenta en los siguientes pilares:

- Identificación de la alteración, el cuerpo de agua receptor y la acción u obra que lo genera, detallando ubicación y temporalidad[2].
- Caracterización del cuerpo de agua receptor, en particular su dinámica, propiedades físicas, químicas y sedimentológicas.
- Considerar que el AI puede extenderse desde el punto de alteración tanto aguas arriba, como aguas abajo.
- Interacción del cuerpo de agua receptor con otros cuerpos de agua.

2 Temporalidad: relaciona el cuándo y por cuánto tiempo se realizan las acciones de un proyecto, así como a la permanencia en el tiempo de sus obras, lo cual permite analizar el estado en que se encuentran los objetos de protección en tal momento, en particular aquellos con un comportamiento dinámico.

4. Descripción objetos de protección

La descripción de los objetos de protección se efectúa para los componentes o elementos del medio ambiente susceptibles de ser alterados por el proyecto, ya sea directa o indirectamente.

El recurso hídrico se debe caracterizar utilizando los elementos del numeral 4.1 "Caracterización del recurso hídrico" del presente documento en cantidad y nivel de detalle suficiente con el objetivo de demostrar que, en el caso de las DIA y EIA, (i) el impacto no es significativo (pasos 1 al 5 de la Figura 3) y en el caso de los EIA, (ii) que el impacto sí es significativo, (iii) se han propuesto medidas de mitigación, reparación o compensación efectivas (pasos 1 al 7 de la Figura 3) y (iv) se ha elaborado un correcto Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales (PSA).

El nivel de detalle de la caracterización del recurso hídrico u otros elementos del medio ambiente está en función del cumplimiento de estos objetivos y, por lo tanto, **la cantidad y nivel de detalle de la información dependerá de las circunstancias particulares de cada proyecto.**

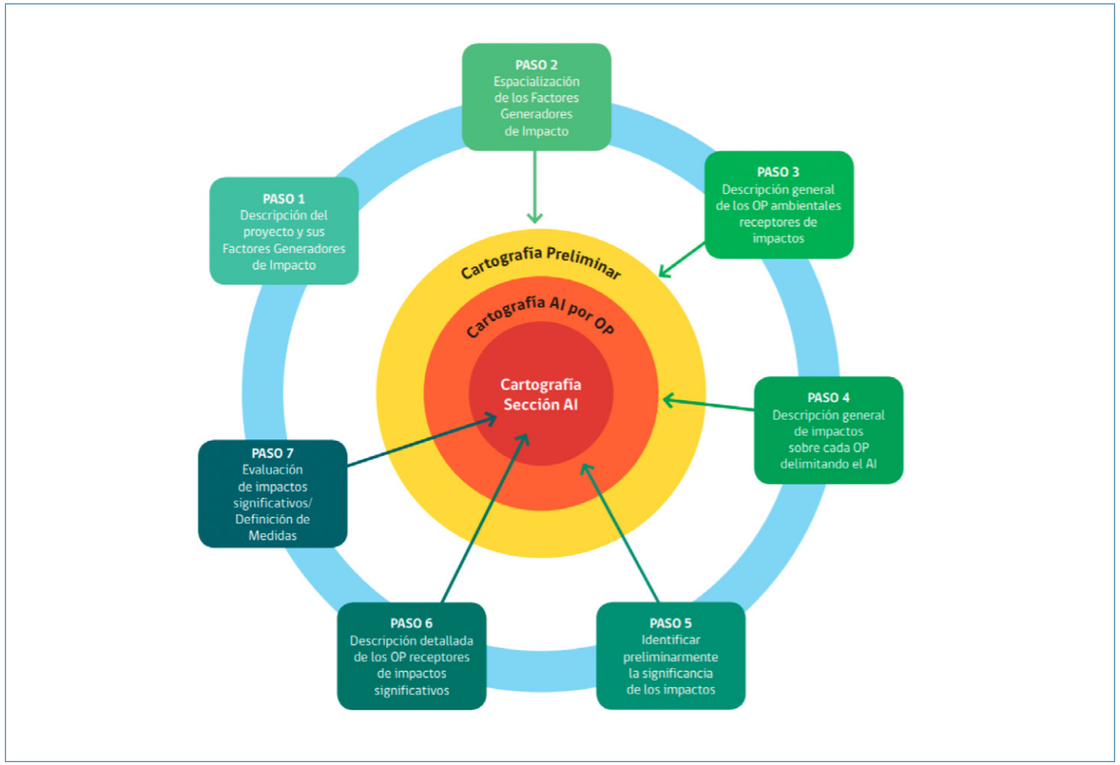

Figura 3: Esquema metodológico para delimitar las áreas de influencia.
Fuente: Curso Área de Influencia SEA (2020).

En el marco del RSEIA, a esta descripción del objeto de protección se le denomina *descripción general del área de influencia* (Figura 3) cuando se han demostrado impactos no significativos (DIA) y *línea de base* cuando se han declarado impactos significativos (EIA).

Cabe destacar que los elementos del medio ambiente que han sido alterados indirectamente por medio de la alteración directa sobre el recurso hídrico, también deberán ser caracterizados con el nivel de detalle suficiente de forma que se cumplan los objetivos (i) al (iv) descritos anteriormente.

4.1. Caracterización del recurso hídrico

Los elementos necesarios para realizar una caracterización de aguas subterráneas y superficiales varían según el tipo de proyecto y la relación que tiene con los potenciales efectos sobre el recurso hídrico[3].

A continuación, se presenta un listado de elementos a considerar al momento de realizar una caracterización de agua subterránea y/o agua superficial, según corresponda:

1. Proporcionar información hidrometeorológica (ejemplo: temperatura, precipitación, evapotranspiración, entre otros) basada en datos de estaciones meteorológicas cercanas o de estaciones meteorológicas en el sitio.

2. Proporcionar la delimitación de las cuencas hidrográficas a escalas apropiadas, identificar cuerpos y cursos de agua, incluidos arroyos intermitentes, humedales, límites de la cuenca y subcuencas, y su relación con las obras y partes del proyecto.

3. Proporcionar hidrogramas de cauces naturales y artificiales que muestren las variaciones estacionales e interanuales. Estos pueden estar basados en estaciones fluviométricas, mediciones de terreno o estimaciones indirectas.

4. Proporcionar una descripción hidrológica de la cuenca.

5. Proporcionar variaciones estacionales e interanuales del nivel del agua en cuerpos de agua lénticos.

6. Proporcionar información de los ciclos de congelación y descongelación de los cuerpos de agua.

7. Proporcionar una delimitación y caracterización de las interacciones de agua subterránea y superficial, incluida una identificación de ecosistemas dependientes, humedales, áreas de descarga y recarga.

8. Proporcionar una caracterización de los sedimentos y del régimen sedimentológico de escurrimientos superficiales.

9. Caracterizar los glaciares e identificar su interacción con aguas subterráneas y superficiales.

10. Desarrollar un balance cuantitativo de aguas superficiales y subterráneas.

11. Identificar las fuentes de agua superficial y subterráneas (incluidos sus afloramientos superficiales) y describir su uso actual (ejemplo: ancestral, agrícola, domiciliario u otros), potencial uso futuro y su importancia para la población y ecosistemas dependientes.

12. Desarrollar un balance cuantitativo de aguas superficiales y subterráneas.

13. Describir calidad del agua superficial, incluida la selección del sitio de muestreo, la duración y frecuencia del monitoreo, la metodología de muestreo y análisis de datos, incluido el control de calidad.

14. Describir calidad del agua subterránea, incluida la ubicación de los pozos de muestreo, sus características constructivas e hidráulicas, la duración y frecuencia del monitoreo, la metodología de muestreo y análisis de datos, incluido el control de calidad.

15. Proporcionar datos de referencia sobre la calidad del agua superficial y subterránea para los parámetros fisicoquímicos (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, turbidez u otros.), los componentes químicos relevantes (iones, metales traza, radionúclidos, nutrientes y compuestos orgánicos, incluidos los de posible preocupación), isotopía y los parámetros necesarios para verificar el balance iónico. Los datos deben ilustrar la variabilidad estacional e interanual en la calidad del agua, incluidos los posibles cambios debidos a las interacciones entre agua subterránea y superficial.

16. Identificar todos los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales susceptibles de ser afectados por el proyecto.

17. Identificar todos los pozos con derechos de aprovechamiento susceptibles de ser afectados por el proyecto, incluida su estratigrafía y registro de niveles piezométricos. Describir su uso actual, su potencial uso futuro e indicar si su consumo tiene alguna importancia para la población.

18. Identificar todos los pozos de observación de agua subterránea en el AI del proyecto, incluida su ubicación, detalles de construcción (diámetro, profundidad del ranurado), estratigrafía, nivel piezométrico y frecuencia de monitoreo.

19. Proporcionar registros de pozos de observación que muestren las variaciones estacionales e interanuales del nivel del agua subterránea.

20. Describir las unidades hidrogeológicas a nivel regional y local.

21. Describir la geología estructural del acuífero, incluidas las fallas principales, la densidad de fracturas y la orientación con respecto a las direcciones del flujo del agua subterránea.

22. Proporcionar las propiedades hidráulicas de las unidades hidrogeológicas, incluyendo datos sobre conductividad hidráulica (k), almacenamiento específico (Ss), transmisividad, coeficiente de almacenamiento (S), espesor saturado, porosidad (n) y capacidad específica (Sy), según corresponda.

23. Proporcionar mapas hidrogeológicos y secciones transversales del área de estudio que muestren elevaciones del nivel freático/piezométrico, curvas de niveles piezométricos, direcciones de flujo de agua subterránea interpretadas, divisiones de agua subterránea y áreas de recarga y descarga.

Para caracterizaciones con mayor detalle:

24. Presentar modelo de aguas superficiales indicando sus limitaciones, alcances y supuestos realizados.

25. Presentar un modelo de calidad de aguas superficiales o subterráneas indicando sus limitaciones, alcances y supuestos realizados.

26. Presentar un modelo conceptual hidrogeológico, incluyendo una discusión de la geomorfología , las unidades hidrogeológicas y sus propiedades hidráulicas de interés, niveles de agua subterránea, direcciones de escurrimiento y efectos antropogénicos.

27. Desarrollar un modelo numérico de flujo de agua subterránea basado en el modelo conceptual hidrogeológico. Se deben indicar las limitaciones, alcances y supuestos realizados en la modelación. Además, se debe calibrar el modelo numérico para las condiciones hidrogeológicas de referencia, utilizando datos de monitoreo del nivel del agua y del flujo, proporcionando métricas y gráficos que describan la calidad de la calibración lograda. Se debe además realizar un análisis de sensibilidad de los resultados respecto a las propiedades hidráulicas y parámetros climáticos como la recarga. Por último, se debe realizar un análisis crítico de los errores del modelo y tomarlos en cuenta durante la evaluación y predicción de impactos.

28. Utilizando el modelo numérico calibrado, se debe proporcionar un balance hídrico de agua subterránea que incluya la descarga de flujo base a humedales, cauces superficiales, recarga de cuerpos de agua y cualquier extracción antropogénica.

29. Análisis de sensibilidad que incorpore escenarios futuros de precipitaciones y temperaturas.

El SEA dispone de las siguientes guías que pueden ser utilizados como complemento a la caracterización del recurso hídrico planteada:

- Guía metodológica para determinar el caudal ambiental para centrales hidroeléctricas en el SEIA.
- Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA.

Finalmente, se deberían proporcional las metodologías y documentos de respaldo empleados para el levantamiento de información utilizada para caracterizar el recurso hídrico (ejemplo: muestreo calidad de agua, aforo de caudal, prueba de bombeo u otros)

4.2. Fuentes de información

Existen diversas fuentes de información sobre recursos hídricos que son de carácter público[4]:

Estudios.

- Catálogo Bibliográfico de la Dirección General de Aguas (DGA): estudios y publicaciones de la DGA.
- Buscador de proyectos y Mapa de proyectos del SEA: información de proyectos ingresados al SEIA.

3 La cantidad y nivel de detalle de la información dependerá de las circunstancias particulares de cada proyecto, de forma que la información a presentar sea la necesaria para el desarrollo de la evaluación ambiental.

4 La información presentada tiene por objeto facilitar la búsqueda de información, sin embargo, debe verificarse que las fuentes oficiales estén debidamente actualizadas.

- Biblioteca del (CR)[5].
- E-Maps SERNAGEOMIN.

Estadística hidrometeorológica.

- Banco Nacional de Aguas de la DGA.
- Servicios Climáticos DMC[6].
- Red Agroclimática Nacional Agromet.
- Base de datos y datos grillados (CR)[2].

Mapas y visualización.

- Explorador Climático del (CR)[2]: visualizador de información DGA y DMC.
- VisMet del (CR)[2]: visualizador en tiempo real y de eventos de corta duración de temperatura y precipitación.
- Explorador de cuencas del (CR)[2]: visualizador de cuencas y caudales.
- Explorador de precipitaciones Mawün del (CR)[2].
- Estaciones DMC.
- Estaciones DGA.
- Observatorio georreferenciado DGA.
- Geoportal de Chile IDE[7].
- Visualizador infraestructura de datos espaciales IDE MINAGRI[8].
- Instituto Geográfico Militar.

Simulaciones climáticas.

Regionales y RegCM4 (CR)[2].

Descarga Información SIG.

- Mapoteca digital DGA.
- Catálogo Nacional de Información Geoespacial IDE.
- Capas y Metadatos IDE MINAGRI.

Derechos de aprovechamiento de aguas.

- Registro DGA.

4.3. Presentación de resultados

En particular para las variables de (i) agua y sedimentos[9], (ii) calidad de aguas[10], (iii) caudal de agua superficial[11], (iv) caudal de agua subterránea[12] y (v) nivel de agua subterránea[13], se debe adjuntar la información con las planillas Excel establecidas por la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y que se encuentran disponibles en el Sistema de Seguimiento Ambiental de RCA (SSA). Se deben completar las pestañas de *"PuntosMonitoreo"*, *"DatosMonitoreo"* y *"Limites"*, en caso de aplicar alguno.

Por otro lado, la información presentada en las DIA y EIA debe contemplar las siguientes características:

Información tabulada.

- Correcto uso de cifras significativas.
- Utilizar separador de miles.
- Texto seleccionable (no pantallazo/imagen).
- Número y texto en celdas separadas.

Cartografía.

- Presentar información en formato kmz. Incorporar formato kml o shp, en caso de corresponder.
- Utilizar coordenadas UTM.
- Especificar DATUM.

Información graficada.

- Correcto uso de cifras significativas.
- Utilizar separador de miles.
- Correcto escalamiento de ejes.
- Tipo de gráfico
  - Precipitación en barras.
  - Caudales en puntos o línea para mediciones puntuales o continuas respectivamente.
  - Nivel de agua subterránea en puntos o línea para mediciones manuales y automáticas respectivamente.
  - alidad de agua en puntos o línea para mediciones puntuales o continuas respectivamente.
- Identificación de valores umbrales o límites cuando corresponda.
- Explicación de singularidades cuando corresponda.

A modo de ejemplo se presentan las siguientes figuras que ilustran alternativas a la presentación de información:

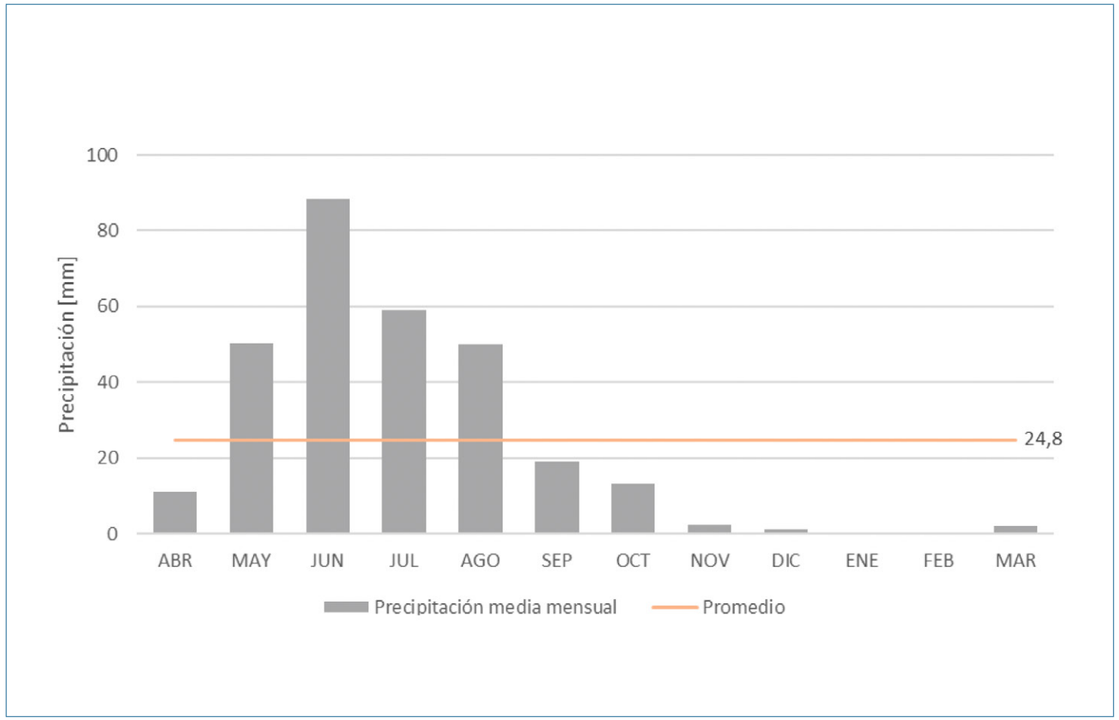

Figura 4: Precipitación y temperatura media mensual.
Fuente: Elaboración propia.

5 Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)[2].
6 Dirección Meteorológica de Chile (DMC).
7 Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile (IDE).
8 Ministerio de Agricultura (MINAGRI).
9 Formato Agua y Sedimento Marino (SMA).
10 Formato Calidad de Agua Superficial y Subterránea (SMA).
11 Formato Caudal Agua Superficial (SMA).
12 Formato Caudal Agua Subterránea (SMA).
13 Formato Nivel Agua Subterránea (SMA).

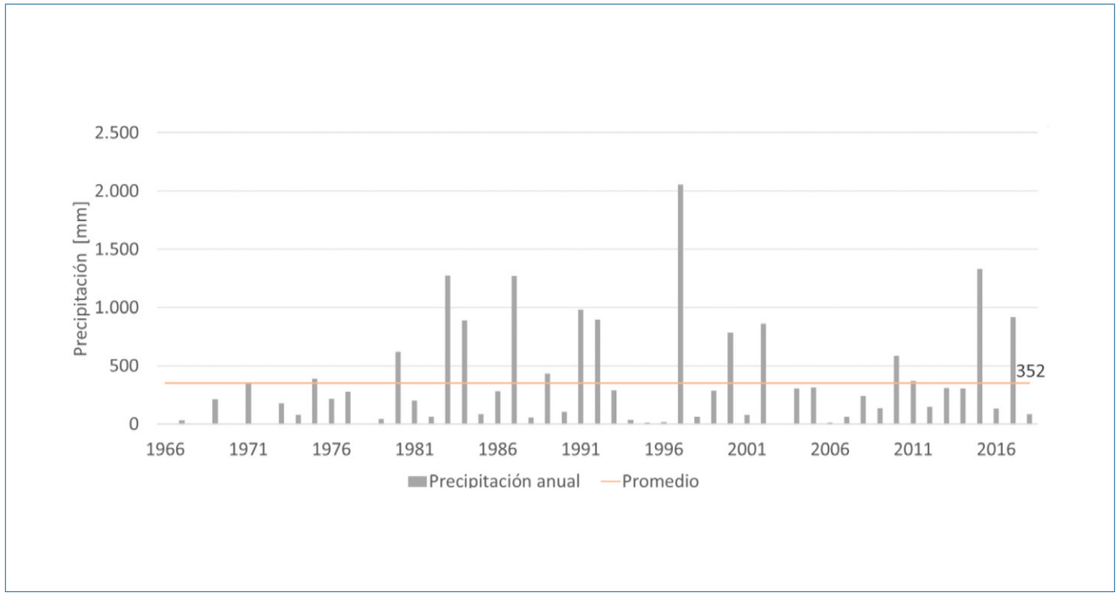

Figura 5: Precipitación anual.
Fuente: Elaboración propia.

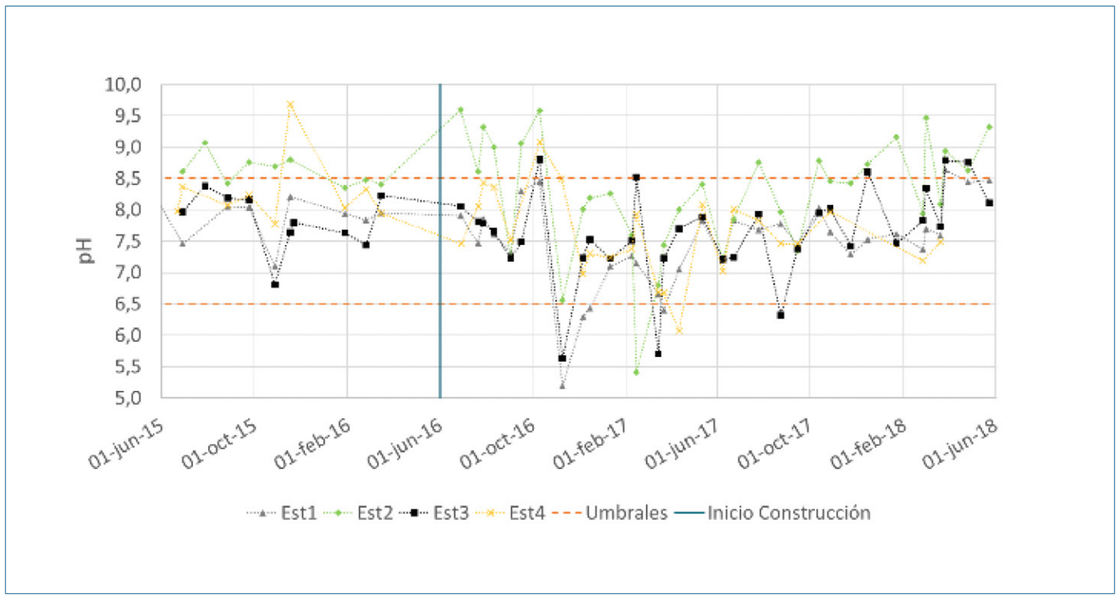

Figura 6: Calidad del agua (pH).
Fuente: Elaboración propia.

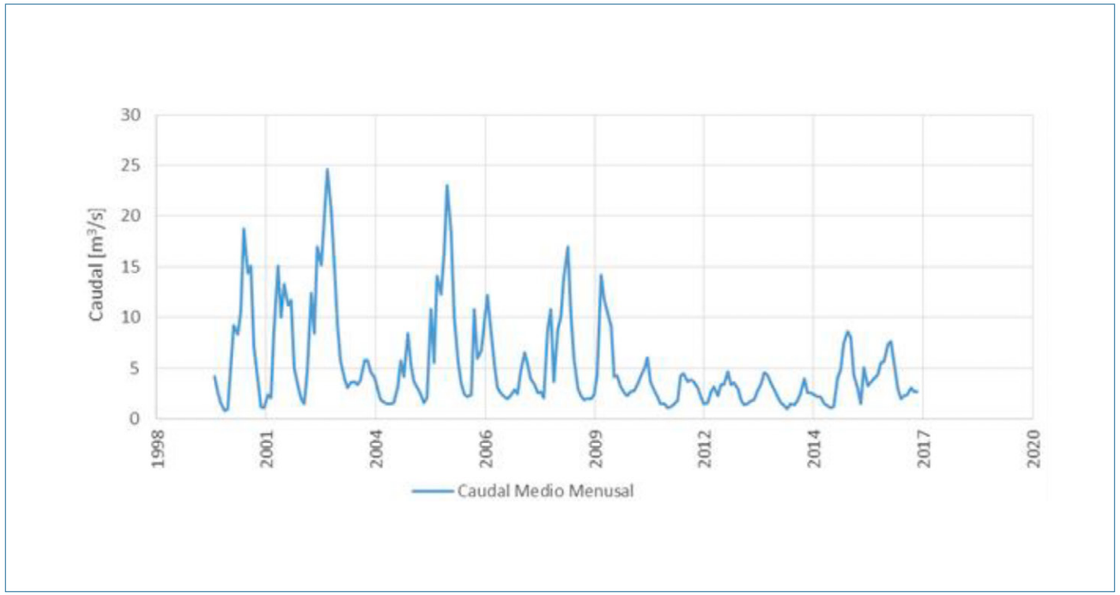

Figura 7: Caudal medio mensual.
Fuente: Elaboración propia.

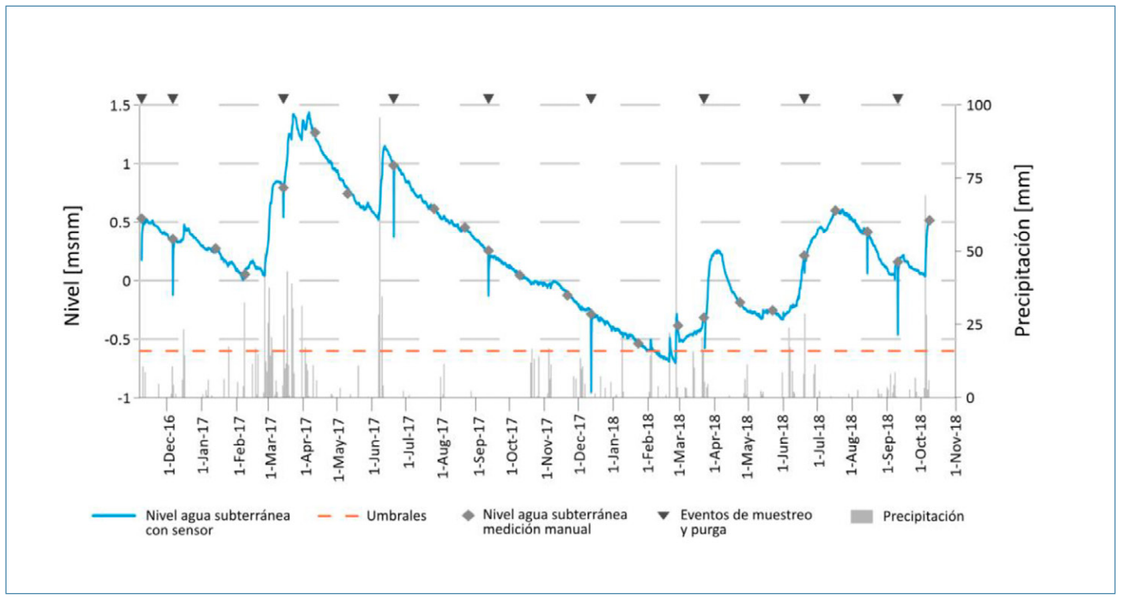

Figura 8: Nivel de agua subterránea.
Fuente: Elaboración propia.

5. Seguimiento ambiental del recurso hídrico

Para efectos de este documento se entenderá por:

- **Plan de Seguimiento de las Variables Ambientales (PSA):** aquel contemplado en el artículo 105 del RSEIA.
- **Compromiso Ambiental Voluntario (CAV):** aquel contemplado en el artículo 18 de la Ley N° 19.300 y aplicable también para EIA.
- **Seguimiento Ambiental (SA):** término general que engloba tanto el seguimiento obligatorio de las variables ambientales con un PSA, como el seguimiento de variables ambientales a través de un CAV.

5.1. Causales de seguimiento ambiental en el recurso hídrico

El SA es una herramienta que permite gestionar el comportamiento de las variables ambientales, detectar la generación de impactos no deseados, confirmar la efectividad de las medidas propuestas por el titular, y confirmar la no generación de impactos significativos conforme a lo evaluado. Si bien el diseño del SA es presentado durante la evaluación ambiental, su ejecución es posterior al otorgamiento de la RCA y puede abarcar las fases de construcción, operación o cierre de un proyecto o actividad.

El origen de la necesidad de contar con un SA se presenta en la Figura 9.

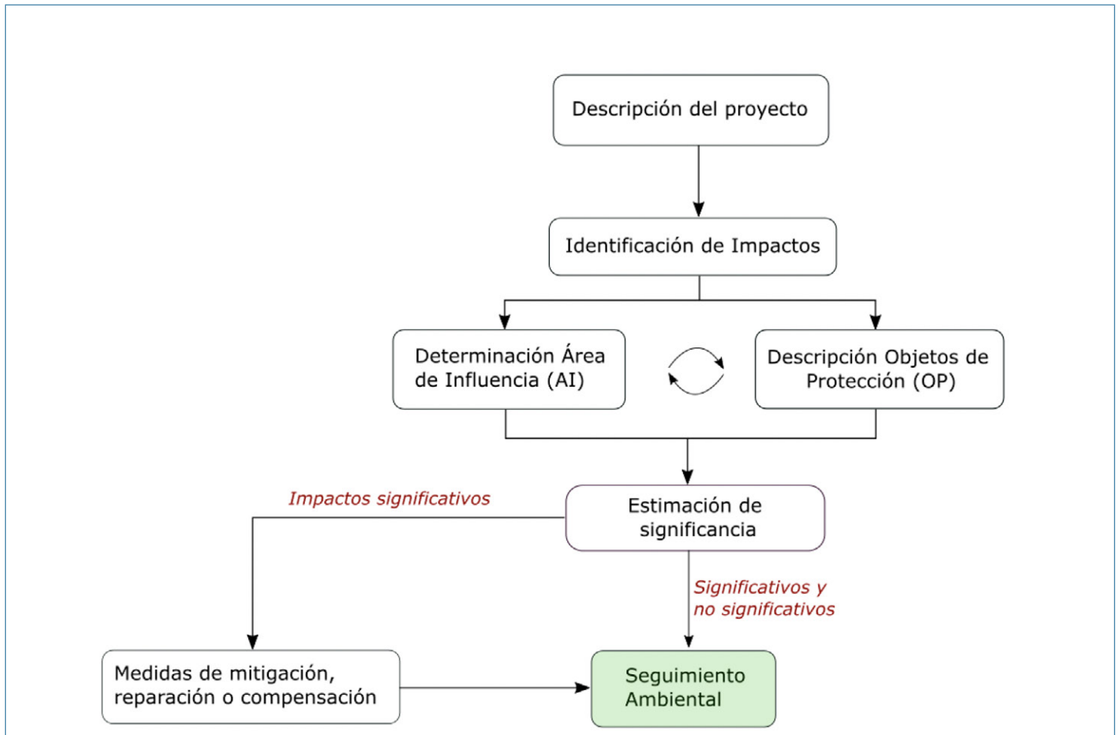

Figura 9 Causales que originan la necesidad de seguimiento ambiental.
Fuente: Elaboración propia.

Se distinguen 2 causales que dan origen al SA:

1. **Estimación de la significancia de los impactos:** los proyectos ingresados al SEIA, ya sea como DIA o EIA, deben realizar un análisis de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N°19.300. El nivel de certidumbre de esta etapa dependerá de la calidad y cantidad de la información, así como de las metodologías utilizadas[14] para predecir y evaluar la significancia de los impactos. Entendiendo la variabilidad natural del recurso hídrico y los diferentes niveles de certeza sobre su comportamiento futuro, se requiere de SA para así comprobar que evoluciona conforme a lo proyectado y ambientalmente aprobado.
2. **Medidas de mitigación, reparación y compensación:** aquellos proyectos que presenten o generen impactos significativos (EIA) cuentan con esta herramienta con el objeto de evitar o disminuir aquellos impactos, reponer los componentes o elementos del medio ambiente afectados o generar efectos positivos alternativos cuando no es posible mitigar y reparar.

Cualquiera sea la medida implementada, es necesario contar con un PSA para así verificar su efectividad.

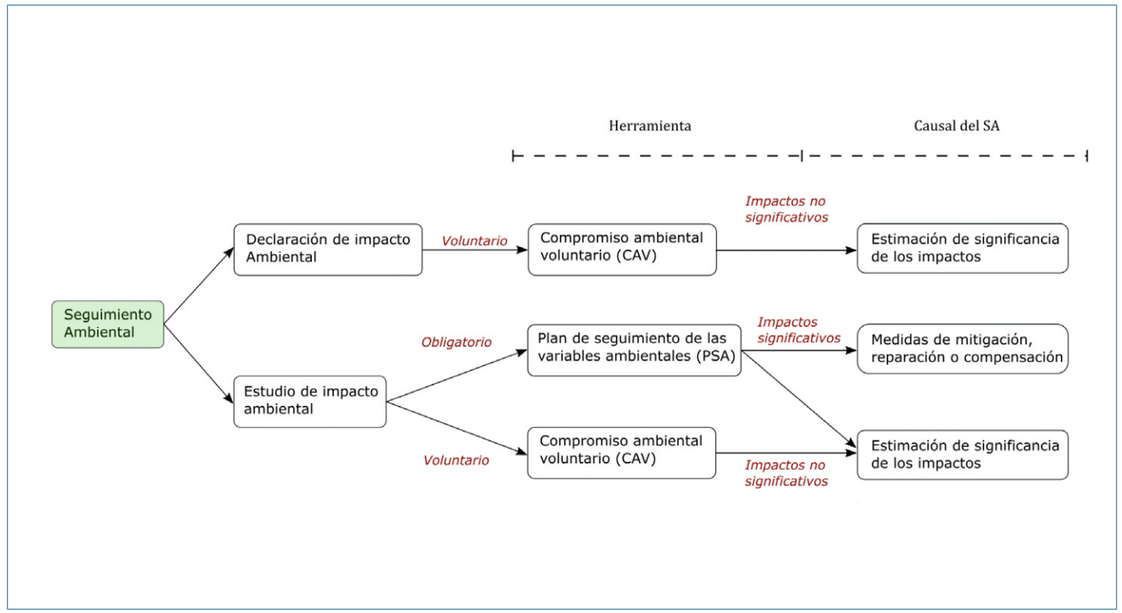

Figura 10: Implementación del Seguimiento Ambiental en DIA y EIA.
Fuente: Elaboración propia.

En el caso de las DIA, el SA es una buena práctica de carácter voluntario y puede incorporarse al proyecto a través de un CAV para comprobar que la estimación de la significancia fue correcta y así verificar que no se generan impactos significativos.

Para los EIA en cambio, una parte del SA es obligatorio y se exige a través de un PSA, el que debe ser formulado respecto de las variables ambientales sobre las cuales se estima que existen impactos significativos. Estas variables son las que tienen relación con los impactos significativos declarados y, por lo tanto, las causales del SA son: (i) estimación de la significancia de los impactos (impactos significativos) y (ii) medidas de mitigación, reparación o compensación. También **se considera buena práctica en los EIA que presenten un CAV para hacer SA originado por la causal estimación de la significancia de los impactos (impactos no significativos).**

14 Referente a los alcances y limitaciones de modelos numéricos u otras formas de representar fenómenos físicos, así como la cantidad y calidad de la información hidrometeorológica, geológica, entre otros.

Cabe destacar que, si bien en el presente documento se propone abordar el SA a través de PSA y CAV, la pertinencia de realizarlo a través de CAV no es obligación y dependerá de las condiciones particulares de cada proyecto[15].

Situaciones de riesgo o contingencia

Todos los proyectos que identifiquen situaciones de riesgo[16] o contingencia deben proponer un Plan de prevención de contingencias (Art. 103 del RSEIA) y un Plan de emergencias (Art. 104 del RSEIA). Los Plan de prevención de contingencias deben incorporar acciones o medidas para evitar que estas se produzcan o minimizar la probabilidad de ocurrencia, mientras que los Planes de emergencias deben implementar acciones o medidas para controlar o minimizar sus efectos sobre el medio ambiente o la población.

Dentro de las acciones o medidas indicadas, los titulares podrán incorporar monitoreo de las situaciones de riesgo para prevenir afectación del recurso hídrico o controlar sus efectos en caso de ocurrencia.

En caso que corresponda, se podrán seguir los lineamientos del SA que se indican en este documento para incluirlos en los respectivos Planes.

5.2. Componentes del seguimiento ambiental

Para que el SA logre su objetivo, este debe contar con dos elementos fundamentales que son (i) el monitoreo de las variables ambientales y; (ii) un plan de acciones (Figura 11). El monitoreo consiste en la medición directa o indirecta de variables ambientales que sirven de indicador, y las acciones son todas aquellas gestiones que se adoptarán ante resultados que presenten desviaciones al comportamiento esperado de la variable ambiental en el tiempo, y que tiene por objeto mantener las variables ambientales dentro de lo proyectado y aprobado ambientalmente. Adicionalmente, el SA deberá quedar establecido íntegramente durante la evaluación ambiental[17].

En el supuesto que el SA advierta:

a). Un comportamiento de la variable hídrica diferente a lo aprobado ambientalmente, se deben implementar acciones preventivas para impedir la generación de un impacto que supere lo proyectado y aprobado ambientalmente sobre el objeto de protección.

b). La no eficacia de alguna medida de mitigación, reparación o compensación, se deben implementar acciones preventivas para dar cumplimiento a los objetivos de dichas medidas antes de generar efectos adversos adicionales a los ya aprobados ambientalmente.

Las acciones o plan de acción pueden incluir cambios operacionales del proyecto, eliminación de la fuente generadora del impacto, actualización de la herramienta predictiva o cualquier otra acción que asegure el cumplimiento de la RCA.

15 Ante la necesidad de establecer un SA como condición para el otorgamiento de RCA, se sugiere seguir los lineamientos descritos en este documento. La condición deberá ser fundada y justificada haciendo referencia al RSEIA.

16 Of. ORD. D.E.: Nº 180972/2018. Imparte instrucciones en relación al concepto de "impacto ambiental" y "riesgo" en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

17 Debe tenerse en cuenta que, durante la ejecución del proyecto la SMA, en el marco de sus competencias de seguimiento y fiscalización (Oficio ORD. D.E. Nº202099102691, de 30 de noviembre de 2020, del Director Ejecutivo del SEA), podrá requerir, suspender, modificar, ordenar y en general alterar cualquier monitoreo o seguimiento ambiental.

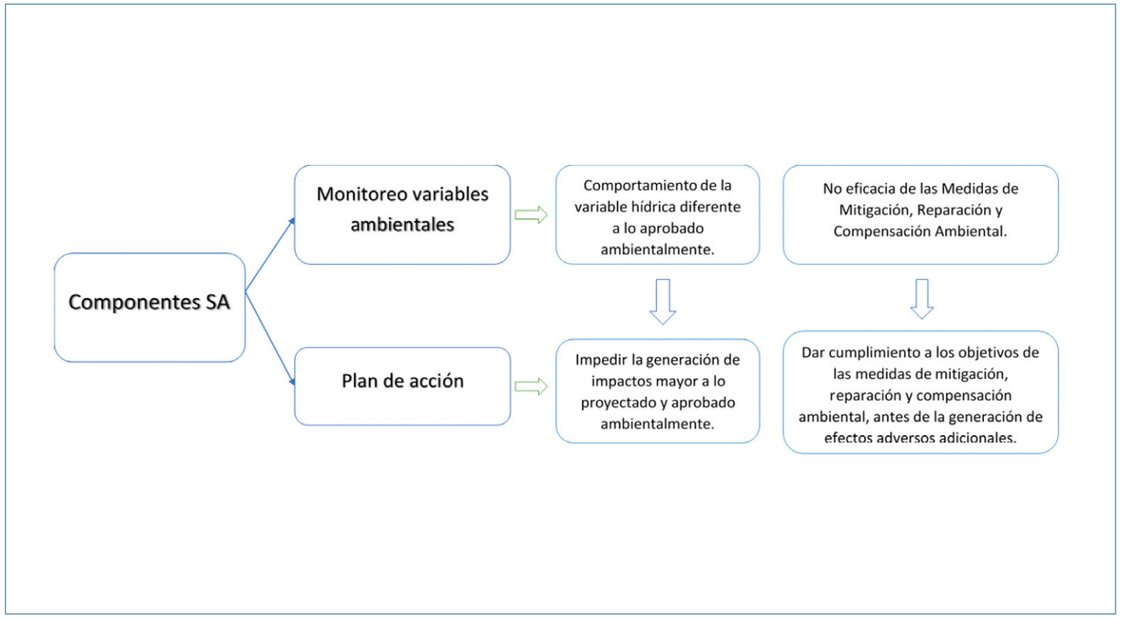

Figura 11: Componentes del seguimiento ambiental.
Fuente: Elaboración propia, adaptado DGA.

5.3. Contenidos del seguimiento ambiental

El SA debe ser elaborado en conformidad a las instrucciones generales dictadas en el presente documento y por la Superintendencia del Medio Ambiente en la Resolución Exenta Nº223/2015 que "Dicta instrucciones generales sobre la elaboración del plan de seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental" y la Resolución Exenta Nº894/2019 que "Dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental del componente ambiental agua". Si bien estos documentos regulan el SA asociado únicamente a los PSA, sus directrices son aplicables también para los CAV.

Para cada fase del proyecto o actividad, el SA del recurso hídrico debe contener como mínimo:

- Identificación de la alteración al medio ambiente y objetos de protección potencialmente afectados.
- Objetivo del seguimiento respecto del objeto de protección que se pretende resguardar.
- Definición de umbrales de las variables ambientales monitoreadas y su relación con el objeto de protección, incluyendo la metodología de cálculo suficientemente detallada y explicada. Estos deben permitir ejecutar acciones para evitar que las variables se comporten diferente a lo evaluado en la RCA.
- Los parámetros o variables que serán utilizadas para caracterizar el estado y evolución de dicho componente.
- La ubicación de los puntos de observación o monitoreo.
- Las acciones preventivas para evitar la superación del umbral límite.
- La duración y frecuencia del SA para cada parámetro.
- La metodología de medición de cada parámetro.
- El plazo y frecuencia de entrega de los informes con la evaluación de los resultados y cualquier otro aspecto relevante.

5.4. Puntos de observación

A continuación, se presentan los siguientes criterios a considerar para la determinación de los puntos de observación o monitoreo de las distintas variables ambientales en el SA:

- Los puntos de observación deben escogerse de forma razonable y adecuada, de tal manera que permitan estudiar las variables ambientales asociadas al recurso hídrico dentro del área de influencia del proyecto, y en función a la ubicación de los objetos de protección y las obras del proyecto que puedan afectarlo.

- Los puntos de observación que serán parte del SA deben ser medidos y presentados en la línea de base, en caso de los PSA, o en los antecedentes necesarios para acreditar la inexistencia de impactos significativos, en el caso de los CAV, lo cual debe reflejar el comportamiento estacional e interanual de la variable.

- Para alteraciones de las aguas superficiales, los puntos de observación deben cubrir aguas arriba (zona sin alterar) y aguas abajo del proyecto (zona alterada). Cuando corresponda, se debe evaluar la pertinencia de incluir tributarios de importancia en el SA.

- La selección de puntos de observación debe indicarse en sistema de coordenadas UTM, junto con su codificación y la cantidad de registros existentes en cada punto. Asimismo, la distribución de los puntos de observación debe presentarse en cartografía georreferenciada y explicativa a escala adecuada, incluyendo la disposición de todas las obras y partes del proyecto.

- En proyectos que alteren el régimen sedimentológico natural del río se sugiere, cuando corresponda, establecer secciones transversales a monitorear para identificar cambios morfológicos, erosión de riberas, agradación/degradación del lecho y cambios granulométricos dentro del área de influencia asociada a los sedimentos.

- En áreas con más de un titular con RCA favorable, se sugiere cuando sea pertinente, compartir puntos de observación, con el fin de reducir impactos al medioambiente, ya sea por sobrepoblación de puntos de observación, exceso de rutas y caminos, exceso de campañas de monitoreo que alteren el ciclo de vida natural del ecosistema, como, periodos de reproducción, entre otros.

5.5. Variables ambientales

En este documento, las variables ambientales se refieren a aquellos atributos, características o propiedades relacionadas con el recurso hídrico que son medibles y tienen relevancia ambiental. Las variables ambientales a monitorear durante el seguimiento ambiental según el objeto de protección son las siguientes:

Agua superficial

- Calidad del agua.
- Caudal.
- Altura limnimétrica.
- Profundidad.
- Superficie espejo de agua.

Aguas subterráneas

- Calidad del agua.
- Nivel freático y piezométrico.
- Posición cuña salina.
- Evaporación de agua subterránea.

Sedimentos

- Secciones transversales (morfología, agradación, degradación).
- Gasto sólido.
- Granulometría.
- Calidad fisicoquímica de los sedimentos.

Glaciares

- Superficie.
- Volumen.
- Albedo.
- Desplazamiento.
- Estabilidad en función de vibraciones por tronaduras o similares.

Variables adicionales

- Precipitación líquida y sólida.
- Temperatura.
- Evaporación.
- Humedad, radiación u otros.

Se deben incorporar las variables ambientales mínimas necesarias o aquellos parámetros indicadores que permitan dar cuenta del potencial impacto de la actividad o acción del proyecto sobre el objeto de protección, considerando el escenario más desfavorable. Estas variables son solo una referencia, es posible ampliar la lista de parámetros o variables ambientales a analizar de forma tal de conseguir mayor información y detalle sobre la alteración del objeto de protección.

La identificación y cuantificación de estas variables debe realizarse en la línea de base del proyecto (para el caso de un EIA), o en los antecedentes necesarios para acreditar la inexistencia de impactos significativos (para el caso de las DIA o EIA), toda vez que esta es la etapa que debe dar cuenta de la situación "sin proyecto" y por ende, es el punto de comparación para evaluar cambios en la variable ambiental medida producto de las actividades del proyecto, y sus efectos sobre el objeto de protección.

En el caso de calidad del agua, además de los parámetros de interés ambiental identificados, se debe incluir como mínimo los parámetros que permitan establecer el balance iónico[18]. El análisis de las muestras recolectadas en terreno debe ser realizado por laboratorios acreditados por el Instituto Nacional de Normalización en los parámetros a medir, con límites de detección acordes con los niveles basales o menores, de manera de asegurar la exactitud de los resultados.

En el caso, que quede comprometida la actualización de modelos numéricos, se debe incluir el seguimiento de aquellas variables hidrometeorológicas necesarias para la actualización de los modelos.

5.6. Frecuencia de monitoreo y reporte de informes

La **frecuencia de monitoreo** deberá ser definida en función de:

- La variable ambiental a monitorear, de tal manera que sea característica de su variación temporal.

- El objeto de protección, tal que permita evaluar adecuadamente su alteración.

- Se sugiere una frecuencia de monitoreo mensual para calidad del agua, alturas limnimétricas, evaporación, niveles freáticos y piezométricos. Sin perjuicio de lo anterior, el titular podrá definir fundadamente una frecuencia de monitoreo en función de la tasa de cambio esperada para la variable ambiental.

- Las campañas de monitoreo deben considerar la interacción estacional de la vida acuática y terrestre dentro del área de influencia, de tal manera de no afectar el hábitat durante los periodos de reproducción de ciertas especies que merezcan especial atención en relación a su grado de conservación.

Reporte de informes:

- Se sugiere una frecuencia anual o acorde al cronograma de la fase de construcción, operación y cierre.

- Se debe establecer un protocolo que defina la reportabilidad en el caso de que ocurran incidentes, se activen las acciones del seguimiento ambiental o algún otro.

- Los formatos de entrega de información deben corresponder a aquellos indicados en la Resolución N°223/2015 de la SMA u otras instrucciones que vaya impartiendo en el tiempo.

El titular puede determinar otras frecuencias de medición (monitoreo) y entrega de informes (reporte) a la autoridad, en función de la especificidad de cada proyecto.

18 Sumatoria de aniones y cationes, se utiliza para verificar la neutralidad eléctrica del agua y así constatar el nivel de confianza del dato.

5.7. Permisos ambientales sectoriales (PAS)

Independiente de la modalidad de ingreso al SEIA (EIA o DIA), en caso de que un proyecto requiera de un PAS asociado al componente hídrico, que considere dentro de sus contenidos técnicos y formales la ejecución de monitoreos durante la vida útil del proyecto o actividad, estos deben considerar los lineamientos técnicos entregados en este documento.

6. Planes de alerta temprana (PAT)

La DGA desde la primera década de este siglo utiliza la herramienta de gestión denominada "Planes de Alerta Temprana". Si bien la legislación vigente no establece en forma expresa la utilización de esta herramienta, la DGA la ha incorporado dentro del otorgamiento de ciertos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas como un mecanismo preventivo para satisfacer la necesidad de proteger los sistemas sujetos a explotación, en los cuales existía un grado de incertidumbre técnica relacionada con el potencial grado de afectación.

Por otro lado, en el marco de la evaluación ambiental, se han incorporado los PAT como herramienta de gestión ambiental en proyectos donde el recurso hidrogeológico es esencial para el sustento de ecosistemas dependientes, y que considera acciones preventivas orientadas a impedir que se supere el impacto evaluado y aprobado en la RCA.

En este contexto, y para unificar criterios en su elaboración, se entenderá el PAT como una aplicación del SA para la componente hidrogeológica, cuyo objetivo es la mantención de las variables ambientales dentro de lo proyectado y aprobado ambientalmente. Para ello se establecen umbrales y acciones preventivas, para asegurar la no afectación de los objetos de protección. Adicionalmente, el PAT deberá quedar establecido íntegramente durante la evaluación ambiental.

6.1. ¿Cuándo presentar un PAT?

Un PAT puede presentarse en las siguientes situaciones:

1. Con el objeto de gestionar la efectividad de las medidas de mitigación, reparación o compensación, estableciendo acciones que permitan prevenir la generación de impacto cuando la variable ambiental se comporta distinto a lo proyectado.

2. Como compromiso voluntario, para asegurar la no generación de impactos significativos sobre un objeto de protección, considerando que las herramientas predictivas tienen incertidumbres asociadas.

6.2. Contenidos mínimos

Cada fase del proyecto o actividad que cuente con un PAT deberá contener como mínimo:

- La ubicación de los puntos de observación. Cuando estos son pozos, proveer su detalle constructivo.
- Los parámetros o variables que serán utilizadas para caracterizar el estado y evolución de dicho componente y su relación con el objeto de protección.
- Los umbrales límites que aseguran la no afectación del o los objetos de protección, con bases de cálculo explicadas con detalle y argumentos técnicos que permitan adoptar una decisión fundada.
- Los umbrales intermedios que asegurarán no sobrepasar el umbral límite del objeto de protección.
- La duración y frecuencia del monitoreo para cada parámetro.
- La metodología de medición de cada parámetro.
- Plan de acción: acciones preventivas en función de los umbrales que permitan asegurar la no afectación del o los objetos de protección.
- Análisis de eficacia del PAT considerando los puntos de observación, umbrales y acciones de tal manera que sea consistente y demostrativo de sus fines preventivos. Este deberá ser realizado a través de la modelación de las acciones del PAT y simulación de escenarios de activación que muestren su efectividad.
- El plazo y frecuencia de entrega de los informes con la evaluación de los resultados y cualquier otro aspecto relevante ante una activación del PAT.

6.3. Definición de umbrales

Los valores umbrales, son valores que pueden tomar las variables ambientales monitoreadas en el PAT, que permiten activar/desactivar medidas o acciones del PAT. La superación de un umbral puede ser negativa o positiva. La superación negativa se refiere a que la variable ambiental supera el umbral en una dirección más desfavorable ambientalmente y debe activar acciones del PAT, mientras que una superación positiva se refiere a que la variable ambiental supera el umbral a una condición ambiental más favorable y puede desactivar acciones del PAT.

Se distinguen dos tipos de umbrales:

1. **Umbral límite:** este umbral corresponde al valor límite que puede tomar la variable ambiental monitoreada de tal manera que el objeto de protección no se vea afectado más allá de lo proyectado y ambientalmente aprobado.

2. **Umbral intermedio:** corresponden a valores intermedios de la variable ambiental monitoreada que no generan impacto sobre el objeto de protección, pero que sirven de alerta para activar acciones anticipadas que aseguren la no superación del umbral límite. Pueden existir tantos umbrales y acciones intermedias como sea necesario para asegurar la no afectación del objeto de protección.

Además, se deberán tomar las siguientes consideraciones,

- Todos los puntos de observación deben contar con umbrales límites e intermedios (Figura 12).
- Se debe considerar la variabilidad estacional e interanual de la variable ambiental en función de la data histórica y su relación con el objeto de protección.
- En el caso de los umbrales intermedios, estos podrían ser modificados bajo un informe técnico presentado ante la SMA que justifique la solicitud[19].
- En caso de requerir una modificación del umbral límite, el titular debe analizar la pertinencia de ingresar la modificación a evaluación ambiental, según corresponda. Ello puesto que cualquier cambio en el umbral límite podría generar un impacto ambiental diferente a lo evaluado y aprobado.
- El umbral debe ser un valor medible que puede alcanzar la variable ambiental (ejemplo: nivel freático), no la estimación de parámetros a partir de esta (ejemplo: cambio en la tasa de descenso).

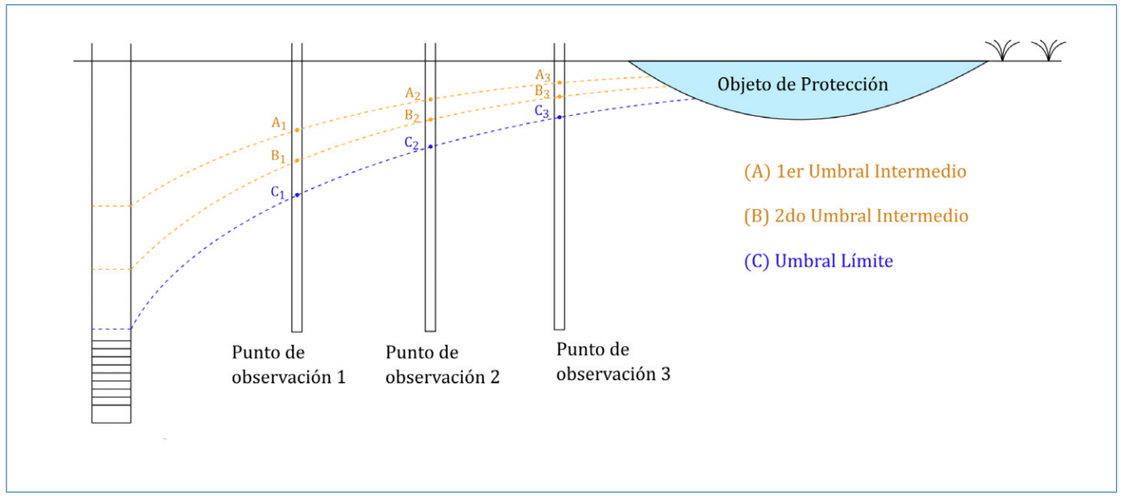

Figura 12: Definición de umbrales.
Fuente: Elaboración propia.

19 Debe tenerse en cuenta que, durante la ejecución del proyecto la SMA, en el marco de sus competencias de seguimiento y fiscalización, podrá requerir, suspender, modificar, ordenar y en general alterar cualquier monitoreo o seguimiento ambiental.

6.4. Acciones asociadas al PAT

Las acciones tienen por objeto corregir comportamientos de la variable ambiental cuando esta difiere "negativamente" de lo proyectado y aprobado ambientalmente.

La superación de un umbral intermedio gatilla acciones preventivas, que deben ir aumentando en severidad en la medida que la variable ambiental supere negativamente los distintos umbrales y se acerque al umbral límite. Cada superación de un umbral debe traer consigo acciones.

La superación de un umbral límite gatilla acciones severas, que pueden consistir en la detención de la fuente generadora de impacto hasta que se revierta la superación del umbral, u otra acción que defina el titular que asegure la superación positiva del umbral en el corto plazo sin afectar el objeto de protección.

6.5. Puntos de Observación del PAT

Los puntos de observación del PAT son aquellos ubicados dentro del área de influencia que permitirán medir las variables ambientales. Estos se considerarán parte de los puntos de observación ya establecidos en el SA.

Los puntos de observación deben cumplir los siguientes criterios mínimos:

- Estar ubicados dentro del área de influencia del proyecto.
- Ser representativos en función del objeto de protección, de la variable ambiental a monitorear y considerando la ubicación de la fuente generadora del impacto.
- Estar lo suficientemente alejados del objeto de protección, de tal manera que el PAT sea preventivo y asegure que el objeto de protección no se vea afectado. Es decir, su ubicación debe tomar en cuenta el tiempo de propagación de la información (acciones del PAT) en el medio físico.
- Incluir puntos de observación en el objeto de protección o en su entorno cercano, que permitan verificar los umbrales y analizar la relación entre la variable ambiental y el objeto de protección para estudiar sus requerimientos y limitantes.
- Deben tener definidos umbrales límites e intermedios que activen/desactiven el PAT asociados a las variables ambientales monitoreadas.
- Deben tener una frecuencia de monitoreo igual o superior a la establecida en el SA, que asegure la implementación de acciones preventivas.

6.6. Activación/Desactivación del PAT

La activación/desactivación del PAT se configura en función de los requerimientos del objeto de protección y el área donde este se ubica. Sin embargo, debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

- La activación/desactivación de todas las acciones del PAT, deben quedar claramente definidas y justificadas durante el proceso de evaluación ambiental.
- Las acciones se desactivan cuando todos los puntos de observación del PAT muestren una superación positiva de la variable ambiental en el tiempo por sobre el umbral que gatilló la activación.
- La activación/desactivación debe asegurar la eficacia del PAT en el sentido de que prevenga la generación de impactos que superen lo proyectado y aprobado ambientalmente sobre el objeto de protección.

7. Consideraciones finales.

Tal como se indicó, el presente documento pretende entregar lineamientos técnicos para la elaboración de las DIA y EIA previo al ingreso al SEIA, así como también apoyar la evaluación de proyectos cuyas obras o acciones generan impactos en el recurso hídrico y ameritan una revisión acuciosa de este componente y los objetos de protección.

Respecto de la evaluación temprana también permitirá la adopción de medidas ante la falta de información, o bien la formulación de aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones fundadas también en este documento.

También resultará relevante esta herramienta especialmente para los grandes proyectos que se emplazan en zonas de escasez hídrica permitiendo asegurar la conservación del recurso, especialmente para aquellos usos esenciales. En todo caso recalcamos que, en materia de una eficiente gestión hídrica, el SEIA[20] se presenta como una herramienta efectiva que complementa (nunca reemplaza) a los otros instrumentos de gestión ambiental. Todos los instrumentos deben operar con eficacia y eficiencia en sus respectivos ámbitos de acción.

20 El SEIA es una herramienta que nos permite gestionar el uso sustentable del recurso hídrico de manera que los proyectos evaluados no generen impactos significativos o que, de hacerlo, se hagan cargo de ellos mediante la implementación de medidas adecuadas, con el objetivo de evitar o minimizar impactos ambientales. Esta herramienta debe entenderse que complementa a otras que puedan limitar el ejercicio de los derechos de aprovechamiento de aguas que establece el Código de Aguas y de competencia de la DGA, por ejemplo, a través de la regulación que tienen las distintas organizaciones de usuarios en base a la disponibilidad del recurso hídrico. Todos estos instrumentos de gestión ambiental conforman un entramado que, adecuadamente utilizados, permiten la gestión sustentable del recurso, constituyendo el SEIA una pieza más de este engranaje.

8. Bibliografía

- ARCADIS. 2019. Consultoría sobre Evaluación de Impacto Ambiental a nivel Internacional. Disponible en SEA ID Licitación: N°1588-8-LE19.
- B-AMBIENTAL. 2019. Consultoría sobre evaluación de Impacto Ambiental Internacional del componente Hídrico en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Disponible en SEA ID Licitación: N°1588-11-LE19.
- Dirección General de aguas (DGA). 2007. Manual de Normas y Procedimientos del Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos. Disponible en el centro de documentación de su sitio *web*, www.dga.mop.gob.cl.
- Dirección General de aguas (DGA). 2015. Minuta DCPRH N°15. Seguimiento calidad de aguas superficiales. Disponible en el centro de documentación de su sitio *web*, www.dga.mop.gob.cl.
- Dirección General de aguas (DGA). 2015. Minuta DCPRH N°26. Estandarización de reportes de seguimiento ambiental de proyectos con RCA. Disponible en el centro de documentación de su sitio *web*, www.dga.mop.gob.cl.
- HIDROMAS, 2014. Diagnóstico y sistematización de información de planes de alerta temprana vigentes con condicionamiento de derechos. S.I.T. N° 336. Disponible en el centro de documentación de la Dirección General de Aguas (DGA) sitio *web*, www.dga.mop.gob.cl.
- Ley N°19.300, Aprueba Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Disponible en el centro de documentación de la Biblioteca del Congreso Nacional de su sitio *web*, www.bcn.cl.
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia. 2000. Decreto Supremo N°90, Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales. Disponible en el centro de documentación de la Biblioteca del Congreso Nacional de su sitio *web*, www.bcn.cl.
- Servicio de Evaluación Ambiental. 2012. Guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el SEIA. Disponible en el centro de documentación de su sitio *web*, www.sea.gob.cl.
- Servicio de Evaluación Ambiental. 2015b. Guía de Evaluación de Efectos Adversos sobre Recursos Naturales Renovables. Disponible en el centro de documentación de su sitio *web*, www.sea.gob.cl.
- Servicio de Evaluación Ambiental. 2016. Guía metodológica para determinar el caudal ambiental para centrales hidroeléctricas en el SEIA. Disponible en el centro de documentación de su sitio *web*, www.sea.gob.cl.
- Servicio de Evaluación Ambiental. 2017d. Guía para la descripción del Área de Influencia. Disponible en el centro de documentación de su sitio *web*, www.sea.gob.cl.
- Superintendencia del Medio Ambiente. 2015. Resolución Exenta N° 223, del 26 de marzo de 2015, que dicta instrucciones generales sobre la elaboración del Plan de Seguimiento de variables ambientales, los informes de seguimiento ambiental y la remisión de información al sistema electrónico de seguimiento ambiental. Disponible en el centro de documentación de la Biblioteca del Congreso Nacional sitio *web*, www.bcn.cl.
- Superintendencia del Medio Ambiente. 2019. Resolución Exenta N° 894, del 24 de junio de 2019, que dicta instrucciones para la elaboración y remisión de informes de seguimiento ambiental del componente ambiental agua. Disponible en el centro de documentación de la Biblioteca del Congreso Nacional sitio *web*, www.bcn.cl.
- Superintendencia del Medio Ambiente. 2020. Guía para el envío de datos de seguimiento ambiental del componente Agua, para su carga en el Sistema de Seguimiento Ambiental (SSA). Disponible en el centro de documentación de su sitio *web*, www.portal.sma.gob.cl.

Servicio de Evaluación Ambiental

Gobierno de Chile

Departamento de Comunicaciones
Dirección Ejecutiva