



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en Tecnologías de la Computación e
Ingeniería Ambiental

Dos décadas de evaluación de impacto ambiental en Chile.
Diagnóstico, valoración y propuestas para la mejora del
desempeño ambiental

Autor:

Dante Eduardo Rodríguez Luna

Directores:

Dra. Dña. Nuria Vela de Oro

Dr. D. Francisco Javier Alcalá García

Murcia, mayo de 2022



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en Tecnologías de la Computación e
Ingeniería Ambiental

Dos décadas de evaluación de impacto ambiental en Chile.
Diagnóstico, valoración y propuestas para la mejora del
desempeño ambiental

Autor:

Dante Eduardo Rodríguez Luna

Directores:

Dra. Dña. Nuria Vela de Oro

Dr. D. Francisco Javier Alcalá García

Murcia, mayo de 2022



AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN

La Dra. D. Nuria Vela de Oro y el Dr. D. Francisco Javier Alcalá García como Directores⁽¹⁾ de la Tesis Doctoral titulada “Dos décadas de evaluación de impacto ambiental en Chile. Diagnóstico, valoración y propuestas para la mejora del desempeño ambiental” realizada por D. Dante Eduardo Rodríguez Luna en el Programa de Doctorado en Tecnologías de la Computación e Ingeniería Ambiental, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al Real Decreto 99/2011 de 28 de enero, en Murcia a 24 de mayo de 2022.

Fdo.: Nuria Vela de Oro

Fdo.: Francisco Javier Alcalá García

⁽¹⁾ Si la Tesis está dirigida por más de un Director tienen que constar y firmar ambos.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quisiera agradecer a mi esposa Rommy, a mis hijas Sofía y Sebastiana, por la paciencia, compañía y comprensión en este desafío, ya que nunca imaginé que sería tan agotador el camino. La familia es mi motivación y aunque muchas veces parecía contradictorio, porque les restaba tiempo con el desarrollo de la investigación, esto lo he hecho por ustedes. Desde que inicié mis estudios a la fecha, la Organización Mundial de la Salud declaró una Pandemia, esto nos ha traído un sin número de dificultades adicionales que hemos tenido que ir superando diariamente, pero lo importante es que hemos podido llegar a destino los cuatro juntos en familia. Pretendo que esta tesis doctoral sea un ejemplo de perseverancia para mis hijas y tengan siempre presente que muchas veces *“la contienda es desigual, pero nunca debemos arriar la bandera”*, recuerden que *“la única lucha que se pierde es la que se abandona”*.

En segundo lugar, agradezco a mis Directores de tesis Dña. Nuria Vela de Oro y D. Francisco Javier Alcalá García por su orientación permanente durante el desarrollo de esta investigación, con sus diferentes puntos de vista y roles ha aportado significativamente en mi proceso formativo. Agradecimiento especial constituye la figura de mi tutor chileno D. Francisco Encina Montoya, a quien no conocía personalmente cuando inicié este desafío, pero después de varios análisis estadísticos, pasó de ser un tutor académico a convertirse en un amigo. Muchas gracias a los tres, cada uno ha contribuido en mi formación como investigador. También, agradezco a la Universidad Autónoma de Chile, ya que a través de ellos pude cursar el programa de Doctorado en la Universidad Católica de Murcia, y por permitirme acceder a los incentivos a la investigación por publicaciones.

Finalmente, quiero agradecer a mis papás Juan (Nono) y Jeannette, ellos y mi familia son los responsables de la persona que soy. Recuerdo dos momentos significativos, su alegría cuando les conté que había iniciado mis estudios de Doctorado y como se humedecieron los ojos de mi Padre, el día en que le conté que me habían aprobado el primer artículo en una revista importante. Los ojos de mi Madre ya no brillan, se han ido consumiendo en estos cuatro años, espero que muchos científicos se animen a investigar y encuentren pronto la cura para el Alzheimer.

A todos ustedes, gracias.

RESUMEN

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es una herramienta legal-administrativa para identificar, predecir e interpretar los impactos que un proyecto puede producir en el ambiente y la salud humana. La EIA se originó en la década de 1970 en Estados Unidos de América y fue reconocida como un instrumento de gestión ambiental en 1992 en la Conferencia de Naciones Unidas, y en 2012 ya era utilizada por más de 191 países.

En Chile, la EIA se introdujo en 1994 con la promulgación de la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente. Actualmente, tras 25 años desde su puesta en marcha, se han publicado tres reglamentos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA) y se han realizado modificaciones a la Ley, siendo la más significativa la promulgación de la Ley 20.417, a través de la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). Desde 1994 a 2018 se han sometido a EIA un total de 25.096 proyectos, con un 63,5% de aprobación global, considerando las dos tipologías de proyectos: Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y Estudio de Impacto Ambiental (EsIA). Una DIA es un documento donde el titular describe bajo juramento el proyecto, y un EsIA es un documento con información detallada que incluye las características del proyecto, además de incorporar medidas de mitigación, compensación y reparación para hacerse cargo de los impactos generados. En ambos casos, la información es evaluada por organismos competentes.

La EIA es el instrumento de gestión con mayor nivel de reconocimiento público. Esto ha generado que, desde hace aproximadamente una década, existan fuertes cuestionamientos, basados principalmente en la conflictividad social que generan algunos proyectos, por la percepción de riesgo y desconfianza por parte de la ciudadanía.

Esta Tesis Doctoral ha evaluado el desempeño global del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en Chile desde una perspectiva científica. Para ello, se seleccionaron una serie de criterios bibliográficos y se propusieron nuevos criterios a través de los cuales fue posible analizar el desempeño global de la EIA,

comparándolo con los sistemas de Canadá, Brasil y España. Además, se ha descrito el estado del arte de la EIA en la acuicultura y saneamiento sanitario, y se ha evaluado su desempeño utilizando indicadores, para luego proponer oportunidades de mejoras a partir de las debilidades encontradas.

Se identificaron 18 criterios bibliográficos y se propusieron 4 nuevos criterios a partir de la revisión del informe de la Comisión Asesora Presidencial para la evaluación del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Cada uno de los criterios fue evaluado en una escala ordinal de 1 a 5, y se compararon los sistemas de EIA de Brasil, España, Canadá y Chile. Los resultados permiten establecer un porcentaje de similitud del 88% entre España y Canadá y del 69% con Chile. Posteriormente, un Análisis de Componentes Principales (PCA) permitió establecer las principales fortalezas y debilidades del sistema de Chile comparado con los otros países en estudio. Las fortalezas son la existencia de Tribunales ambientales especializados para la resolución de conflictos y de opciones de apelación post obtención de la licencia ambiental. Las debilidades corresponden al alto nivel de centralización, la ausencia de consideración de alternativas de diseño, el no incluir el Scoping como criterio y que el proceso de evaluación ambiental estratégica no es vinculante.

En relación a los proyectos de acuicultura, 5.323 proyectos fueron sometidos a EIA entre 1994 y 2019. De ellos, el 99,34% fueron presentados como DIA, registrando las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes el 84,6% del total de proyectos sometidos. A partir de lo anterior, se revisó una muestra de 71 proyectos (68 DIA y 3 EsIA) a través de un Análisis de Coordenadas Principales (PCoA) utilizando 12 indicadores. Los resultados evidencian la existencia de dos grupos, el primer grupo incluye los del primer y segundo periodo normativo (D.S.30 y D.S.95) y el segundo grupo los del tercer periodo (D.S.40). Es así como se observa un buen desempeño a medida que se avanza en los periodos normativos, particularmente en los parámetros tiempo de procesamiento, descripción y justificación del área de influencia, profesionales que elaboraron los informes, número de Organismos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (OAECAs) participantes en la evaluación del proyecto, y consulta y participación.

Respecto de los proyectos de saneamiento sanitario, 5.336 proyectos fueron sometidos a EIA entre 1994 y 2019, siendo 5.087 DIA (95,3%) y 249 a EsIA (4,7%). Esta tipología de proyectos se registró en todas las regiones, pero con un 42% concentrado en las regiones Metropolitana, Los Lagos y O'Higgins. Del análisis global de los datos se obtiene que el 62% de los proyectos fueron aprobados y sólo el 4,2% rechazados. Luego se realizó un PCoA a una muestra de 76 proyectos de saneamiento (61 DIA y 15 EsIA), considerando la aplicación de 14 indicadores y se identificaron diferencias significativas entre EsIA y DIA. De este modo, fue posible evidenciar un comportamiento similar al del rubro acuicultura en los criterios referidos al proceso de EIA, pero se analizó el comportamiento en la categoría post EIA, en donde se evidenció diferencias significativas entre DIA y EsIA en los criterios información pública posterior a la obtención de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA), supervisión y sanción por incumplimiento.

Posteriormente, como resultado de las debilidades identificadas se propusieron una serie de oportunidades de mejora, entre las que destacan la eliminación de las opciones de apelación administrativa, la incorporación de alternativas de diseño, integración del scoping, la creación de un registro de revisores independientes, la inclusión de análisis de efectos sinérgicos, acumulativos y cambio climático, y la exigencia de participación ciudadana anticipada en proyectos con carga ambiental. Finalmente, para la categoría post RCA, se propuso crear un procedimiento sancionatorio simplificado, la descentralización de la toma de decisión y la mejora del sistema de información pública.

Palabras clave: Chile, sistema de evaluación de impacto ambiental, oportunidades de mejora, declaración de impacto ambiental, estudio de impacto ambiental, criterios de comparación, acuicultura marina, saneamiento sanitario, análisis multivariante.

ABSTRACT

The environmental impact assessment (EIA) is a legal-administrative tool to identify, predict and interpret the impacts that a project may produce on the environment and human health. The EIA originated in the 1970s in the United States of America and was recognized as an environmental management instrument in 1992 at the United Nations Conference, and in 2012 it was used by more than 191 countries.

In Chile, the EIA was introduced in 1994 with the enactment of Law 19,300 of General Bases of the Environment. Today, after 25 years since its implementation, three regulations of the EIA System have been published and modifications have been made to the Law, the most significant being the promulgation of Law 20,417, through which the Ministry of the Environment, the Environmental Assessment Service (SEA) and the Superintendence of the Environment (SMA). From 1994 to 2018, a total of 25,096 projects have been submitted to EIA, with a global approval rate of 63.5%, considering the two types of projects: Environmental Impact Declaration (DIA) and Environmental Impact Study (EsIA). A DIA is a document where the owner describes the project under oath, and an EsIA is a document with detailed information that includes the characteristics of the project. In addition, an EsIA incorporates mitigation, compensation and repair measures to take care of the impacts generated. In both cases, the information is evaluated by public institutions.

The EIA is the management instrument with the highest level of public recognition. Since approximately a decade ago, this has generated strong questionings due to the social conflict generated by some projects, mostly by the perception of risk and distrust on a part of the citizenry.

This Doctoral Thesis has evaluated from a scientific perspective the global performance of the Chilean EIA system. For this, a series of bibliographic criteria were selected and new criteria were proposed through which it was possible to compare the global performance of the EIA, comparing it with the systems of Canada, Brazil and Spain. In addition, the state of the art of EIA in aquaculture

and sanitary sanitation has been described, and its performance using indicators has been evaluated, to then propose opportunities for improvement based on the weaknesses found.

Eighteen bibliographic criteria were identified and four new criteria were proposed from the review of the report of the Presidential Advisory Commission for the evaluation of the EIA system. Each criterion was evaluated on an ordinal scale from 1 to 5, and the EIA systems of Brazil, Spain, Canada and Chile were compared. The results allow to establish a similarity percentage of 88% between Spain and Canada and 69% with Chile. Then, a Principal Components Analysis (PCO) allowed to establish the main strengths and weaknesses of the system compared to the countries under study. The main strengths are the existence of specialized environmental courts for conflict resolution and appeal options after obtaining the environmental license. The main weaknesses correspond to the high level of centralization, the absence of consideration of design alternatives, to do not include Scoping as a criterion, and the unbinding strategic environmental assessment process.

Regarding aquaculture projects, between 1994 and 2019, 5,323 projects were submitted to EIA, of which 99.34% were presented as DIA. Around 84.6 % of these projects were submitted in the Los Lagos, Aysén and Magallanes regions. Based on the above, a sample of 71 projects (68 DIA and 3 EsIA) was reviewed through Principal Coordinate Analysis (PCoA) using 12 indicators. The results show the existence of two groups, the first group includes those of the first and second normative period (D.S.30 and D.S.95) and the second group those of the third period (D.S.40). This is how a good performance as the normative periods progress is observed, mostly on the parameters processing time, description and justification of the influencing area, professionals who prepare the reports, number of public institutions that participate in the evaluation of the project, and consultation and participation.

Regarding sanitation projects, a total of 5,336 projects were submitted between 1994 and 2019, with 5,087 DIA (95.3%) and 249 EsIA (4.7%). This project typology was registered in all regions, but 42% of them were concentrated in the Metropolitan, Los Lagos and O'Higgins regions. The global data analysis shows how 62% of projects were approved and only 4.2% were rejected. A PCoA was

then carried out on a sample of 76 sanitation projects (61 DIA and 15 EsIA), considering the application of 14 indicators, and significant differences between DIA and EsIA were identified. In this way, it was possible to show a similar behavior to the aquaculture category in the criteria referred to the EIA process, but the behavior was analyzed in the post EIA category, where significant differences between DIA and EsIA in the public information criteria after obtaining the environmental license, supervision and sanction for non-compliance were evidenced.

Subsequently, as result of the weaknesses identified, a series of improvement opportunities were proposed, among which highlight the elimination of the administrative appeal options, the incorporation of design alternatives, the integration of Scoping, the creation of a registry of independent reviewers, the inclusion of analysis of synergistic, cumulative effects and climate change, and the development of an early citizen participation in projects with environmental charges. Finally, for the post EIA category, it was proposed to create a simplified penalty procedure, the decentralization of decision making, and the improvement of the public information system.

Keywords: Chile, environmental impact assessment system, improvement opportunities, environmental impact declaration, environmental impact study, comparison criteria, marine aquaculture, sanitation, multivariate analysis.

ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES.....	5
AGRADECIMIENTOS.....	7
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	13
ÍNDICE.....	17
INDICE DE FIGURAS.....	19
ÍNDICE DE TABLAS.....	20
SIGLAS Y ABREVIATURAS.....	21
0 – RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN.....	23
I – INTRODUCCIÓN.....	27
1.1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL MUNDO... ..	29
1.2. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN CHILE.....	32
1.2.1. Marco Normativo.....	32
1.2.2. Participación ciudadana y Proceso de Consulta a Pueblos Indígenas en la EIA.....	37
1.2.3. El Procedimiento de EIA.....	38
II – JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	45
III – MATERIALES Y MÉTODOS.....	49
3.1. SELECCIÓN DE CRITERIOS CONVENCIONALES PARA LA COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE EIA.....	51
3.2. DEFINICIÓN DE NUEVOS CRITERIOS PARA LA COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE EIA.....	51
3.3. EVALUACIÓN COMPARATIVA E INDIVIDUAL DE LOS SISTEMAS DE EIA.....	52
3.4. RECOLECCIÓN DE DATOS DE ACUICULTURA Y SANEAMIENTO SANITARIO.....	53

3.5. SELECCIÓN DE LA MUESTRA DE PROYECTOS.....	53
3.6. SELECCIÓN DE INDICADORES Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	57
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS.....	62
3.8. DETERMINACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	63
IV – RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
4.1. DEFINICIÓN DE CRITERIOS.....	67
4.1.1. Criterios convencionales seleccionados.....	67
4.1.2. Nuevos criterios identificados.....	68
4.2. APLICACIÓN DE CRITERIOS BIBLIOGRÁFICOS Y NUEVOS CRITERIOS PARA COMPARAR LA EIA DE CHILE, BRASIL, ESPAÑA Y CANADÁ.....	69
4.3. COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE EIA DE CHILE, BRASIL, ESPAÑA Y CANADÁ.....	77
4.4. EIA EN LA ACUICULTURA.....	83
4.4.1. Diagnóstico global de la EIA en la acuicultura.....	83
4.4.2. Análisis multivariado de indicadores.....	85
4.5. EIA EN EL RUBRO SANEAMIENTO SANITARIO.....	89
4.5.1. Diagnóstico global de la EIA en proyectos de saneamiento sanitario.....	89
4.5.2. Análisis multivariado de indicadores.....	91
4.6. OPORTUNIDADES DE MEJORA.....	95
V – CONCLUSIONES.....	99
VI – LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	105
VII – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
VIII – COMPENDIO DE PUBLICACIONES.....	117
IX – APÉNDICE: ÍNDICE DE CALIDAD DE LAS REVISTAS.....	171

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Principales cambios normativos asociados a la EIA en Chile, desde 1994 hasta la actualidad.....	33
Figura 1.2. Proyectos ingresados y aprobados en el periodo 1994–2018 por región.....	37
Figura 1.3. Diagrama simplificado del procedimiento de EIA chileno.....	42
Figura 3.1. Buscador avanzado de proyectos en página oficial del SEA.....	53
Figura 3.2. Regiones y macrozonas del área de estudio.....	56
Figura 4.1. Análisis de conglomerados jerárquicos de sistemas de EIA de Chile, España, Brasil y Canadá. La distancia euclidiana entre los sistemas de EIA de los países estudiados se expresa como disimilitud (inversa de similitud) en el rango de 0–100%.....	77
Figura 4.2. Análisis de Componentes Principales, primer plano factorial (PC1 y PC2) de los sistemas de Chile, España, Brasil y Canadá. Los códigos de cada criterio se encuentran en la Tabla 4.3.....	79
Figura 4.3. Comparación de sistemas de EIA de Chile, Brasil, España y Canadá utilizando los criterios y valores indicados en la Tabla 4.3.....	80
Figura 4.4. Porcentaje de proyectos por estado separados por DIA (a) y EsIA (b), por macrozona y región.....	84
Figura 4.5. Resultado del PCoA mostrando el primer plano factorial PCO1 y PCO2 de 68 proyectos de acuicultura.....	86
Figura 4.6. Porcentaje de proyectos agrupados por su estado, ingresados como DIA (a) y EsIA (b) en el SEIA desde 1994 a 2019.....	90
Figura 4.7. Primer plano factorial PCO1 y PCO2 del PCoA, para una muestra de 76 proyectos de saneamiento sanitario (15 DIA y 61 EsIA).....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Principales criterios de evaluación utilizados para evaluar sistemas de EIA.....	30
Tabla 1.2. Tipologías de proyectos o actividades que ingresan obligatoriamente al SEIA.....	34
Tabla 3.1. Clasificación utilizada para evaluar los criterios.....	52
Tabla 3.2. Proyectos de acuicultura y saneamiento sanitario seleccionados en cada región de Chile.....	54
Tabla 3.3. Indicadores seleccionados para comparar proyectos de acuicultura.....	57
Tabla 3.4. Indicadores seleccionados para comparar proyectos de saneamiento sanitario.....	60
Tabla 4.1. Criterios convencionales seleccionados para la evaluación de sistemas de EIA.....	67
Tabla 4.2. Nuevos criterios seleccionados para la EIA.....	68
Tabla 4.3. Aplicación de criterios a los cuatro sistemas de EIA.....	70

SIGLAS Y ABREVIATURAS

COEVA	Comisión de Evaluación Ambiental
D.O.	Diario Oficial
D.S.30	Decreto Supremo N°30
D.S.40	Decreto Supremo N°40
D.S.95	Decreto Supremo N°95
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
EAE	Evaluación Ambiental Estratégica
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
EPA	Environmental Protection Agency
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
ICE	Informe Consolidado de Evaluación
ICSARA	Informe consolidado de aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
NEPA	National Environmental Policy Act
OAECA	Organismo de la Administración del Estado con Competencia Ambiental
OIT	Organización Internacional del Trabajo
ONU	Organización de Naciones Unidas
PAC	Participación Ciudadana
PCA	Principal Component Analysis
PCoA	Principal Coordinate Analysis
PCPI	Proceso de Consulta a Pueblos Indígenas
RCA	Resolución de Calificación Ambiental
RSEIA	Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SEA	Servicio de Evaluación Ambiental
SEIA	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SMA	Superintendencia del Medio Ambiente

0 – RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

0 – RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

La Tesis Doctoral adopta el formato de compendio de publicaciones y contiene una síntesis de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación. El compendio de publicaciones incluye tres artículos científicos publicados en revistas indexadas en la base Journal Citation Report. Los artículos publicados son:

1. Rodríguez-Luna, D.; Vela, N.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F. The environmental impact assessment in Chile: Overview, improvements, and comparisons. *Environmental Impact Assessment Review*. 2021, 86, 106502. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106502>

Factor de impacto 2020 (JCR): 4.549; Categoría (JCR): ENVIRONMENTAL STUDIES; Clasificación: 34/125 (Q2); Fecha de publicación: 2021.

2. Rodríguez-Luna, D.; Vela, N.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F. The Environmental Impact Assessment in Aquaculture Projects in Chile: A Retrospective and Prospective Review Considering Cultural Aspects. *Sustainability*. 2021, 13, 9006. <https://doi.org/10.3390/su13169006>

Factor de impacto 2020 (JCR): 3.251; Categoría (JCR): ENVIRONMENTAL STUDIES; Clasificación: 59/125 (Q2); Fecha de publicación: 2021.

3. Rodríguez-Luna, D.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F.; Vela, N. The Environmental Impact Assessment of Sanitation Projects in Chile: Overview and Improvement Opportunities Focused on Follow-Ups. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022, 19, 3964. <https://doi.org/10.3390/ijerph19073964>

Factor de impacto 2020 (JCR): 3.390; Categoría (JCR): PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH; Clasificación: 42/176 (Q1); Fecha de publicación: 2022.

Adicionalmente, resultados parciales de la investigación fueron presentados en el siguiente congreso internacional:

1. XXXVII Congreso Interamericano Virtual de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 2021. Buenos Aires, Argentina. Contribución: Diagnóstico de la Evaluación de Impacto Ambiental en Chile.

I - INTRODUCCIÓN

I - INTRODUCCIÓN

1.1. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL MUNDO

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es definida como un instrumento jurídico-administrativo para identificar, predecir e interpretar los impactos de un proyecto sobre el ambiente y la salud humana, y para proponer medidas preventivas para su correcto control (Ferrer, 2016). La EIA nace en la década de 1970 en los Estados Unidos de América a través de la National Environmental Policy Act (NEPA), luego países como Australia, Canadá, Suecia y Nueva Zelanda pusieron en marcha procedimientos similares. En 1992, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente celebrada en Río de Janeiro (ONU, 1992) trazó una ruta para utilización de la EIA como un instrumento para la evaluación de impactos que las actividades de instalación, operación y abandono de proyectos generaban sobre el ambiente, y se reconoció a la EIA como un instrumento para disminuir los efectos adversos de ciertos proyectos y actividades (Sánchez y Croal, 2012). En el 2012 más de 191 países ya utilizaban la EIA como un instrumento para la toma de decisión (Morgan, 2012).

Considerando la relevancia de la EIA y de su utilización, algunos autores han identificado criterios relevantes que permiten evaluar el desempeño de los diferentes modelos, inclusive comparándolos con otros países. En la Tabla 1.1 se muestra un resumen de los principales criterios identificados como relevantes por Wood (1995), Annandale (2001), Ahmad y Wood (2002) y Khosravi et al. (2019), los cuales se clasifican en las categorías: (i) Legislación de EIA, (ii) Administración de la EIA y (iii) Proceso de EIA. Asimismo, es posible encontrar en la literatura especializada réplicas o adaptaciones metodológicas menores, las que en su mayoría fueron realizadas a partir de los criterios originalmente propuestos por Wood (1995).

Tabla 1.1. Principales criterios de evaluación utilizados para evaluar sistemas de EIA.

Categoría	Criterio	Wood (1995)	Annandale (2001)	Ahmad y Wood (2002)	Khosravi et al. (2019)
Legislación de EIA	Base legal	•	•	•	•
	Opciones para la apelación a las decisiones por parte del proponente del proyecto y de la ciudadanía			•	
	Especificación legal o procesal de los plazos			•	
	Implicancias de proceder sin la aprobación de la EIA				•
	Pasos del proceso de EIA en las regulaciones				•
	Idoneidad de la ley para realizar una EIA				•
Administración de la EIA	Revisión del informe EIA	•	•	•	•
	Soporte administrativo		•		•
	Autoridad competente para EIA y determinación de aceptabilidad ambiental			•	•
	Centralización de la EIA a nivel nacional				•
	Nivel de coordinación con otros organismos de planificación y control de la contaminación			•	
	Especificación de las responsabilidades de las			•	

Categoría	Criterio	Wood (1995)	Annandale (2001)	Ahmad y Wood (2002)	Khosravi et al. (2019)
	autoridades sectoriales en el proceso de EIA				
	Cobertura	•	•		
	Alternativas para el diseño	•	•	•	•
	Screening	•	•	•	•
	Scoping	•	•	•	•
	Contenido del informe EIA	•	•	•	•
	Adopción de decisiones	•	•	•	
	Control de impactos	•	•	•	
	Mitigación	•	•	•	
Proceso de EIA	Consulta y participación	•		•	•
	Sistemas de control	•	•	•	•
	Evaluación ambiental estratégica	•		•	
	Costos y beneficios	•		•	
	Requisitos para los planes de manejo ambiental			•	
	Experiencia de evaluación ambiental estratégica			•	

1.2. LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN CHILE

1.2.1. Marco Normativo

En 1994 fue promulgada la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente, la cual incorpora a la EIA como uno de los instrumentos de gestión ambiental (MINSEGPRES, 1994). En 1997 se publica el Decreto Supremo N°30 (D.S.30), que fue el primer Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), el cual establecía las disposiciones que rigen la EIA y la participación de la comunidad (MINSEGPRES, 1997). Luego en 2001, se realiza la primera modificación del RSEIA a través del Decreto Supremo N°95 (D.S.95) (MINSEGPRES, 2001). En 2010, se realiza una modificación significativa en el marco regulatorio ambiental chileno, con la promulgación de la Ley 20.417 que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. La creación del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) marca un hito en materia ambiental en Chile, ya que se introducen modificaciones en la participación ciudadana en Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), se incorpora la autodenuncia y el término anticipado del procedimiento de evaluación ambiental por falta de información relevante y esencial (Bergamini, 2015). Esta innovación legislativa implicó una nueva modificación del RSEIA dando origen al RSEIA actualmente vigente, correspondiente al Decreto Supremo N°40 (D.S. 40) (MMA, 2012).

La Figura 1.1 muestra la cronología de los principales cambios normativos asociados a la EIA en Chile, desde 1994 al presente.

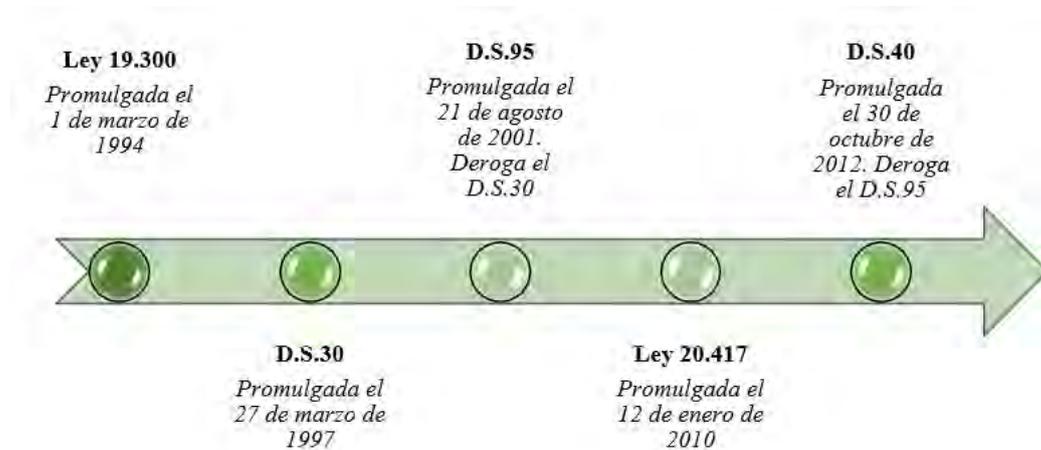


Figura 1.1. Principales cambios normativos asociados a la EIA en Chile, desde 1994 hasta la actualidad.

Desde la promulgación de la Ley 20.417, el Ministerio del Medio Ambiente es, en lo medular, la institución encargada de generar las políticas públicas en materia de medio ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), el encargado de administrar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) y la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA), es la institución encargada de la fiscalizar las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA), planes de prevención y descontaminación ambiental, normas de calidad ambiental y de emisión.

El artículo 10 de la Ley 19.300 y el artículo 3 del RSEIA detallan las tipologías de proyectos o actividades que deben ingresar obligatoriamente al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), las que se citan textualmente en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Tipologías de proyectos o actividades que ingresan obligatoriamente al SEIA (MINSEGPRES, 1994; MINSEGPRES, 2010; MMA, 2020).

Literal	Descripción
<i>a</i>	<i>Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas.</i>
<i>b</i>	<i>Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones.</i>
<i>c</i>	<i>Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW.</i>
<i>d</i>	<i>Reactores y establecimientos nucleares e instalaciones relacionadas.</i>
<i>e</i>	<i>Aeropuertos, terminales de buses, camiones y ferrocarriles, vías férreas, estaciones de servicio, autopistas y los caminos públicos que puedan afectar áreas protegidas.</i>
<i>f</i>	<i>Puertos, vías de navegación, astilleros y terminales marítimos.</i>
<i>g</i>	<i>Proyectos de desarrollo urbano o turístico, en zonas no comprendidas en alguno de los planes evaluados según lo dispuesto en el Párrafo 1 Bis.</i>
<i>h</i>	<i>Proyectos industriales o inmobiliarios que se ejecuten en zonas declaradas latentes o saturadas.</i>
<i>i</i>	<i>Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial áridos, turba o greda.</i>
<i>j</i>	<i>Oleoductos, gasoductos, ductos mineros u otros análogos.</i>
<i>k</i>	<i>Instalaciones fabriles, tales como metalúrgicas, químicas, textiles, productoras de materiales para la construcción, de equipos y productos metálicos y curtiembres, de dimensiones industriales.</i>
<i>l</i>	<i>Agroindustrias, mataderos, planteles y establos de crianza, lechería y engorda de animales, de dimensiones industriales.</i>
<i>m</i>	<i>Proyectos de desarrollo o explotación forestal en suelos frágiles, en terrenos cubiertos de bosque nativo, industrias de celulosa, pasta de papel y papel, plantas astilladoras, elaboradoras de madera y aserraderos, todos de</i>

Literal	Descripción
	<i>dimensiones industriales.</i>
n	<i>Proyectos de explotación intensiva, cultivo, y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos.</i>
ñ	<i>Producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas.</i>
o	<i>Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos.</i>
p	<i>Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas, humedales urbanos o en cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita.</i>
q	<i>Aplicación masiva de productos químicos en áreas urbanas o zonas rurales próximas a centros poblados, humedales, o a cursos o masas de agua que puedan ser afectadas.</i>
r	<i>Proyectos de desarrollo, cultivo o explotación, en las áreas mineras, agrícolas, forestales e hidrobiológicas que utilicen organismos genéticamente modificados con fines de producción y en áreas no confinadas.</i>
s	<i>Ejecución de obras o actividades que puedan significar una alteración física o química a los componentes bióticos, a sus interacciones o a los flujos ecosistémicos de humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del límite urbano, y que impliquen su relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o de áridos, la alteración de la barra terminal, de la vegetación azonal hídrica y ripariana, la extracción de la cubierta vegetal de turberas o el deterioro, menoscabo, transformación o invasión de la flora y la fauna contenida dentro del humedal, indistintamente de su superficie.</i>

La Ley 19.300 establece dos formas de ingreso de proyectos a evaluación ambiental: Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y Estudio de Impacto Ambiental (EsIA). Una DIA corresponde a un documento que describe el proyecto o actividad, el cual se presenta bajo juramento del titular, y el contenido es evaluado por los organismos competentes, para determinar si cumple con las regulaciones ambientales. En cambio, un EsIA es un documento detallado que incorpora las características del proyecto, además de identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales, e incorporar las medidas de mitigación, compensación y reparación que permiten hacerse cargo de los efectos adversos de carácter significativo que genera el proyecto (MINSEGPRES, 1994; MINSEGPRES, 2010).

Una DIA debe demostrar que no produce efectos significativos sobre la salud de las personas, recursos naturales renovables, sistemas de vida y costumbres, valor ambiental del territorio, valor paisajístico y turístico, y patrimonio cultural. En cambio, un EsIA debe hacerse cargo de los efectos significativos que produce y demostrar la no generación de impactos significativos respecto de los demás objetos de protección. Otra diferencia significativa entre ambos, es que un EsIA tiene obligatoriamente que realizar un proceso de participación ciudadana, en cambio en las DIA sólo si producen cargas ambientales, lo cual implica la generación de beneficio social y externalidades negativas, lo cual fue predefinido por el legislador para las tipologías a.1), b), c), d), e), f), j) y o) del artículo 3 del RSEIA. Además, en el caso de un EsIA es posible la realización de un Proceso de Consulta a Pueblos Indígenas (PCPI), en el caso en que se produzcan efectos significativos asociados a los artículos 7, 8 y 10 del RSEIA, si es que afectan directamente a grupos humanos indígenas (MMA, 2012).

En el periodo 1994–2018 fueron ingresados a evaluación ambiental en Chile un total de 25.096 proyectos, para los cuales se registra un 63,5% de aprobación. La Figura 1.2 muestra el total de proyectos ingresados y aprobados, separados por tipología de ingreso y región.



Figura 1.2. Proyectos ingresados y aprobados en el periodo 1994–2018 por región (información obtenida de www.sea.gob.cl).

1.2.2. Participación ciudadana y Proceso de Consulta a Pueblos Indígenas en la EIA

La participación ciudadana se inicia con la publicación del proyecto en el Diario Oficial (D.O.), que para el caso de un EsIA corresponde a un extracto y en el caso de las DIA las características generales del proyecto. Luego, de la publicación en el D.O., se anuncia el proyecto en medios de radiodifusión por al menos cinco días. En ambos casos para DIA y EsIA, los avisos radiales son visados previamente por el SEA.

En el caso de las DIA con carga ambiental, es posible solicitar la apertura de un proceso de participación ciudadana, pero se deben cumplir copulativamente la generación de beneficio social y de externalidades ambientales negativas. Para ello, se debe realizar una solicitud por escrito, la que puede ser realizada por al menos dos organizaciones ciudadanas con personalidad jurídica o diez personas naturales, como mínimo, las cuales se deben presentar en un plazo máximo de 10 días desde la publicación del proyecto en el Diario Oficial.

Entre los derechos que tienen los ciudadanos es el acceso a conocer el expediente del proyecto, asimismo, podrán formular observaciones ciudadanas como persona natural o jurídica, para ello se cuenta con un plazo de 20 días hábiles en DIA y 60 días hábiles en EsIA. En el caso de realizar observaciones se establece el derecho a obtener respuesta fundada a las observaciones, lo que se materializa en el Informe Consolidado de Evaluación (ICE) y Resolución de Calificación Ambiental (RCA), ésta última debe ser obligatoriamente notificada a los observantes. Adicionalmente, cuando el proyecto o los impactos ambientales que genera se modifiquen sustantivamente durante la evaluación ambiental, corresponde la apertura de una nueva etapa de participación ciudadana, de 30 días hábiles para los EsIA y 10 días hábiles para las DIA.

El PCPI se fundamenta en el Convenio N° 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y sólo aplica en EsIA, ya que se considera en los casos en que existe generación de los efectos significativos en relación al *reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos* (artículo N°7 del RSEIA), *localización y valor ambiental del territorio* (artículo N°8 del RSEIA) y *alteración del patrimonio cultural* (artículo N°10 del RSEIA) sobre grupos humanos pertenecientes a pueblos indígenas. Sin perjuicio de lo anterior, si se generan los *efectos señalados en relación a la salud de la población* (artículo N°5 del RSEIA), *efectos adversos significativos sobre recursos naturales renovables* (artículo N°6 del RSEIA) y *valor paisajístico o turístico* (artículo N°9 del RSEIA) sobre grupos humanos indígenas, es necesario realizar el análisis en función de la existencia de susceptibilidad de afectación directa, lo que podría generar que se originen los presupuestos para la apertura de una PCPI. Es importante, tener en consideración que la consulta indígena ha sido reglada en el RSEIA y adicionalmente existe un instructivo que establece las directrices para la implementación del proceso de consulta a pueblos indígenas, de conformidad con el Convenio N°169 de la OIT en el SEIA.

1.2.3. El Procedimiento de EIA

El proceso de evaluación ambiental, se inicia con el ingreso de un proyecto DIA o EsIA al Sistema de Evaluación de Impacto ambiental (SEIA), luego de ello corresponde dar revisión de los antecedentes, para lo cual se analiza “en forma”

que se cumpla con los criterios de admisibilidad que son distintos para DIA y EsIA, en el caso que el proyecto cumpla con los requisitos se declara admisible y si no cumple se declara inadmisibile mediante una resolución emitida por el Servicio de Evaluación Ambiental.

Una vez admitido a tramitación el proyecto es enviado a evaluar a los Organismos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (OAECAs), entre los que destacan: Consejo de Monumentos Nacionales, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Superintendencia de Servicios Sanitarios, Servicio Nacional de Geología y Minería, Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, Corporación Nacional Forestal, Dirección General de Aguas, Dirección de Vialidad, Dirección de Obras Hidráulicas, Servicio Agrícola y Ganadero, Superintendencia de Electricidad y Combustibles, Servicio Nacional de Turismo, Secretarías Regionales Ministeriales de Agricultura, de Bienes Nacionales, de Desarrollo Social, de Energía, de Salud, de Transporte y Telecomunicaciones, de Vivienda y Urbanismo, de Medio Ambiente y de Obras Públicas, Municipalidad respectiva, Gobierno Regional, además, dependiendo del tipo de proyecto es posible incorporar otros organismos públicos a la evaluación ambiental, por ej. Gobernación Marítima.

En paralelo, en los EsIA se visa un extracto del proyecto, el cual debe ser publicado a costa del titular en el Diario Oficial y Diario de Circulación Regional; en el caso de las DIA, se publican los datos del proyecto en el Diario Oficial y Diario de Circulación Regional directamente por el SEA. Una vez publicados los proyectos en los Diarios respectivos, para DIA y EsIA el titular a su costa debe transmitir un aviso radial en una radioemisora con cobertura en la zona de emplazamiento del proyecto, este aviso es previamente visado por el SEA.

En este punto, se generan diferencias entre las tipologías, ya que en el caso de los EsIA, una vez publicado el extracto en los Diarios comienza automáticamente el plazo de 60 días hábiles de participación ciudadana, en cambio en las DIA, existe un plazo de 10 días hábiles desde la publicación del proyecto en el Diario para solicitar fundadamente la apertura de un Proceso de Participación Ciudadana (PAC). Sin embargo, sólo será otorgada si es que se producen cargas ambientales, definido como que se produzcan externalidades ambientales negativas y beneficio social copulativamente, lo cual fue definido por

el legislador en el artículo 94 del D.S.40. Una vez iniciada la PAC, se propician reuniones por parte del SEA, principalmente con los habitantes que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto. Sin perjuicio de ello, es usual que se realicen actividades PAC fuera del área de influencia debido a las solicitudes de la ciudadanía, en estas reuniones generalmente se dan a conocer los deberes y derechos de la PAC, además de abordar elementos técnicos de los proyectos y es posible que participen los titulares de los proyectos, en caso de ser requerido por la ciudadanía.

En paralelo, los OAECAs realizan la evaluación técnica de los proyectos y envían un documento en respuesta a la solicitud de evaluación del SEA, posteriormente el SEA consolida la información y publica el primer informe consolidado de aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones (ICSARA). Éste es enviado al titular del proyecto, estableciendo un plazo máximo de respuesta para entregar la Adenda. Si durante el análisis de los OAECAS y/o producto de la revisión técnica que realiza el SEA, previo a la publicación del ICSARA, se detectase que el proyecto carece de información relevante o esencial, se realiza un término anticipado del procedimiento de evaluación.

Una vez ingresada la Adenda a evaluación, es enviada a los OAECAs para su revisión, quienes emiten un nuevo pronunciamiento, en este punto dependiendo de si los OAECAs se encontrasen conformes, podría corresponder directamente la elaboración del Informe Consolidado de Evaluación (ICE), en caso de haber observaciones se procederá a publicar por parte del SEA un ICSARA complementario, el cual es enviado al titular del proyecto, estableciendo un plazo máximo para el envío de la Adenda complementaria. Luego una vez ingresada la Adenda complementaria, es enviada a los OAECAs para su revisión, quienes emiten un nuevo pronunciamiento. Cabe mencionar que, en el caso de los EsIA es posible la emisión de un segundo ICSARA complementario o excepcional, lo cual no es posible en las DIA.

En esta etapa corresponde la elaboración del Informe Consolidado de Evaluación (ICE), el cual recoge todos los aspectos asociados a la evaluación ambiental del proyecto, estando su contenido mínimo establecido en el RSEIA. El ICE debe ser publicado en el expediente electrónico cinco días hábiles como mínimo previo a la calificación del proyecto en la Comisión de Evaluación

Ambiental (COEVA), la cual está conformada por el Delegado Presidencial Regional (quien la preside), los Secretarios Regionales Ministeriales de Medio Ambiente, de Salud, de Economía, de Energía, de Obras Públicas, de Agricultura, de Vivienda y Urbanismo, de Transporte y Telecomunicaciones, de Desarrollo Social y por el Director Regional del SEA.

Sin perjuicio de lo antes señalado, y en el caso de que la DIA o EsIA puedan causar impactos ambientales en zonas situadas en más de una región del país, corresponde la presentación ante el Director Ejecutivo del SEA, por lo tanto, todo el proceso de evaluación ambiental es administrado desde la Dirección Ejecutiva ubicada en la capital del país. En este caso, el Director Ejecutivo del SEA es quien califica el proyecto.

En la siguiente Figura 1.3 se presenta un diagrama simplificado del proceso de evaluación ambiental.

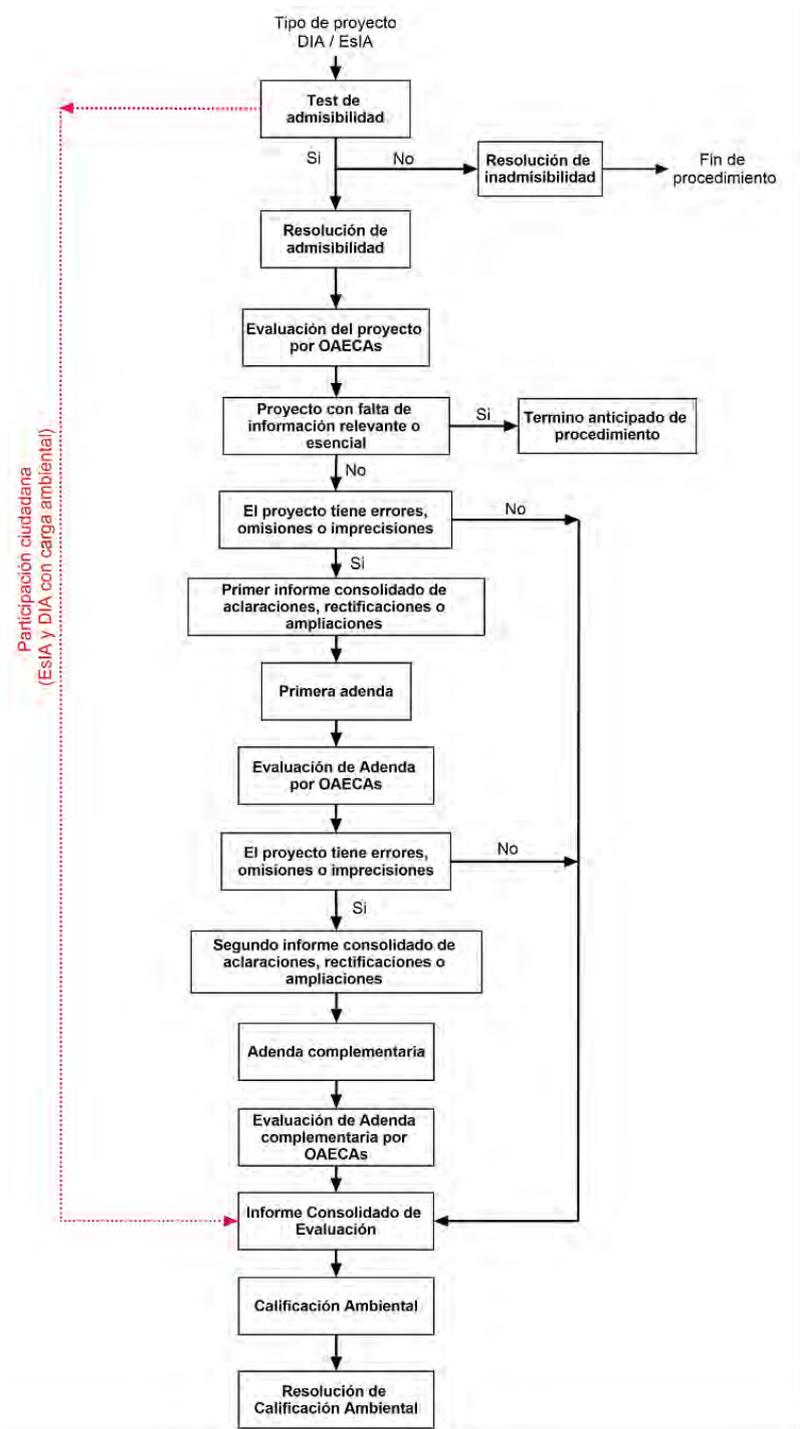


Figura 1.3. Diagrama simplificado del procedimiento de EIA chileno.

Un aspecto importante es que toda la tramitación del proyecto se realiza de manera electrónica, permitiéndose la utilización de firmas electrónicas durante el proceso de EIA, por parte del SEA, OAECAs y titulares. Además, cada proyecto posee un número identificadorio y cada documento que es cargado en la plataforma del Servicio de Evaluación Ambiental (www.sea.gob.cl) se le asigna un número de folio. Es importante tener en cuenta, que no es posible eliminar documentos luego de que son publicados en el expediente de un proyecto, por lo tanto, si durante la tramitación de un proyecto se publica erróneamente un documento, corresponde elaborar una resolución de anulación de documento y de esa forma se deja sin efecto en el respectivo expediente.

II – JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

II – JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

En la última década en Chile, ha existido un permanente cuestionamiento a la EIA, dada la alta sensibilidad ambiental que revisten algunos proyectos, lo que finalmente ha terminado desencadenando en conflictos ambientales en los territorios (CAPSEIA, 2017). Esto hace que Chile sea uno de los países con mayor cantidad de conflictos ambientales a nivel global, ocupando el puesto 14 de 181, tal y como pone de manifiesto el Atlas de Justicia Ambiental (Rungruangsakorn, 2021). Según el Instituto de Derechos Humanos, en 2020 hubieron 118 conflictos ambientales en Chile, correspondiendo el 37% al sector de la energía, el 8% a la minería, el 8% al saneamiento sanitario y el 7% a otros sectores (INDH, 2020). Los conflictos suelen originarse por la percepción de riesgo asociado a los proyectos, además de la permanente desconfianza de la sociedad respecto de la capacidad de la EIA para solventarlos. Bajo este problema subyace la necesidad de una actualización permanente de la normativa, lo que no ocurre con la fluidez que la sociedad espera. La EIA es el principal instrumento de gestión ambiental en Chile, y es utilizada como un procedimiento a través del cual se determina si un DIA o EsIA se ajusta a la normativa vigente.

Considerando lo antes señalado, es necesario desarrollar un procedimiento de análisis científico que permita valorar cuantitativamente el desempeño de la EIA en Chile. Es por ello que el objetivo principal de esta Tesis Doctoral es evaluar, desde una perspectiva científica, el desempeño global del Sistema de EIA en Chile.

Para alcanzar este objetivo principal, se plantean los siguientes objetivos específicos de investigación:

- Seleccionar una serie de criterios en base a la revisión de la literatura científica que permitan comparar el desempeño de la EIA en Chile con el existente en otros países que guardan similitudes ambientales y/o sociales con Chile, pero diferente grado de desarrollo normativo, como Canadá, Brasil y España.
- Proponer nuevos criterios que permitan comparar el desempeño de la EIA en Chile, a partir de la revisión sistemática de reportes y proyectos sometidos a evaluación.

- Evaluar el proceso de la EIA en Chile respecto del equivalente en Canadá, Brasil y España, a través de la aplicación de un conjunto de criterios definidos.
- Describir el estado del arte en la EIA en los rubros de acuicultura y saneamiento sanitario.
- Evaluar el desempeño de la EIA mediante una serie de indicadores en una muestra representativa de proyectos de acuicultura y saneamiento sanitario.
- Proponer oportunidades de mejora que permitan incrementar el desempeño de la EIA en Chile en general, y de la EIA concerniente a rubros de acuicultura y saneamiento sanitario en particular.

III – MATERIALES Y MÉTODOS

III – MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. SELECCIÓN DE CRITERIOS CONVENCIONALES PARA LA COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE EIA

Para la selección de criterios se realizó una revisión de las bases de datos tales como e-libro, Web of Science, SCOPUS, SciELO, desde donde fueron seleccionados todos los documentos en los cuales se evaluó comparativamente sistemas de EIA, entre ellos: artículos científicos, libros, tesis doctorales, reportes oficiales de Gobiernos y organizaciones internacionales (Ej. ONU, Banco Mundial, etc.), desde donde fue identificada la información y criterios relevantes para comparar modelos de EIA.

De la revisión anterior, se seleccionaron los criterios utilizados por Wood (1995), Annandale (2001), Ahmad y Wood (2002), y Khosravi et al. (2019) en el análisis de la EIA en diferentes países.

En resumen, se seleccionaron un total de 18 criterios distribuidos como sigue: 15 criterios de Ahmad y Wood (2002) principalmente por la robustez de los requisitos de la EIA, un criterio de Annandale (2001) dada la necesidad de evaluar el apoyo administrativo y dos criterios de Khosravi et al. (2019) por la importancia que tiene la centralización y la obtención de una licencia ambiental en los países.

3.2. DEFINICIÓN DE NUEVOS CRITERIOS PARA LA COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE EIA

Para la definición de los nuevos criterios de evaluación de la EIA, se revisó sistemáticamente el informe de la Comisión Asesora Presidencial para la evaluación del SEIA. Este reporte fue encargado por el Gobierno de Chile durante los años 2015 a 2017, y en ese contexto, se realizaron talleres en las regiones de Atacama, Biobio, Los Lagos y Magallanes, que compilaron una apreciación transversal de las principales debilidades y fortalezas del SEIA.

Considerando lo anterior, se identificaron las principales debilidades y/o preocupaciones identificadas en el informe de la Comisión Asesora Presidencial

que no se encontraban contenidas en los criterios seleccionados en la sección anterior (3.1), siendo identificados 4 nuevos criterios, uno correspondiente a la categoría “Proceso de EIA” y tres a “Post EIA”.

3.3. EVALUACIÓN COMPARATIVA E INDIVIDUAL DE LOS SISTEMAS DE EIA

Los 22 criterios seleccionados, es decir los 18 criterios convencionales indicados en la sección 3.1 más los 4 nuevos criterios de la sección 3.2, fueron utilizados para comparar los sistemas de EIA de Chile con Brasil, España y Canadá. Para ello, se obtuvo información de las páginas web oficiales de los Gobiernos de Chile (www.sea.gob.cl), Brasil (<http://www.mma.gov.br>), España (<https://www.miteco.gob.es/>) y Canadá (<https://www.canada.ca/en/services/environment.html>). La búsqueda incluyó la revisión de la normativa, instructivos, guías y estudios de cada país. Además, se realizó revisión de artículos científicos y tesis doctorales relacionados con cada uno de los países analizados.

Para la comparación cualitativa de los criterios de evaluación, se utilizó una escala ordinal de 1 a 5 de acuerdo con lo indicado en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Clasificación utilizada para evaluar los criterios.

Descripción	Valor
Criterio no incluido en el marco legal; no se evidencian lineamientos o implementación indicativos.	1
Criterio no recogido explícitamente en la legislación y/o modelos de procedimientos, aunque se evidencia su uso en casos particulares.	2
Criterio incluido en legislación y/o procedimientos del modelo, aunque no se evidencia su uso ocasional y/o permanente en el sistema de EIA.	3
Criterio utilizado en un marco normativo o indicativo, pero no en todos los casos ni de forma permanente.	4
Criterio incluido en el marco normativo o indicativo, con evidencia de su aplicación permanente en el sistema de EIA.	5

3.4. RECOLECCIÓN DE DATOS DE ACUICULTURA Y SANEAMIENTO SANITARIO

La recopilación de datos se realizó revisando la página oficial del Servicio de Evaluación Ambiental www.sea.gob.cl, específicamente en la sección “*búsqueda avanzada de proyectos*”. Para la búsqueda de información se filtraron proyectos por literal “n” en el caso de proyectos de acuicultura y “o” en proyectos de saneamiento sanitario, separados por DIA y EsIA entre los años 1994 y 2019. Los proyectos fueron ordenados por región, estado y periodo normativo en el que fueron sometidos (Lacy, 2017; Campero et al., 2021). La Figura 3.1 muestra una captura de pantalla del buscador avanzado de la página web del SEA.

Busqueda de proyectos

Buscador de Proyectos por Comuna

Nombre de Proyecto:

Folio del Expediente: Ej. 2018-99-2

Región:

<input type="checkbox"/> Interregional	<input type="checkbox"/> Región de Coquimbo	<input type="checkbox"/> Región de La Araucanía
<input type="checkbox"/> Región Metropolitana de Santiago	<input type="checkbox"/> Región de Valparaíso	<input type="checkbox"/> Región de Los Ríos
<input type="checkbox"/> Región de Árica y Fannacota	<input type="checkbox"/> Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	<input type="checkbox"/> Región de Los Lagos
<input type="checkbox"/> Región de Tarapacá	<input type="checkbox"/> Región del Maule	<input type="checkbox"/> Región de Aysén
<input type="checkbox"/> Región de Antofagasta	<input type="checkbox"/> Región de Ñuble	<input type="checkbox"/> Región de Magallanes y Antártica Chilena
<input type="checkbox"/> Región de Atacama	<input type="checkbox"/> Región del Biobío	

Tipo de presentación: EIA DIA AMBOS

Fecha de presentación: Desde Hasta

Fecha de calificación: Desde Hasta

Estado del proyecto:

<input type="checkbox"/> En Admisión	<input type="checkbox"/> No Admitido a Tramitación	<input type="checkbox"/> Caducado
<input type="checkbox"/> En Calificación	<input type="checkbox"/> No calificado	<input type="checkbox"/> Revocado
<input type="checkbox"/> Aprobado	<input type="checkbox"/> Desistido	<input type="checkbox"/> Renuncia RCA
<input type="checkbox"/> Rechazado	<input type="checkbox"/> Abandonado	<input type="checkbox"/> Ingresados Art.94 RSEIA

Seleccionar Todos:

Sectores Productivos:

<input type="checkbox"/> Agropecuario	<input type="checkbox"/> Infraestructura Hidráulica	<input type="checkbox"/> Pesca y Acuicultura
<input type="checkbox"/> Energía	<input type="checkbox"/> Infraestructura Portuaria	<input type="checkbox"/> Planificación Territorial e Inmobiliarios en Zonas
<input type="checkbox"/> Equipamiento	<input type="checkbox"/> Inmobiliarios	<input type="checkbox"/> Saneamiento Ambiental
<input type="checkbox"/> Forestal	<input type="checkbox"/> Instalaciones fabriles varias	<input type="checkbox"/> Otros
<input type="checkbox"/> Infraestructura de transporte	<input type="checkbox"/> Minería	

Buscar

Figura 3.1. Buscador avanzado de proyectos en página oficial del SEA (<https://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyecto.php>).

3.5. SELECCIÓN DE LA MUESTRA DE PROYECTOS

Se utilizó un muestreo estratificado proporcional, teniendo en cuenta una población finita y la significancia estadística consideró un nivel de confianza del

90% y un error del 10% (López-Roldan, 2015; Taherdoost, 2016). La fórmula utilizada corresponde a:

$$\eta = \frac{N Z^2 P Q}{e^2 (N - 1) + Z^2 P Q} \quad (1)$$

donde η = tamaño de muestra, e = error de la muestra, N = tamaño de la población, P = porcentaje de individuos con la condición, Q = porcentaje de individuos sin la condición, y Z = nivel de confianza.

El tamaño de la muestra fue seleccionado de la categoría “aprobado” únicamente y excluyeron proyectos interregionales. La Tabla 3.2 presenta el tamaño de muestra seleccionado por región y tipología.

Tabla 3.2. Proyectos de acuicultura y saneamiento sanitario seleccionados en cada región de Chile.

Macrozona	Región	Saneamiento Sanitario		Acuicultura	
		EsIA	DIA	EsIA	DIA
Zona Norte	XV, Arica y Parinacota	1	2		
	I, Tarapacá	1	2		1
	II, Antofagasta	1	2		
	III, Atacama	2	1		1
	IV, Coquimbo		3		1
Zona Central	V, Valparaíso	1	3		
	RM, Metropolitana	2	7		
	VI, O'Higgins		4		
	VII, Maule	1	9		
Zona Sur	XVI, Ñuble	1	2		
	VIII, Bio Bio	1	4		1
	IX, La Araucanía	1	3		2
	XIV, Los Ríos	1	1		1

Macrozona	Región	Saneamiento Sanitario		Acuicultura	
		EsIA	DIA	EsIA	DIA
	X, Los Lagos	1	10	1	35
Zona	XI, Aysén	1	6	2	20
Austral	XII, Magallanes		2		4
	Total	15	61	3	66

Asimismo, la Figura 3.2 muestra el mapa con las distintas macrozonas y regiones del país para una mejor identificación del área de estudio.

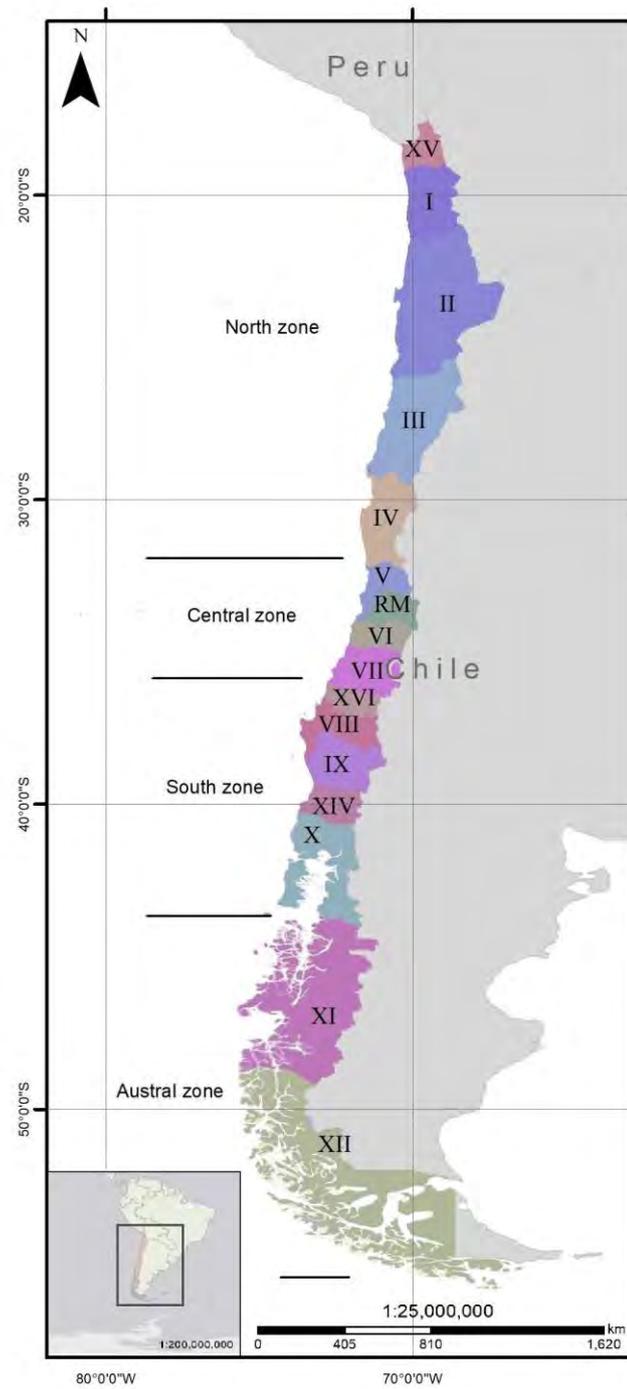


Figura 3.2. Regiones y macrozonas del área de estudio.

3.6. SELECCIÓN DE INDICADORES Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

En el caso de los proyectos de acuicultura, el análisis se focalizó en el proceso de EIA, para lo cual se revisaron los criterios indicados en la sección 3.1 de la metodología. Para el caso de los proyectos de saneamiento sanitario, la selección de indicadores se realizó tras la revisión de los indicadores señalados en la sección 3.1 y 3.2, con foco en la post evaluación ambiental. Posteriormente, se analizó la información de cada proyecto en el expediente electrónico en ambas muestras seleccionadas. La Tabla 3.3 presenta un resumen de los indicadores seleccionados para analizar los proyectos de acuicultura. La Tabla 3.4 muestra los indicadores utilizados en el análisis de los proyectos de saneamiento sanitario.

Tabla 3.3. Indicadores seleccionados para comparar proyectos de acuicultura.

Indicador	Código	Referencia	Descripción	Puntaje
Tiempo de procesamiento	A	Annandale (2001); Rodríguez-Luna et al. (2021)	≥361	1
			271–360	2
			181–270	3
			91–180	4
			1–90	5
Descripción y justificación del área de influencia	B	Rodríguez-Luna et al. (2021)	No hay información sobre el área de influencia	1
			Información no justificada	2
			Solo información general	3
			Información moderadamente justificada	4
			Información detallada y justificada	5
Se incluyen los profesionales que elaboraron los informes	C	CAPSEIA (2017)	El desarrollador del proyecto es desconocido	1
			Únicamente mención de la consultora desarrolladora	2
			Detalla las personas que desarrollaron el proyecto, pero no su experiencia.	3

Indicador	Código	Referencia	Descripción	Puntaje
			Detalla las personas que desarrollaron el proyecto y la función, pero no su experiencia.	4
			Detalla título profesional y función de cada persona involucrada en el proyecto	5
Metodología para identificar y evaluar impactos ambientales	D	CAPSEIA (2017)	Si	2
			No	1
Número de OAECAs participantes en la evaluación del proyecto	E	-	Una escala numérica continua fue utilizada	No aplica
Uso de normativas internacionales como referencia	F	CAPSEIA (2017)	Si	2
			No	1
Existencia de medidas de mitigación	G	Ahmad y Wood (2002); Rodríguez-	Si	2
		Luna et al. (2021)	No	1
Existencia de medidas de reparación	H	Ahmad y Wood (2002); Rodríguez-	Si	2
		Luna et al. (2021)	No	1
Identificación de medidas de contingencia y emergencia	I	Ahmad y Wood (2002)	Si	2
			No	1
Consulta y participación	J	Wood (1995); Ahmad y Wood	Si	2

Indicador	Código	Referencia	Descripción	Puntaje
		(2002); Khosravi et al. (2019); Rodríguez-Luna et al. (2021)	No	1
Apelación después de la aprobación o rechazo del proyecto	K	Ahmad y Wood (2002); Rodríguez-Luna et al. (2021)	Si	2
			No	1
Supervisión y sanción por incumplimiento	L	Rodríguez-Luna et al. (2021)	No hay información sobre la supervisión	1
			Proyecto no supervisado	2
			Incumplimiento de las RCA o Permisos Sectoriales	3
			Proceso de sanción con amonestación, multa y/o programa de cumplimiento	4
			Cumplimiento en el proceso de inspección y sanción	5
Existencia de medidas de compensación	M	Ahmad y Wood (2002); Rodríguez-Luna et al. (2021)	Si	2
			No	1
Estado inicial	N	-	Sin información	1
			Solicitud de permisos sectoriales sin RCA	2
			Sin inicio de obras	3
			En construcción	4
			En la operación	5

Tabla 3.4. Indicadores seleccionados para comparar proyectos de saneamiento sanitario.

Indicador	Código	Referencia	Descripción	Puntaje
Tiempo de procesamiento	A	Rodríguez-Luna et al. (2022)	≥361	1
			271–360	2
			181–270	3
			91–180	4
			1–90	5
Descripción y justificación del área de influencia	B	Rodríguez-Luna et al. (2022)	No hay información sobre el área de influencia	1
			Información no justificada	2
			Solo información general	3
			Información moderadamente justificada	4
			Información detallada y justificada	5
Metodología para identificar y evaluar impactos ambientales	C	CAPSEIA (2017); Rodríguez-Luna et al. (2022)	Si	2
			No	1
Uso de normativas internacionales como referencia	D	CAPSEIA (2017); Rodríguez-Luna et al. (2022)	Si	2
			No	1
Existencia de medidas de mitigación	E	Ahmad y Wood (2002); Rodríguez-Luna et al. (2022)	Si	2
			No	1
Existencia de medidas de compensación	F	Ahmad y Wood (2002); Rodríguez-Luna et al. (2022)	Si	2
			No	1
Existencia de	G	Ahmad y Wood	Si	2

Indicador	Código	Referencia	Descripción	Puntaje
medidas de reparación		(2002); Rodríguez-Luna et al. (2022)	No	1
Identificación de medidas de contingencia y emergencia	H	Ahmad y Wood	Si	2
		(2002); Rodríguez-Luna et al. (2022)	No	1
Consulta y participación	I	Wood (1995); Ahmad y Wood	Si	2
		(2002); Khosravi et al. (2019); Rodríguez-Luna et al. (2022)	No	1
Apelación después de la aprobación o rechazo del proyecto	J	Ahmad y Wood	Si	2
		(2002); Rodríguez-Luna et al. (2022)	No	1
Información pública después de obtenida la licencia ambiental	K	Rodríguez-Luna et al. (2021)	Si	2
			No	1
Fiscalización	L		No hay información sobre fiscalización o el proyecto no ha sido supervisado	1
		CAPSEIA (2017); Rodríguez-Luna et al. (2022)	Proyecto sin incumplimientos	2
			Incumplimiento en las RCA o permisos sectoriales	3
Castigo por incumplimiento	M		Sin información	1
		CAPSEIA (2017); Rodríguez-Luna et al. (2022)	Proyecto sin infracción	2
			Infracción no clasificada o menor	3
			Infracción grave	4
			Infracción muy grave	5
Inversión (MUSD)	N	-	0-0.5	1

Indicador	Código	Referencia	Descripción	Puntaje
			>0.5-1	2
			>1-10	3
			>10-100	4
			>100	5

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS

Se elaboró una matriz de doble entrada que consideró en las columnas los países y en las filas los criterios indicados en la sección 3.1 y 3.2. A partir de esta matriz se analizó el nivel de similitud entre los sistemas de EIA de Chile, España, Brasil y Canadá utilizando complementariamente dos herramientas estadísticas multivariadas. En primer lugar, se realizó un Análisis de Conglomerados Jerárquicos utilizando el vecino más cercano como método de aglomeración y la distancia euclidiana como medida de similitud (Trevor et al., 2009; Clarke et al., 2014). Posteriormente, se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA), el cual es una técnica de multivariado que reduce la dimensionalidad de las variables y también permite representar gráficamente las similitudes.

Para el análisis de datos de las muestras de proyectos de acuicultura (Tabla 3.3) y saneamiento sanitario (Tabla 3.4), se tabularon en las columnas los proyectos y en las filas los indicadores, dando origen a una matriz de doble entrada. Las variables fueron transformadas en raíces cuadradas y el resultado se estandarizó por el total (Clarke et al., 2014). Posteriormente, se realizó un Análisis de Coordenadas Principales (PCoA), el cual permite identificar los patrones y relaciones entre proyectos, considerando los indicadores seleccionados (Gower, 1966). El PCoA reduce la dimensionalidad y encuentra similitudes entre los indicadores y objetos, resguardando la información de las relacionada relevante entre la muestra de datos y determinando una matriz de similitud (Anderson, 2003; Clarke, 2014). Para comparar los tipos de proyectos, se realizó un análisis de varianza multivariante permutacional (Permanova) y se realizó un análisis

jerárquico de conglomerados utilizando la prueba de Simprof. Para el análisis numérico y gráfico se utilizó el programa Primer 7 v7.0.13 de PRIMER-e 2020®.

3.8. DETERMINACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA

A partir del análisis estadístico mencionado en el punto anterior, se evidenciaron puntajes mínimos y máximos asociados a cada criterio e indicador, por lo que esto permitió determinar conglomerados y grupos, además de diferencias significativas entre grupos, de lo cual se identificaron oportunidades de mejora asociadas a la EIA.

IV – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DEFINICIÓN DE CRITERIOS

4.1.1. Criterios convencionales seleccionados

A partir de la revisión de la literatura, se seleccionaron los 18 criterios utilizados por Wood (1995), Annandale (2001), Ahmad y Wood (2002), y Khosravi et al. (2019) para el análisis de la EIA en diferentes países. En la Tabla 4.1 se presentan los criterios seleccionados por autor y agrupados por categoría.

Tabla 4.1. Criterios convencionales seleccionados para la evaluación de sistemas de EIA.

Categoría	Código	Criterio	Autor
Legislación de EIA	A	Base legal	Ahmad y Wood (2002)
	B	Opciones para la apelación a las decisiones por parte del proponente del proyecto y de la ciudadanía	Ahmad y Wood (2002)
	C	Especificación legal o procesal de los plazos	Ahmad y Wood (2002)
	D	Implicancias de proceder sin la aprobación de la EIA	Khosravi et al. (2019)
Administración de la EIA	G	Revisión del informe EIA	Ahmad y Wood (2002)
	H	Soporte administrativo	Annandale (2001)
	I	Autoridad competente para EIA y determinación de aceptabilidad ambiental	Ahmad y Wood (2002)
	J	Centralización de la EIA a nivel nacional	Khosravi et al. (2019)
Proceso de EIA	N	Alternativas para el diseño	Ahmad y Wood (2002)
	O	Screening	Ahmad y Wood (2002)

Categoría	Código	Criterio	Autor
	P	Scoping	Ahmad y Wood (2002)
	Q	Contenido del informe EIA	Ahmad y Wood (2002)
	R	Adopción de decisiones	Ahmad y Wood (2002)
	S	Control de impactos	Ahmad y Wood (2002)
	T	Mitigación	Ahmad y Wood (2002)
	U	Consulta y participación	Ahmad y Wood (2002)
	V	Sistemas de control	Ahmad y Wood (2002)
	W	Evaluación ambiental estratégica	Ahmad y Wood (2002)

4.1.2. Nuevos criterios identificados

A partir de la revisión sistemáticamente del informe de la Comisión Asesora Presidencial para la evaluación del SEIA, en donde se identificaron debilidades y fortalezas de la EIA en Chile, se identificaron cuatro nuevos criterios que son relevantes de evaluar comparativamente, dada su importancia para la idiosincrasia chilena. A continuación, en la Tabla 4.2 se presentan los nuevos criterios de evaluación seleccionados separados por categoría.

Tabla 4.2. Nuevos criterios seleccionados para la EIA.

Código	Criterio	Categoría
AA	Información de línea de base	Proceso de EIA
AB	Proceso de información pública y post-evaluación	
AC	Supervisión y sanción por incumplimiento	Post EIA
AD	Resolución de controversias ambientales	

4.2. APLICACIÓN DE CRITERIOS BIBLIOGRÁFICOS Y NUEVOS CRITERIOS PARA COMPARAR LA EIA DE CHILE, BRASIL, ESPAÑA Y CANADÁ

Luego de la selección de los criterios bibliográficos (Tabla 4.1) y nuevos criterios seleccionados (Tabla 4.2) fue posible generar el ranking establecido en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Aplicación de criterios a los cuatro sistemas de EIA.

Categoría: EIA Legislación					
Criterio	Código	Chile	Brasil	España	Canadá
Base legal	A	Ley 19.300 de 1994 de Bases Generales del Medio Ambiente y sus modificaciones (MINSEGPRES, 1994; 2010). D.S. 40/2012 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (MMA, 2012). P = 5	Ley 6.938 de 1981 Política Nacional Ambiental (Turra et al., 2017). Decreto Federal 88.351 de 1983 del Consejo Nacional del Ambiente, Resoluciones 001 del 23 de enero de 1986 y 237 del 19 de diciembre de 1997 sobre lineamientos para la aplicación y uso de la EIA (De Oliviera, 2013). P = 5	Ley 21 de Evaluación Ambiental, de 9 de diciembre de 2013 (BOE, 2013). P = 5	Ley de Evaluación Ambiental de Canadá del 6 de julio de 2012 y su reciente Ley de Evaluación de Impacto del 16 de enero de 2019 (CEAA, 2012; CEAA, 2019b). P = 5
Opciones para la apelación a las decisiones por parte del proponente del proyecto y de la ciudadanía	B	Hay posibilidad de apelación. Las reclamaciones para las DIA se realizan al Director Ejecutivo del SEA; si el proyecto fue sometido EsIA, los recursos deben interponerse a través del Comité de Ministros (MMA, 2012). P = 5	En general, no cabe recurso por la vía administrativa. P = 1	Hay posibilidad de apelación. Dispone que en caso de discrepancias entre el órgano decisorio y el órgano ambiental sobre el contenido de la declaración ambiental del proyecto y/o estratégico, resolverá el Consejo de Ministros o el órgano competente de la Comunidad Autónoma. P = 5	No se considera la posibilidad de que un miembro del público o un proponente de un proyecto recurra las decisiones administrativas (CEAA, 2019a). P = 1
Especificación legal o procesal de los plazos	C	Se incluyen los plazos asociados al EIA. P = 5	Se incluyen los plazos asociados al EIA. P = 5	Se incluyen los plazos asociados al EIA. P = 5	Se incluyen los plazos asociados al EIA. P = 5
Implicancias de proceder sin la aprobación de la EIA	D	Una elusión de ingreso al SEIA, podría ser considerada como una infracción grave (MMA, 2010). P = 5	El responsable puede ser detenido de uno a seis meses, se podría aplicar una multa o ambas acumulativamente (SAL, 1998; Matus et al., 2003). P = 5	Puede tipificarse como infracción muy grave. P = 5	Sin información. P = no

Categoría: EIA administración					
criterio	Código	Chile	Brasil	España	Canadá
Revisión del informe EIA	G	La revisión de las DIA y EsIA es realizada por los OAECAs participantes del proceso de EIA. El Servicio de Evaluación ambiental administra todo el proceso (MMA, 2012). P = 5	Las Agencias Ambientales realizan la revisión. Este criterio es una de las fortalezas del sistema brasileño (Sánchez, 2013; Fonseca, 2017) P = 5	La Autoridad Ambiental Española realiza la revisión formal del expediente de evaluación ambiental (BOE, 2013). P = 5	Se le puede solicitar a la CEEA que realiza la revisión que responda preguntas sobre el informe de la EIA (Wood, 1995; CEEA, 2012). P = 5
Soporte administrativo	H	El financiamiento se define por Ley. Hay disponibilidad de recursos humanos y financieros para gestionar la EIA. P = 4	Hay escasez de personal capacitado y calificado (Chalotra y Dharmendra, 2016). P = 2	Hay disponibilidad de recursos humanos y financieros para llevar a cabo el proceso de EIA. P = 4	Existen disponibilidades de recursos humanos y financieros para una adecuada EIA (CEEA, 2012). P = 4
Autoridad competente para EIA y determinación de aceptabilidad ambiental	I	El SEA determina la aceptabilidad del proyecto, para lo cual se realiza un test de admisibilidad. P = 5	Se realiza aceptabilidad de los informes por parte de la autoridad. P = 5	La aceptabilidad de la información la realiza el órgano ambiental. P = 5	La CEEA determina la aceptabilidad del proyecto. P = 5
Centralización de la EIA a nivel nacional	J	El proceso se realiza a nivel regional, excepto los proyectos interregionales, que son evaluados y calificados por el Director Ejecutivo. Sin embargo, las directrices se elaboran en el nivel nacional y las apelaciones realizan al nivel central. P = 3	El sistema de EIA brasileño tiene un alto grado de centralización (Chalotra y Dharmendra, 2016). P = 2	Las Comunidades Autónomas tienen plena competencia en materia ambiental, salvo los proyectos que el Gobierno Central considere de interés nacional. P = 5	Al ser Canadá un país federal, cada provincia tiene su propia legislación, pero debe cumplir con los requisitos de la ley federal (Perevochtchikova y André, 2013). P = 5

Categoría: Proceso de EIA

Criterio	Código	Chile	Brasil	España	Canadá
Alternativas para el diseño	N	El modelo no exige la presentación de alternativas. P = 1	Presentación obligatoria de todas las alternativas tecnológicas y ubicación del proyecto, frente a la hipótesis de no ejecución de un proyecto (De Oliviera, 2013; CONAMA, 1986). P = 5	Los proponentes deben presentar alternativas y justificar la solución adoptada, considerando la alternativa de no ejecutar el proyecto (BOE, 2013; De Thomas, 2014). P = 5	Las alternativas técnicas deben incorporarse al proyecto, incluida la viabilidad económica y los efectos ambientales de todas las alternativas (CEAA, 2012; Perevochtchikova y André, 2013). P = 5
Screening	O	Se establece una lista de categorías que deben ser objeto de EIA. Asimismo, el proponente puede consultar si ingresa obligatoriamente al SEIA, a través de una consulta de pertinencia (MINSEGPRES, 1994). P = 5	El screening no está explícitamente definido en las normas que rigen la EIA (De Oliviera, 2013). No obstante, Fonseca et al. (2017) indican que el cribado se realiza en la primera etapa de tramitación y Sánchez (2013) señala que la existencia de una lista positiva de proyectos en la Resolución 1/86 implica que implícitamente pueden ser considerados. P = 2	Se incluyen los criterios por los cuales un proyecto ingresa a un EIA, y en algunos casos el análisis se realiza sobre bases de casos, incorporando a la autoridad ambiental regional y otros organismos públicos y privados (BOE, 2013). P = 5	Los aspectos asociados se envían a screening (CEAA, 2012). P = 5
Scoping	P	No está incorporado en las normas que rigen la EIA (MMA, 2012). P = 1	No está incorporado en las normas que rigen la EIA (De Oliviera, 2013; Borioni et al., 2017). P = 2	Se establece que el órgano rector debe consultar a los organismos públicos y personas interesadas en el proyecto (BOE, 2013). P = 5	Se incorpora como requisito general en el proceso de EIA (Wood, 1995). Existen diferentes enfoques: revisión externa y revisión interna (Perevochtchikova y André, 2013). P = 5

Categoría: Proceso de EIA

Criterio	Código	Chile	Brasil	España	Canadá
Contenido del informe EIA	Q	El contenido específico y diferenciado de los procedimientos es requerido para DIA y EsIA (MMA, 2012). P = 5	Se establece el contenido a presentar (CONAMA, 1986). P = 5	El contenido a presentar se ajusta a la tramitación ordinaria y simplificada (BOE, 2013). P = 5	Se establece el contenido mínimo a presentar para cada proyecto (EAEC, 2012; Perevochtchikova y André, 2013). P = 5
Adopción de decisiones	R	Los proyectos se presentan a la Comisión de Evaluación para su aprobación o rechazo si son regionales, y al Director Ejecutivo si son interregionales. La decisión se basa en la propuesta técnica hecha por la SEA, pero en algunos casos la decisión final no es consecuente con la recomendación técnica; esto suele ocurrir en proyectos con fuerte oposición pública. P = 4	El procedimiento es burocrático y está influenciado por presiones políticas y económicas (Chalotra y Dharmendra, 2016). P = 2	Se otorga o deniega la licencia ambiental con base en los antecedentes y la justificación descrita en el proceso de Evaluación Ambiental. P = 4	Con base en el proceso, la CEAA propone la aprobación o rechazo del proyecto al Ministro de Medio Ambiente. P = 4
Control de impactos	S	Se requiere un Plan de Seguimiento de variables para EsIA y un Plan de cumplimiento de la normativa DIA (MMA, 2012). P = 5	Se requiere el desarrollo de un programa de monitoreo y seguimiento de los impactos tanto positivos como negativos, indicando los factores y parámetros a considerar (CONAMA, 1986). P = 5	Existe la obligación de incorporar un programa de vigilancia ambiental en los proyectos ordinarios y simplificados (BOE, 2013). P = 5	Se debe considerar un programa de seguimiento para cada proyecto (Wood, 1995; EAEC, 2012). P = 5
Mitigación	T	Se establece la incorporación de planes de mitigación, reparación y compensación, pero solo es aplicable para EsIA. Para DIA la incorporación de medidas de manejo ambiental es posible (MMA, 2012). P = 5	Se requiere la definición de medidas de mitigación de impactos negativos (CONAMA, 1986). P = 5	Es obligatorio incluir la prevención, corrección y compensación de los efectos adversos sobre el medio ambiente, para los procedimientos ordinarios y simplificados (BOE, 2013). P = 5	Es requerimiento prevenir, corregir y compensar los efectos adversos significativos sobre el medio ambiente (Wood, 1995; CEAA, 2012). P = 5

Categoría: Proceso de EIA

Criterio	Código	Chile	Brasil	España	Canadá
Consulta y participación	U	<p>La participación ciudadana comienza después de la presentación de los proyectos.</p> <p>Define el derecho de los ciudadanos a acceder y comprender el expediente físico y electrónico de la evaluación y a opinar sobre las causales a considerar en el proceso y pronunciarse sobre las mismas. La participación ciudadana es obligatoria en los EsIA, pero solo se aplica a algunos DIA. En el EsIA, en caso de generar impactos significativos sobre grupos humanos indígenas es posible realizar un PCPI (MMA, 2012; Mirosevic, 2011).</p> <p>P = 4</p>	<p>Se establece la posibilidad de realizar audiencias públicas para la presentación del proyecto e informe de impacto ambiental. La audiencia pública puede ser solicitada por las autoridades civiles, el Ministerio Público o 50 o más ciudadanos. Es deber de la Agencia Ambiental asegurarse de que se realice la audiencia, anunciándola en la prensa local (CONAMA, 1987). Algunos autores han analizado la efectividad real de los procesos de participación ciudadana y muestran el descontento de los participantes con su formato y efectividad. Este es uno de los criterios más débiles en el modelo de EIA de Brasil (Sánchez, 2013; Fonseca et al, 2017.).</p> <p>P = 3</p>	<p>Establece la posibilidad de consultar a los organismos públicos y a las personas directamente afectadas, aunque no especifica procesos adicionales complejos de participación ciudadana.</p> <p>P = 3</p>	<p>La participación ciudadana es obligatoria en proyectos mayores (incluyendo la participación temprana) y discrecional en proyectos menores. La Agencia anima a los ciudadanos a participar en los proyectos y cuenta con un programa de financiación de participantes, que está disponible para las evaluaciones realizadas por la Agencia y el Panel de Revisión y establece un nivel de financiación regular y otro para la financiación aborigen (CEAA, 2015).</p> <p>P = 5</p>
Sistemas de control	V	<p>El SEA controla el SEIA. Hay un consejo asesor representativo que se reúne para analizar propuestas para mejorar y fomentar la participación pública en la EIA.</p> <p>P = 5</p>	<p>La Agencia Ambiental depende del tipo y características del proyecto o actividad, por lo que este Organismo puede ser Estatal, Federal o Municipal (Fernandes et al, 2017; LCP, 2011). El sistema de control está disperso entre varias instituciones con competencia ambiental (CONAMA, 1997).</p> <p>P = 3</p>	<p>Hay una organización a nivel nacional que controla el sistema porque los poderes se transfieren a los gobiernos regionales.</p> <p>P = 3</p>	<p>La CEAA controla el sistema de EIA. La legislación establece la obligación de preparar un informe al final del ejercicio fiscal.</p> <p>P = 5</p>

Categoría: Proceso de EIA					
Criterio	Código	Chile	Brasil	España	Canadá
Evaluación ambiental estratégica	W	<p>Los instrumentos de ordenamiento territorial están sujetos a la Evaluación Ambiental Estratégica y quien revisa son las Secretarías del Medio Ambiente y el nivel central (MINSEGPRES, 2010).</p> <p>En general, las observaciones son consideradas, pero el proceso no es vinculante.</p> <p>P = 3</p>	<p>No existe obligación legal de presentar planes y programas a la SEA, por lo que su presentación se considera voluntaria (Davidivic, 2014).</p> <p>P = 1</p>	<p>El procedimiento está recogido en la Ley de Evaluación Ambiental, que contempla un procedimiento ordinario y simplificado para la realización de una EAE, estableciendo un proceso casi homólogo a un proyecto de EIA (BOE, 2013).</p> <p>P = 5</p>	<p>La EAE está regulada por una directiva de conducta, y se aplica a políticas, planes y programas; el dueño del proceso es la CEEA (CEEA, 2010).</p> <p>P = 5</p>
Información de línea de base	AA	<p>Lo proporciona el proponente, que contrata a una empresa para que elabore los estudios.</p> <p>P = 4</p>	<p>Lo proporciona el proponente, que contrata a una empresa para que elabore los estudios.</p> <p>P = 4</p>	<p>Lo proporciona el proponente, que contrata a una empresa para que elabore los estudios.</p> <p>P = 4</p>	<p>Sin información</p> <p>P = no</p>

Categoría: Post EIA

Criterio	Código	Chile	Brasil	España	Canadá
Proceso de información pública y post-evaluación	AB	El proceso completo de cada proyecto sometido a EIA se encuentra publicado en el sitio web oficial y la información de la supervisión posterior a la evaluación se encuentra en el sitio web oficial de la Superintendencia del Medio Ambiente con una nomenclatura diferente, lo que dificulta el seguimiento del proyecto. P = 3	El proceso de EIA se publica en el NELP, creado para cumplir con las reglas de acceso público a datos e información ambiental, pero la información es limitada y hay un sitio web diferente donde se publica información posterior a la EIA. P = 2	Hay un sitio web oficial en el que se pueden obtener los datos del proyecto, desde donde se puede descargar el documento sometido a EIA, aunque no se puede obtener todo el proceso administrativo y técnico de EIA. P = 2	Se cuenta con acta de EIA, en la cual se publican los antecedentes del proceso y no se evidencia mayor información del proceso. Según Perevochtchikova y André (2013), las provincias como Quebec son conocidas por su transparencia, ya que todos los documentos se publican en línea de forma digital. P = 3
Supervisión y sanción por incumplimiento	AC	La Superintendencia del Medio Ambiente es la encargada de la fiscalización. Las sanciones son: amonestación por escrito, multas, clausura temporal o definitiva y/o revocación de la resolución de calificación ambiental (MINSEGPRES, 2010). P = 4	La fiscalización es compartida entre los organismos ambientales que integran el Sistema Nacional Ambiental y las sanciones se definen por tipo (SAL, 1998). P = 3	Las sanciones previstas corresponden a: infracciones muy graves, infracciones graves e infracciones leves. P = 4	El organismo responsable es el Ministerio del Medio Ambiente, en coordinación con otras instituciones (CEAA, 2019a). P = 4
Resolución de controversias ambientales	AD	Existen Tribunales Ambientales autónomos e independientes en Antofagasta, Santiago y Valdivia que resuelven disputas ambientales dentro de su jurisdicción (MMA, 2012a). P = 5	No existen tribunales especializados; las disputas se resuelven en los tribunales de justicia. P = 4	El Ministerio Público resuelve controversias ambientales, pero su función es salvaguardar el medio ambiente de posibles delitos ambientales; los tribunales ordinarios resuelven los posibles conflictos entre el proponente y la Administración. P = 4	Las disputas son revisadas por los tribunales canadienses, considerando una revisión de la legalidad de las decisiones y no de sus méritos (CEAA, 2019a). P = 4

¹ P—Puntaje entre 1 y 5.

4.3. COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE EIA DE CHILE, BRASIL, ESPAÑA Y CANADÁ

El análisis de conglomerados jerárquicos realizado a los sistemas de EIA de Chile, Brasil, España y Canadá, muestra los resultados utilizando los 20 criterios de evaluación de las Tablas 4.1 y 4.2 y sus puntajes incluidos en la Tabla 4.3; los criterios D y AA fueron excluidos ya que no se disponía de toda la información. Es así como, considerando un 70% de similitud, se identificaron tres grupos. El primer grupo incluye a España y Canadá con un 88% de similitud. El segundo grupo incluye a Chile, con un 69% de similitud respecto del grupo 1. El tercer grupo incluye a Brasil, con un 63% de similitud respecto del primer grupo. Los resultados se muestran gráficamente en la Figura 4.1, la cual indica la disimilitud en lugar de la similitud para una mejor presentación de los datos.

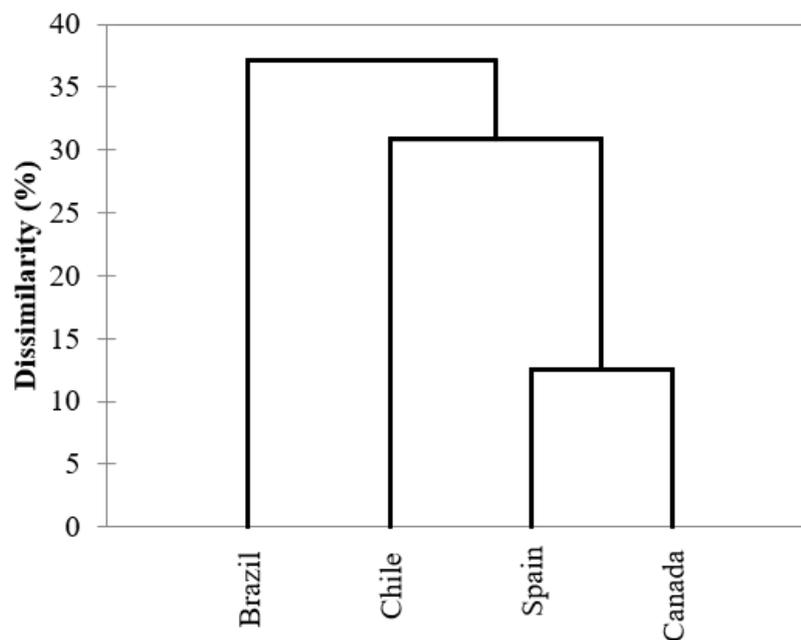


Figura 4.1. Análisis de conglomerados jerárquicos de sistemas de EIA de Chile, España, Brasil y Canadá. La distancia euclidiana entre los sistemas de EIA de los países estudiados se expresa como disimilitud (inversa de similitud) en el rango de 0–100%.

Luego, se realizó el análisis utilizando la técnica estadística de PCA, para explorar los patrones de los sistemas de EIA de Chile, Canadá, España y Brasil y su relación con los 13 criterios (de los 22 seleccionados) que contribuyen a la variabilidad de los sistemas de EIA. La figura 4.2 muestra el primer plano factorial (F1 y F2), que representa el 84,34% de la varianza total. El primer grupo (Chile, Canadá y España) se correlaciona bien con los siguientes criterios: *Apoyo administrativo (H)*, *Screening (O)*, *Adopción de decisiones (R)* y *Supervisión y sanción por incumplimiento (AC)*. Para el caso de Chile se han obtenido puntajes altos para los siguientes criterios: *Opciones para la apelación a las decisiones por parte del proponente del proyecto y de la ciudadanía (B)*, *Consulta y participación (U)*, *Sistemas de control (V)*, *Proceso de información pública y post-evaluación (AB)*, y *Resolución de controversias ambientales (AD)*. Para el segundo grupo (Brasil), se obtiene un puntaje alto para el criterio *Alternativas para el diseño (N)* mientras que para los criterios restantes el puntaje es generalmente más bajo que el obtenido para todo el primer grupo.

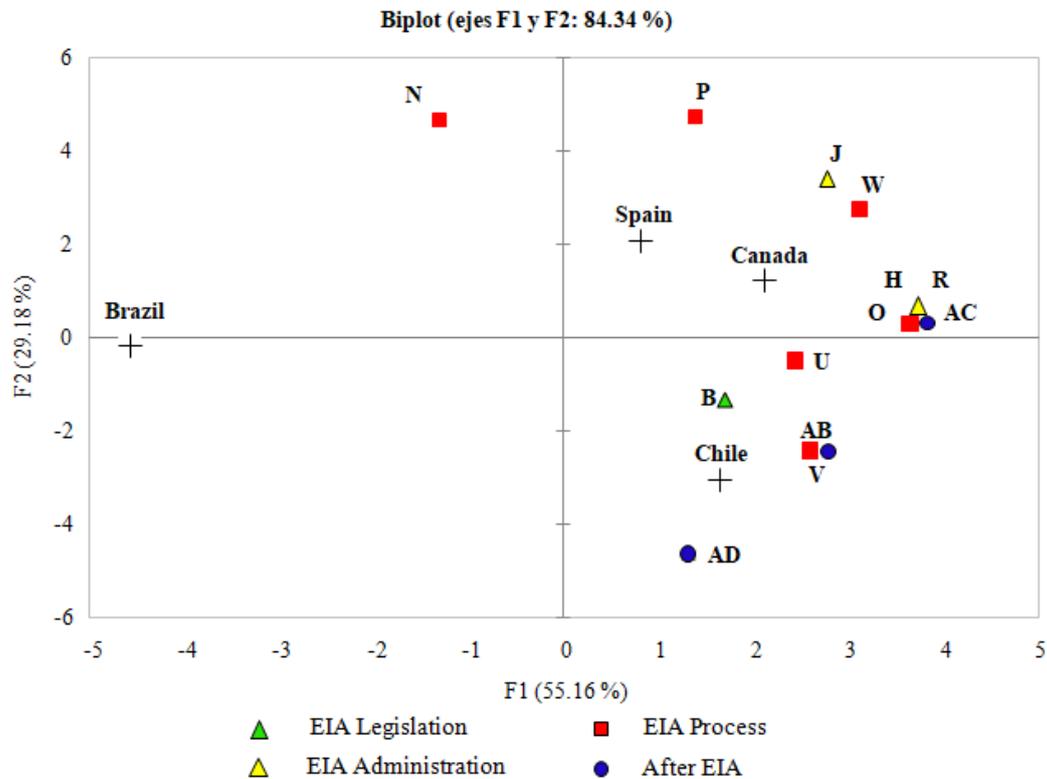


Figura 4.2. Análisis de Componentes Principales, primer plano factorial (PC1 y PC2) de los sistemas de Chile, España, Brasil y Canadá. Los códigos de cada criterio se encuentran en la Tabla 4.3.

En relación al análisis por categoría, en el caso de “legislación de EIA” se observan similitudes entre los criterios: *base legal* (A), *especificación legal o procesal de los plazos* (C) e *implicancias de proceder sin la aprobación de la EIA* (D). Es importante tener en consideración que, para Canadá no fue posible obtener información respecto del criterio D. Asimismo, las principales diferencias en esta categoría se registran en el criterio *opciones para la apelación a las decisiones por parte del proponente del proyecto y de la ciudadanía* (B), ya que en el caso de España si existen discrepancias tras la aprobación de los proyectos se resuelven por el Consejo de Ministros o el órgano competente de la Comunidad Autónoma. En el caso de Canadá no existen opciones para que un proponente o ciudadano pueda apelar una decisión de este tipo (CEAA, 2019b). En el caso de Chile, las vías de apelación varían dependiendo de la forma de ingreso de un proyecto al SEIA, es

así como si el proyecto fue sometido como DIA, corresponde apelar al Director Ejecutivo del SEA y en el caso de los EsIA las apelaciones son resueltas por el Comité de Ministros (MMA, 2012b). La Figura 4.3 muestra los resultados de la comparación entre sistemas de EIA de Chile, Brasil, España y Canadá en relación a esta categoría.

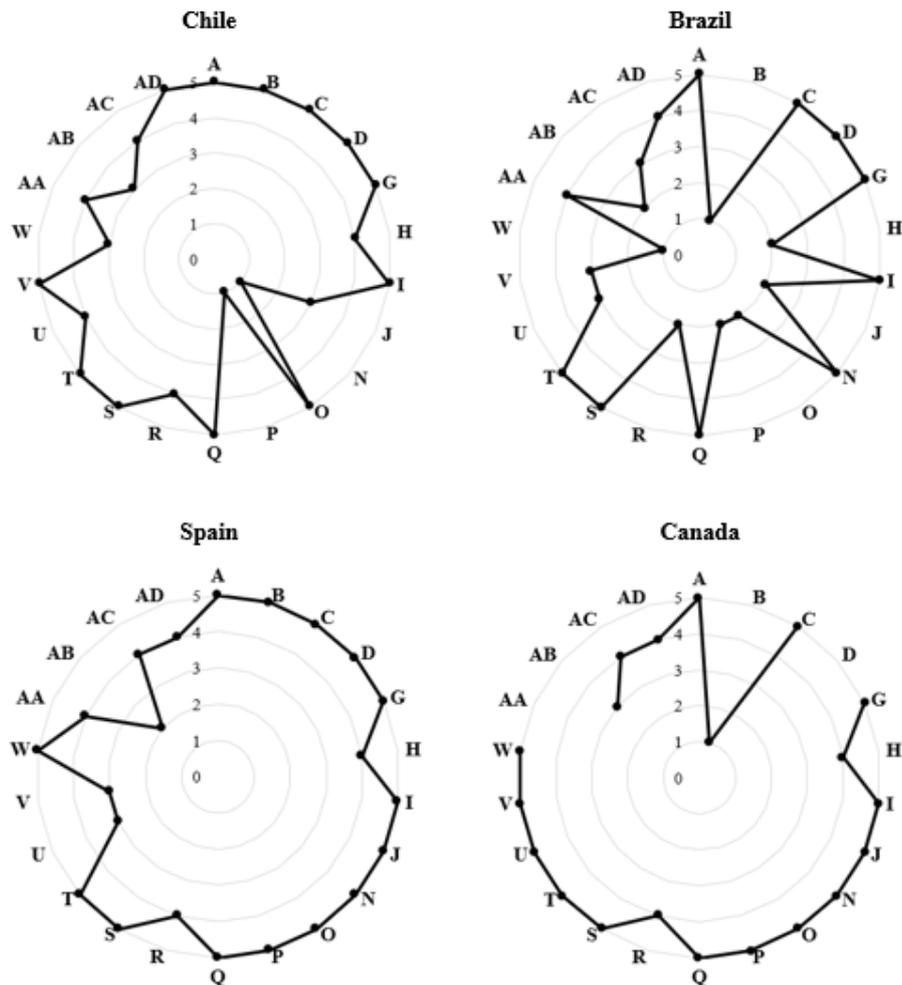


Figura 4.3. Comparación de sistemas de EIA de Chile, Brasil, España y Canadá, utilizando los criterios y valores indicados en la Tabla 4.3.

Respecto de la categoría “administración de la EIA”, las principales similitudes se encontraron en relación con: *revisión del informe de EIA* (G) y *autoridad competente para EIA y determinación de aceptabilidad ambiental* (I), y las principales diferencias se relacionan con el criterio *centralización de EIA a nivel nacional* (J). En general, se observa que España y Canadá son similares en que su legislación nacional establece un estándar mínimo, que luego a nivel regional están obligadas a cumplir. En el caso de Brasil, posee un marco regulatorio centralizado, y Chile, tiene una institucionalidad nacional con representación en cada una de las regiones del país.

La reforma del 2010, estableció que el encargado de administrar el SEIA es el Servicio de Evaluación Ambiental, quien posee una Dirección Ejecutiva en la capital del país, y direcciones regionales en cada una de las regiones de Chile. La evaluación ambiental de los proyectos es realizada regionalmente, con excepción de los proyectos que involucran a más de una región (proyectos interregionales), ya que en ese caso son evaluados por la Dirección Ejecutiva y calificados por el Director Ejecutivo del SEA. En general, es posible observar que desde el nivel central se emiten instructivos y lineamientos a las regiones, con la finalidad de uniformar los criterios de evaluación en el país.

En la categoría “proceso de EIA”, se detectaron similitudes en los criterios: *contenido del informe de EIA* (Q), *control de impactos* (S), *mitigación* (T) e *información de línea de base* (AA) y las principales diferencias se observan en los criterios *alternativas para el diseño* (N), *alcance* (P), *consulta y participación* (U) y *evaluación ambiental estratégica* (W). Es así como el criterio de alternativas de diseño está establecido en los modelos de Brasil, España y Canadá, existiendo requisitos explícitos de incorporarlo a nivel normativo (CONAMA, 1986, BOE, 2013, CEAA, 2012), lo cual no ocurre en el caso de Chile, ya que no se observa aplicabilidad de este criterio, razón por la cual se evalúa un escenario, el cual es contrastado con la situación sin proyecto.

El criterio Scoping, no es considerado en los sistemas de Chile y Brasil (MMA, 2012b; De Oliviera, 2013; Borioni et al., 2017), en cambio la EIA en España y Canadá contiene un enfoque que considera una revisión interna y externa (BOE, 2013; Perevochtchikova y André, 2013). La consulta y participación es un criterio interesante de analizar, ya que se encuentra incorporado en los cuatro sistemas

analizados, pero con diferentes niveles de profundidad. En Chile, la participación ciudadana comienza luego de que los proyectos son sometidos al SEIA, en EsIA la participación es obligatoria, en cambio de DIA sólo en proyectos que poseen carga ambiental, y debe existir una solicitud formal de apertura del proceso. Además, en los EsIA, si se generan afectaciones significativas sobre Grupos humanos pertenecientes a Pueblos Indígenas es posible la apertura de un Proceso de Consulta a Pueblos Indígenas (MMA, 2012b). En Brasil, las audiencias públicas son reportadas como una de las debilidades en el sistema de EIA, debido a la limitada efectividad real (Sánchez, 2013; Fonseca et al., 2017). En España, es habitual un nivel bajo de participación y finalmente, en Canadá para proyectos considerados importantes, se realiza una consulta pública temprana para identificar las preocupaciones en relación al proyecto, además, existe financiamiento regular para facilitar la participación (CEAA, 2015).

La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) difiere bastante en los cuatro modelos analizados. En Brasil, no hay obligación de someterse a EAE (Davidovic, 2014). En Canadá está bajo la responsabilidad de la Agencia Canadiense de Evaluación Ambiental, y en España existen diferentes procedimientos para la aplicación de este criterio, siendo homólogo a la evaluación de proyectos sometidos a EIA (BOE, 2013). En Chile, la institución encargada del procedimiento es el Ministerio del Medio Ambiente y sus Secretarías Regionales Ministeriales de cada región del país, y se someten las políticas, planes que generen impactos al medio ambiente (MINSEGPRES, 2010).

En relación a la “post EIA” se detectaron diferencias significativas entre los países comparados. El criterio *proceso de información pública y post-evaluación* (AB) no cumple completamente en ninguno de los países evaluados. En el caso Chile, la información de la evaluación ambiental es pública y actualizada permanentemente en el sitio oficial del SEA, existiendo expediente foliados para cada uno de los proyectos sometidos, existiendo un alto nivel de transparencia respecto de la EIA, el problema surge luego de que el proyecto es aprobado ambientalmente, es decir “post EIA” ya que en relación a las fiscalizaciones realizadas, la información se encuentra contenida en la página de la Superintendencia de Medio Ambiente, la cual realiza la fiscalización a “unidades fiscalizables”, lo que no necesariamente es vinculable fácilmente con la

nomenclatura previa en el SEIA. Es así como, no existen vínculos directos entre expedientes de proyectos aprobados y el resultado del seguimiento y fiscalización realizado por la SMA, lo que dificulta la búsqueda de información a los usuarios. Brasil, posee un Portal Nacional de Licenciamiento para cumplir con la información pública y las normas de acceso existentes en las agencias del Estado, pero se observa que la información publicada es limitada. Además, para la información post EIA existe un sitio web diferente para revisión de los antecedentes y al igual que el caso de Chile, no existe vinculación entre ambos. En España, los expedientes de los proyectos sometidos a EIA son almacenados en un sitio web, pero no es posible tener acceso a todo el proceso técnico administrativo. En Canadá, la agencia ambiental administra un registro con el historial del proyecto y los recursos de participación ciudadana, es decir tiene un estándar superior a Brasil y España.

El criterio *resolución de controversias ambientales* (AD), presenta diferencias en los países analizados. En España, Brasil y Canadá las disputas se resuelven en tribunales ordinarios. En cambio, en Chile existen Tribunales especializados en materia ambiental, con cobertura por macrozonas norte, centro y sur. Una de las particularidades de los Tribunales Ambientales, es que en su composición posee un integrante con titulación del área de ciencias, y por cierto existe un equipo técnico de apoyo en esa misma área. La dependencia de los Tribunales Ambientales, en términos directivos, correccionales y económicos es de la Corte Suprema (MMA, 2012a).

4.4. EIA EN LA ACUICULTURA

4.4.1. Diagnóstico global de la EIA en la acuicultura

Entre 1994 y 2019 se sometieron a EIA un total de 5.323 proyectos acuícolas, de los cuales 35 proyectos (0,66%) se presentaron como EsIA y 5.288 (99,34%) como DIA. Las regiones con mayor número de proyectos sometidos fueron Los Lagos (2.257 proyectos), Aysén (1.862 proyectos) y Magallanes (386 proyectos). Estas tres regiones cubren el 84,6% del total de proyectos sometidos a EIA en Chile. Respecto del estado de los proyectos, el 68,9% fueron aprobados, el 9,4%

rechazados, el 0,1% en evaluación, el 10,7% no admitidos, el 1,7% no calificados, el 0,2% abandonados, el 8,8% desistido y el 0,2% tienen su RCA caducada. La Figura 4.4 muestra el porcentaje de proyectos de acuicultura separados por EsIA y DIA y por estado y región.

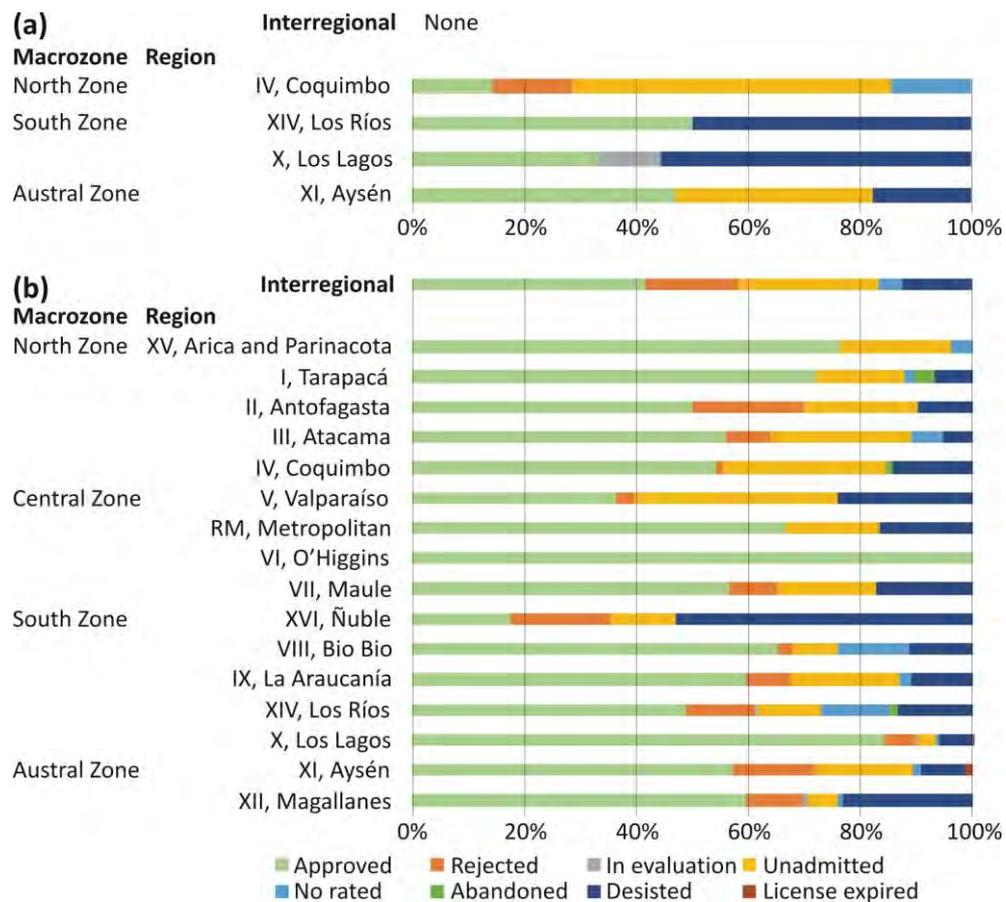


Figura 4.4. Porcentaje de proyectos por estado separados por DIA (a) y EsIA (b), por macrozona y región.

A nivel global se puede observar que las regiones de O'Higgins y Los Lagos son las regiones con mayor porcentaje de aprobación de proyectos. De lo anterior, es importante tener en consideración que en la región de Los Lagos se presentaron 2.257 proyectos, mientras que en la región de O'Higgins sólo 3 proyectos fueron sometidos a evaluación. Respecto de los proyectos rechazados

los mayores porcentajes se registran en las regiones de Antofagasta (20%), Ñuble (17,6%) y Aysén (14,7%).

En relación a proyectos no admitidos a tramitación, la región de Valparaíso registra los mayores porcentajes (36,4%) y Coquimbo (31,3%). El test de admisibilidad es estándar para todo el país, y se basa en los requisitos mínimos establecidos en los artículos 18 y 19 del RSEIA, dependiendo si son sometidos como DIA o EsIA, es así como el test de admisión se refiere únicamente a la existencia o inexistencia de la información, sin embargo, se han identificado diferencias de criterio al aplicar la admisibilidad, ya que en algunos casos se analizó la calidad de la información, lo que ha quedado en evidencia en las resoluciones de inadmisibilidad de los proyectos.

Por otro lado, en relación a proyectos no calificados, los más altos porcentajes se registran en las regiones de Bio bio (13%) y Los Ríos (11,9%). Los proyectos no calificados se refieren al término anticipado del proceso de EIA y se originan por la falta de información relevante o esencial para la correcta evaluación del proyecto. Este aspecto fue incluido en la última modificación del RSEIA (MMA, 2012) y cuenta con un instructivo publicado por el SEA para su correcta aplicación.

4.4.2. Análisis multivariado de indicadores

Se obtuvo la muestra de 71 proyectos (68 DIA y 3 EsIA) desde la página web oficial del Servicio de Evaluación Ambiental. Luego, se aplicó un PCoA con la finalidad de identificar patrones entre proyectos y su relación con los 12 indicadores señalados en la Tabla 3.3, e identificar la existencia de variaciones significativas entre los tres periodos regulatorios: D.S.30, D.S. 95 y D.S. 40. Los proyectos del tipo EsIA y los criterios existencia de medidas de compensación y estado inicial fueron excluidos del análisis por no aportar variabilidad estadística.

En la Figura 4.5 se puede observar el primer plano factorial (PCO1 y PCO2) que representan el 55,2% del total de la varianza total de la muestra, es así como se identifican dos grupos, el Grupo 1 incluye los proyectos del primer y segundo periodo normativo (D.S.30 y D.S.95) y en el Grupo 2 incluye los proyectos del tercer periodo normativo (D.S.40). El Grupo 1 se correlaciona a través de los indicadores: *existencia de medidas de mitigación (G)*, *existencia de medidas de*

reparación (H) y supervisión y sanción por incumplimiento (L) y en el Grupo 2 los hallazgos se relacionan con los indicadores de *tiempo de procesamiento* (A), *uso de normativas internacionales como referencia* (F) y *consulta y participación* (J).

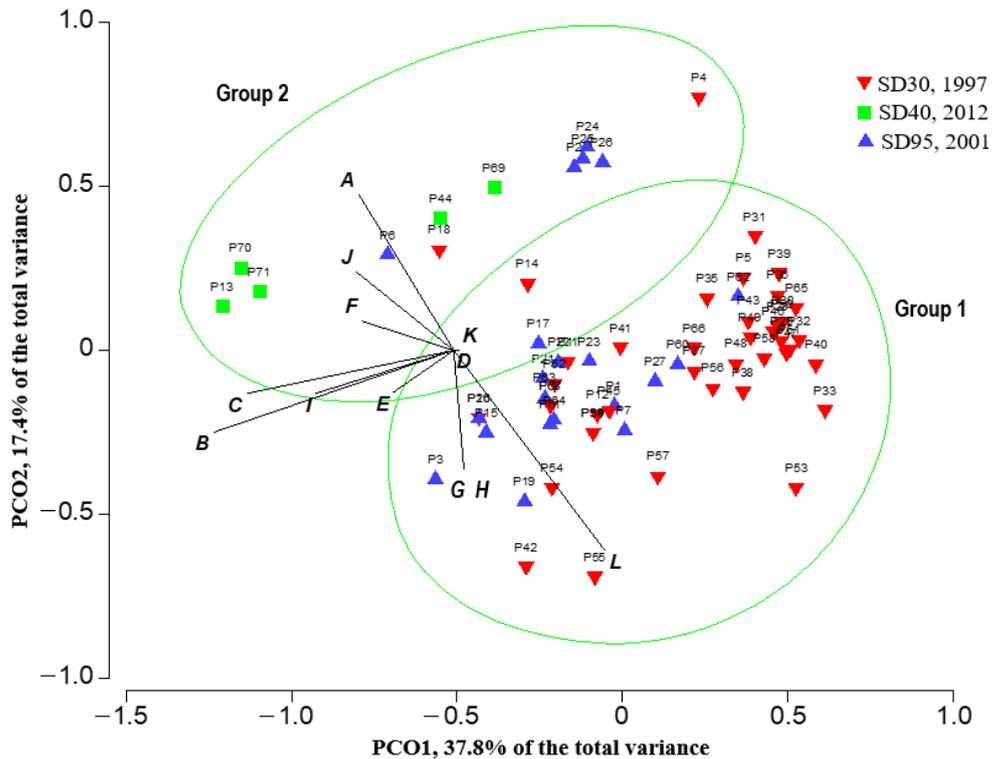


Figura 4.5. Resultado del PCoA mostrando el primer plano factorial PCO1 y PCO2 de 68 proyectos de acuicultura. Los códigos de cada criterio se encuentran en la Tabla 3.3.

Como se puede observar en la Figura 4.5, el *tiempo de procesamiento* (A) ha ido disminuyendo a medida que avanzan los periodos normativos, es así como el tercer periodo (D.S.40) presenta menores días legales de tramitación asociada a los proyectos sometidos. Lo anterior, tiene explicación en que la normativa actual D.S. 40 existen exigencias en cuanto al tiempo máximo de tramitación, siendo 60 días hábiles, prorrogables a 90 en el caso de DIA y 120 días hábiles prorrogables a 180 para EsIA (MMA, 2012).

Por otro lado, la *descripción y justificación del área de influencia* (B) muestra una mejora significativa desde el primer al tercer periodo. Esto se relaciona con la

evolución del SEIA, a través de la elaboración de guías que permiten establecer criterios y mejorar la información presentada por los titulares de los proyectos, en particular se han elaborado guías para la descripción del uso del territorio, componentes, suelo, flora y fauna, calidad de aire, sistemas de vida y costumbres (SEA, 2013; SEA, 2015a; SEA, 2015b; SEA, 2017; SEA, 2020).

La inclusión de los *profesionales que elaboraron los informes* (C) es distinto en cada etapa regulatoria analizada. En el primer periodo (D.S.30) la mayor parte de los proyectos no presentaron información respecto de los profesionales que lo desarrollaron, en la segunda etapa (D.S.95), el 70% de los proyectos entregaron información respecto de la consultora o personas participantes. En contraste, en el tercer periodo (D.S.40) más del 60% de los proyectos entregaron detalles de cada profesional que participó en la elaboración del proyecto, incluyendo su rol. Este indicador evidencia una mejora sostenida en el tiempo, debido principalmente a las exigencias que el SEA ha ido estableciendo progresivamente.

La *metodología para identificar y evaluar impactos ambientales* (D) no presenta grandes diferencias en los tres periodos normativos. En el caso de los EsIA, los proyectos analizados utilizaron la “Matriz de Leopold” y en las DIA, no es requisito normativo, por lo que no se registra utilización de alguna metodología.

En el *número de OAECAs participantes en la evaluación del proyecto* (E), no se identificaron diferencias significativas entre el primer y segundo periodo normativo. Sin embargo, durante el tercer periodo se incrementaron en un 35% las instituciones que evaluaron cada proyecto, lo que sin duda fortalece el proceso de revisión de los proyectos sometidos a EIA.

El *uso de normativas internacionales como referencia* (F) se registró en uno de los proyectos que modeló olores en una planta de proceso de pescado, es decir no es una práctica frecuente en proyectos de acuicultura.

Respecto de la *existencia de medidas de mitigación* (G), todos los proyectos sometidos como EsIA las consideraron y en el 7,35% de las DIA sometidas en el primer periodo regulatorio. Este aspecto se considera un error conceptual, ya que, según la normativa chilena, una DIA no puede considerar medidas de mitigación, compensación, ni reparación, ya que en ese caso estaríamos frente a un EsIA. Caso similar ocurre con la *existencia de medidas de reparación* (H), en donde, se

encontró que el 7,35% de las DIA consideraron erróneamente medidas de reparación.

El indicador *identificación de medidas de contingencia y emergencia* (I), es el que muestra una mejora progresiva en su utilización, en el primer periodo normativo fue registrado en el 36% de los proyectos, en el segundo en un 92% de los proyectos y en el tercer periodo en el 100% de los proyectos muestreados. Este punto demuestra que una mejora en el marco regulatorio, en este caso en tercer periodo normativo, presenta mejoras inmediatas en los indicadores.

La *consulta y participación* (J) ha ido mejorando progresivamente como indicador, ya que en el caso de los EsIA la participación ciudadana es obligatoria desde el primer al tercer periodo normativo, por lo que fue evidenciada en el 100% de los EsIA estudiados. Sin embargo, en el caso de las DIA sólo en el tercer periodo es posible la apertura de un proceso de participación ciudadana, siempre y cuando corresponde a una de las tipologías de proyectos establecidos en el artículo 94 del D.S. 40, es decir proyectos del tipo embalses, líneas de transmisión de alto voltaje, subestaciones eléctricas, centrales generadoras de energía, proyectos de saneamiento sanitario, entre otros. Considerando lo anterior, en el 8% de los proyectos se realizó un proceso de participación ciudadana, sin embargo, sólo en el 66,6% de ellos se recibieron observaciones ciudadanas. En general, la falta de participación y/o a la vez una excesiva percepción del riesgo son aspectos claves a mejorar en relación a este indicador, ya que pone en evidencia la asimetría en el conocimiento entre los titulares, OAECAs y la ciudadanía.

La *apelación después de la aprobación o rechazo del proyecto* (K) da cuenta que sólo el 8,5% de los proyectos analizados fueron reclamados por los titulares y/o por la ciudadanía, luego de obtener la RCA. Los indicadores *supervisión y sanción por incumplimiento* (L), *existencia de medidas de compensación* (M) y *estado inicial* (N), no reportaron diferencias significativas en los tres periodos analizados.

4.5. EIA EN EL RUBRO SANEAMIENTO SANITARIO

4.5.1. Diagnóstico global de la EIA en proyectos de saneamiento sanitario

Entre 1994 y 2019 se sometieron a SEIA un total de 5.336 proyectos de saneamiento sanitario, de los cuales 5.087 corresponden a DIA (95,3%) y 249 a EsIA (4,7%).

Como se puede observar en la Figura 4.6, en todas las regiones del país se han sometido a EIA proyectos de saneamiento sanitario, pero la mayor concentración de proyectos se registra en las regiones Metropolitana (676 proyectos), Los Lagos (750 proyectos) y O'Higgins (676 proyectos), entre las tres regiones concentran el 42% del total de proyectos sometidos, lo cual es coherente con la cantidad de población y actividades industriales que demandan saneamiento sanitario.

El análisis global de los datos da cuenta que un 62% de los proyectos fueron aprobados, el 4,2% rechazados, el 0,1% se encuentra en evaluación, el 15,7% fueron no admitidos, el 1,3% no fueron calificados, el 0,4% abandonados, el 15,4% desistidos, el 0,1% caducados y menos del 0,1% poseen su RCA revocada. Los resultados antes mencionados son coherentes con el análisis realizado al rubro de la acuicultura, en donde se reportan porcentajes similares en relación a proyectos aprobados y rechazados.

Al analizar los resultados obtenidos por región, las regiones con más alto porcentaje de aprobación corresponden a Los Lagos (90,0%), Magallanes (60,0%) y Los Ríos (58,3%). Asimismo, la mayor cantidad de proyectos rechazados se registra en las regiones Metropolitana (27,8%) y Tarapacá (25,0%), siendo las principales causas de los rechazos el incumplimiento normativo y la incapacidad de demostrar que el proyecto no genera los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley 19.300. Por otro lado, los mayores porcentajes de proyectos no admitidos a trámite se registran en las regiones de Coquimbo (36,4%), Arica y Parinacota (25,0%) y Tarapacá (25,0%) y finalmente en la región de O'Higgins y proyectos interregionales presentan altos porcentajes de desistimiento (67,0%). La Figura 4.6 muestra el detalle de proyectos ingresados a SEIA, agrupados por su estado.

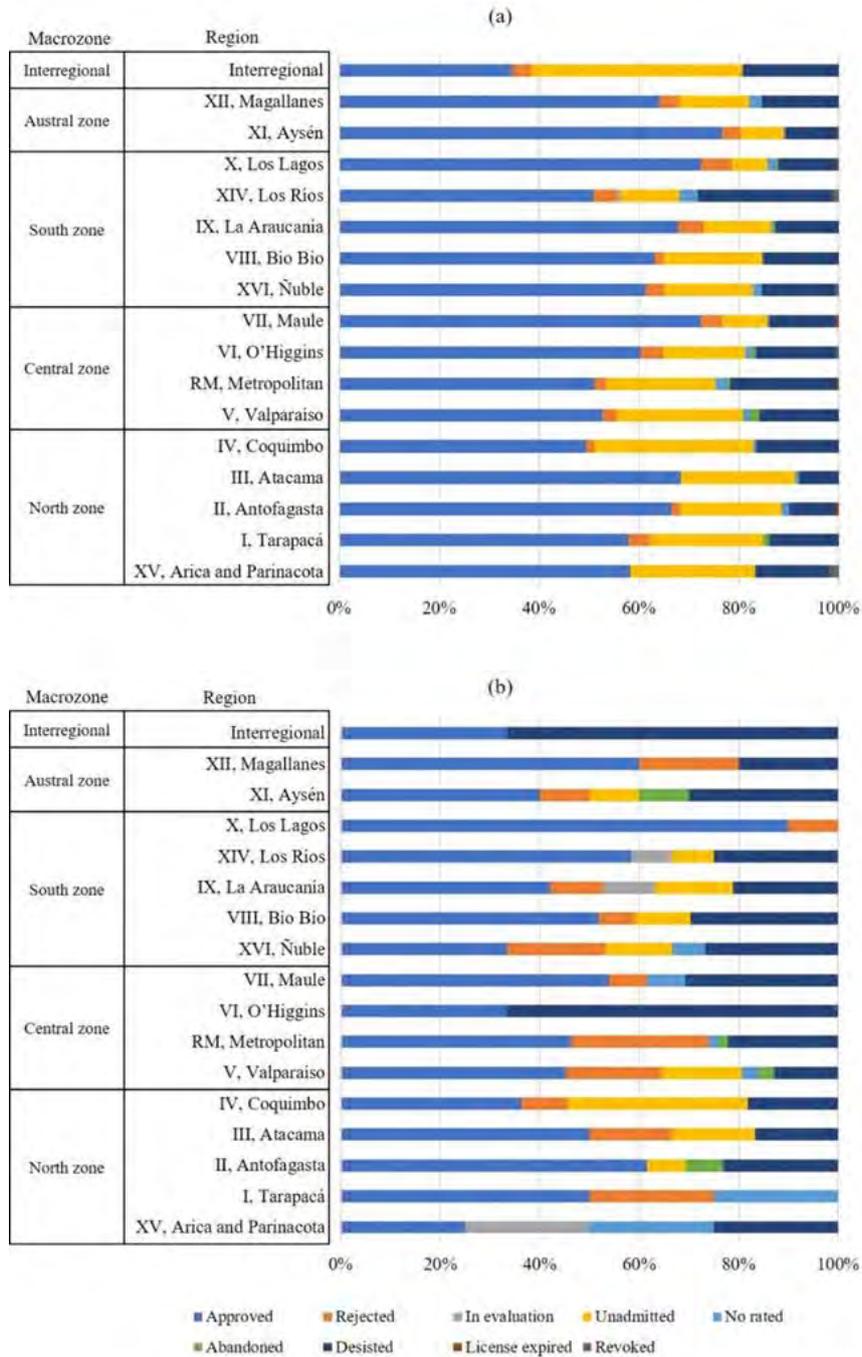


Figura 4.6. Porcentaje de proyectos agrupados por su estado, ingresados como DIA (a) y EsIA (b) en el SEIA desde 1994 a 2019.

4.5.2. Análisis multivariado de indicadores

Para analizar los indicadores se realizó un PCoA que incluyó una muestra de 76 proyectos de saneamiento (61 DIA y 15 EsIA) recopilados del sitio web oficial del Servicio de Evaluación Ambiental. Su distribución se indica en la Tabla 3.2. Se consideró la aplicación de los 14 indicadores incluidos en la Tabla 3.4. La Figura 4.7 muestra el primer plano factorial (PCO1 y PCO2) del PCoA, representando el 66,8% de la varianza total, en donde es posible observar una distribución homogénea en el campo estadístico, dado que se evidencian diferencias significativas entre EsIA y DIA.

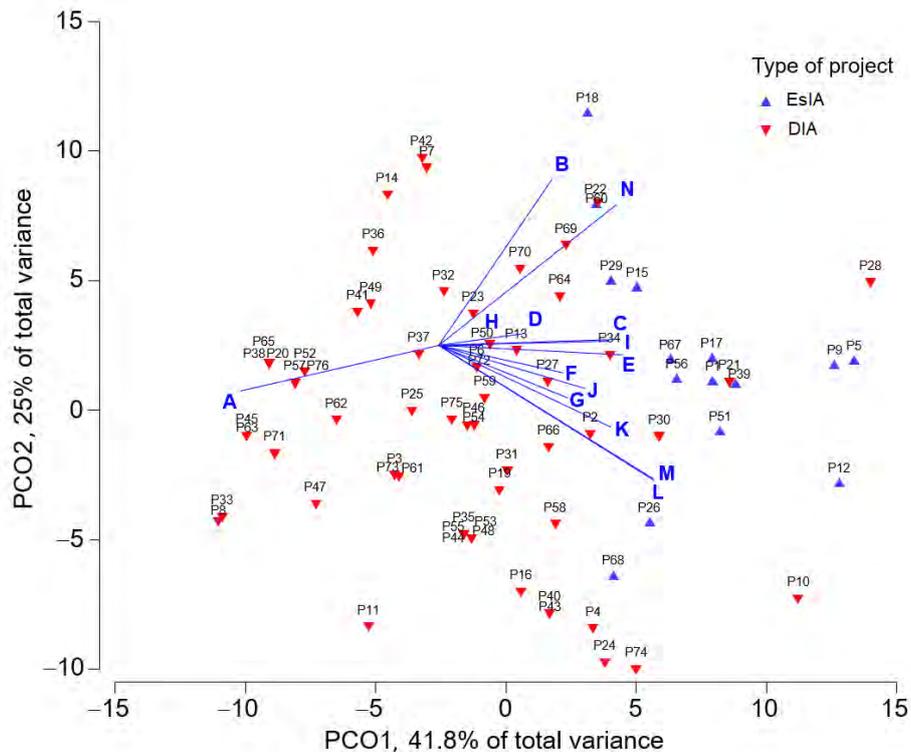


Figura 4.7. Primer plano factorial PCO1 y PCO2 del PCoA, para una muestra de 76 proyectos de saneamiento sanitario (15 DIA y 61 EsIA). Los códigos de cada criterio se encuentran en la Tabla 3.4.

El *tiempo de procesamiento* (A) fue inferior a 90 días hábiles en el 59% de los proyectos presentados como DIA para los tres periodos normativos analizados. En el caso de los EsIA el 60% de los proyectos fue tramitado entre 91 a 180 días hábiles. Como era de esperar los proyectos sometidos como DIA poseen tiempos de tramitación inferiores a los EsIA, lo que se identifica en la Figura anterior, con el desplazamiento del indicador “A” hacía los proyectos DIA.

La *descripción del área de influencia* (B) es un indicador sometido a mejoras a medida que se avanza entre el primer y tercer periodo normativo. Es así como en DIA el 26,2% de los proyectos incluyen información general, el 13,1% moderadamente justificada y el 13,1% información detallada del área de influencia, en EsIA el 40% cuentan con información medianamente justificada y el 33,3% información detallada. Este resultado es coherente con el desempeño del indicador reportado en el análisis del rubro de la acuicultura.

Respecto de la *metodología para la identificación y evaluación de impactos ambientales* (C) todos los proyectos ingresados como EsIA utilizaron metodologías, siendo la más utilizada la matriz de significancia, la cual consiste en el uso de criterios cualitativos clasificados en una escala ordinal (Catrinu-Renström, 2013). Este criterio presenta diferencias respecto de la evaluación realizada para la acuicultura, en donde se reporta principalmente utilización de la matriz de Leopold. En cambio, en el 100% de las DIA muestreadas no se registra utilización de metodologías para identificación y/o evaluación de impactos ambientales, ya que la normativa sólo considera el descarte de la generación de impactos significativos. En la Figura 4.7 se puede observar que el indicador que desplaza significativamente hacía los EsIA.

El indicador *uso de normativas internacionales como referencia* (D) da cuenta de la mayor utilización de normas de referencia en EsIA con un 20% y 3,3% en DIA, pero sólo en los dos últimos periodos normativos (D.S. 95 y D.S. 40). El mayor uso de este indicador en EsIA se justifica en que los EsIA corresponden a proyectos con mayor complejidad, por lo que es necesario analizar ciertos componentes con mayor profundidad.

Existencia de medidas de mitigación (E). Todos los proyectos sometidos a evaluación ambiental como EsIA incluyeron medidas de mitigación, y diferenciaron adecuadamente medidas de mitigación de otros tipos de medidas,

tales como de manejo ambiental, observándose una buena conceptualización de los diferentes tipos de medidas.

La *existencia de medidas de compensación* (F) fue registrada en el 33,3% de los proyectos ingresados como EsIA y no se registra su utilización en DIA. En general, se evidencia que los proyectos consideran como primera opción la implementación de medidas de mitigación por sobre medidas de compensación y conceptualizan adecuadamente los tipos de medidas.

En relación a la *existencia de medidas de reparación* (G), se identificó su utilización en el 40% de los proyectos ingresados como EsIA, no registrándose su utilización en DIA.

La *identificación de medidas de contingencia y emergencia* (H) es un indicador que no presenta diferencias entre proyectos sometidos a evaluación ambiental como EsIA o DIA. Alrededor del 80% de los proyectos muestreados consideraron medidas de contingencia y emergencia, aumentando al 100% en el tercer periodo normativo. Esta mejora en el indicador está asociada al establecimiento de mayores exigencias por parte del Servicio de Evaluación Ambiental, lo cual impacta positivamente en el contenido técnico de los informes.

La *consulta y participación* (I) evidencia que todos los EsIA consideraron un proceso de participación ciudadana, lo cual es coherente con las exigencias de la Autoridad Ambiental, para esa tipología de proyectos, ahora bien, sólo el 35% de los proyectos consideraron observaciones ciudadanas. En contraposición, sólo el 3,3% de los proyectos ingresados como DIA, consideraron el desarrollo de un proceso de participación ciudadana, y sorprendentemente ninguno de ellos consideró observaciones ciudadanas. El bajo nivel de participación es una de las debilidades del sistema, en consecuencia, es una oportunidad de mejora el desarrollo de proceso de participación ciudadana temprana, es decir previo a que los proyectos ingresen al SEIA, lo cual reduciría la asimetría técnica entre los desarrolladores de proyectos, la ciudadanía y las instituciones públicas.

La *apelación después de la aprobación o rechazo del proyecto* (J) presenta diferencias entre tipos de proyectos. El 93% de los proyectos muestreados como EsIA y el 3,3% de las DIA utilizaron opciones de apelación luego del término del proceso de evaluación ambiental. El mayor porcentaje en relación a EsIA está asociado generalmente al mayor nivel de conflictividad de los grandes proyectos,

y, por otro lado, a que los dueños de proyectos evaluados ambientalmente, también presentan discrepancias respecto de las condiciones y exigencias establecidas por la autoridad.

Con respecto a la *Información pública posterior a la obtención de la Licencia Ambiental (K)*, todos los EsIA y el 75% de las DIA incluyen información sobre monitoreo ambiental, fiscalizaciones o sanciones post RCA. Desde 2010, con la creación de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), la información post RCA fue migrando hacia la plataforma de la SMA. En general, se observan dificultades para vincular la información disponible en los portales web oficiales del SEA y la SMA, siendo este un aspecto identificado como una de las debilidades del sistema chileno.

En relación a la *Fiscalización (L)*, el 21,3% de los proyectos ingresados como DIA presenta brechas en el cumplimiento de su licencia ambiental y el 44,3% cumplimiento. En el caso de los EsIA, el 73,3% presenta incumplimientos y el 13,3% registran cumplimiento. Por otro lado, sólo el 27,6% de los proyectos analizados fueron fiscalizados y todos correspondían a EsIA. Lo anterior es relevante, ya que permite identificar que la prioridad de la Autoridad Fiscalizadora son los grandes proyectos, sin embargo, los proyectos de mediano y pequeño tamaño, son relevantes y deben ser abordados con una metodología diferenciada.

En relación a la *Castigo por incumplimiento (M)*, el 14,5% de los proyectos presentan infracciones leves, el 11,8% graves y el 2,6% muy graves. Además, el 39,5% de los proyectos presentan cumplimiento, la mayoría ingresados como DIA. Al analizar por tipología, el 73,3% de los proyectos ingresados como EsIA y el 18% ingresado como DIA presentan algún tipo de infracción. Estas cifras corroboran cómo la fiscalización está mayoritariamente enfocada en aquellos grandes proyectos que generan más incumplimientos a la RCA. El aumento del cumplimiento es una oportunidad mejorada para alcanzar estándares nacionales e internacionales más altos.

Finalmente, respecto de la *inversión (N)*, alrededor del 46% de los proyectos ingresados como EsIA consideran inversiones mayores a 10 millones de dólares, mientras que el 74% de los proyectos ingresados como DIA consideran

inversiones menores a 10 millones de dólares. Es decir, los proyectos que tienen elevados montos de inversión generalmente ingresan como EsIA.

4.6. OPORTUNIDADES DE MEJORA

Como resultado de las brechas detectadas durante el desarrollo de esta investigación, se proponen las siguientes oportunidades de mejora a la EIA enfocadas en temas generales:

- Eliminación de las opciones de presentar recursos administrativos post obtención de la RCA, esto ya que actualmente el titular del proyecto o la ciudadanía puede reclamar las decisiones finales de los proyectos ante el Comité de Ministros en EsIA y ante el Director Ejecutivo en DIA. Se propone la eliminación de las opciones de recursos al nivel nacional, de esta forma los Tribunales Ambientales podrían resolver ante controversias ambientales, actuando conforme a derecho y amparado en una decisión técnica y disminuyendo los plazos de incertidumbre post obtención de la RCA para titulares y ciudadanía.
- Incorporación de alternativas de diseño en los proyectos a evaluar, comparando alternativas con la situación base, lo cual permitiría evaluar impactos ambientales en función de diversas alternativas.
- Integrar el scoping a la evaluación ambiental, el proponente debería entregar previamente un resumen del proyecto al Servicio de Evaluación Ambiental para su análisis y consulta en instituciones públicas, organizaciones sin fines de lucro y ciudadanos con la finalidad de priorizar temáticas relevantes en torno al proyecto a someter a evaluación.
- Creación de un registro de revisores independientes, los cuales permitirían validar las líneas de base, los revisores deben demostrar expertiz en la materia específica. La revisión tiene como objetivo establecer un control adicional de las líneas de base declaradas por los proponentes, eliminando las incertidumbres metodológicas y la desconfianza pública sobre este tema en particular.
- Considerar la evaluación de efectos sinérgicos y acumulativos en DIA, ya que por ejemplo en el rubro acuicultura el 99,34% de los proyectos es sometido a

evaluación como una DIA, analizando impactos individuales y no considerando las sinergias entre proyectos y efectos acumulativos, por lo que no se está aplicando el principio preventivo, que es uno de los pilares de la EIA. Cabe mencionar que, hoy sólo es obligatorio incorporar estos análisis en EsIA.

- Incluir la variable cambio climático en los proyectos, independiente de su vía de ingreso, esto dada la vulnerabilidad del territorio chileno al cambio climático y considerando que se están experimentando efectos actualmente. Es importante generar vínculo entre los instrumentos de gestión (SEIA), las políticas climáticas, y la forma de vida de los ciudadanos.
- Desarrollo de proceso de participación ciudadana anticipada de manera obligatoria en proyectos con carga ambiental, ya sean con tipología principal o secundaria. Es así como, el desarrollador del proyecto debe promover la participación ciudadana anticipada, bajo las directrices establecidas por el SEA, se debe entender que la participación anticipada es una oportunidad de obtener dialogo temprano, identificando potenciales conflictos a presentarse posteriormente.

Las propuestas relacionadas con la post EIA son:

- Creación de un procedimiento sancionador simplificado destinado a disminuir los plazos para la resolución de las sanciones y los programas de cumplimiento de los proyectos de pequeña y mediana, esto considerando que actualmente no existe tratamiento diferenciado por tamaño de empresas y la prioridad para la Autoridad está en las grandes empresas. Asimismo, la opción de programa de cumplimiento, debe limitarse a casos específicos, ya que actualmente se evidencia una sobreutilización de los planes de cumplimiento, y para la ciudadanía es incomprensible que los proyectos que hayan incumplido con las obligaciones de la RCA estén afectos a un programa de cumplimiento y sólo si incumplen dicho programa puede originarse una multa.
- Descentralización en la toma de decisión. La estructura administrativa de la Superintendencia del Medio Ambiente en regiones incluye Jefes de Oficina, fiscalizadores y personal administrativo, en cambio en el nivel central

(Santiago) se encuentran las diversas divisiones, quienes en la práctica toman las decisiones. Esta dependencia en la toma de decisión afecta la autonomía regional, ya que no siempre son priorizadas las problemáticas regionales sobre todo en proyectos pequeños, ya que compiten con grandes proyectos (por ejemplo: minería).

- Mejora del sistema de información pública conectando la información de los proyectos aprobados ambientalmente con la post evaluación. En particular, se propone generar un vínculo desde el expediente de cada proyecto en el SEIA, al expediente de fiscalización y sanción a objeto que la ciudadanía tenga más opciones de realizar un seguimiento real a los proyectos en ejecución, disminuyendo el nivel de desconfianza.

V - CONCLUSIONES

V - CONCLUSIONES

La evaluación del sistema de EIA en Chile en general, y la del desempeño del EIA para proyectos de acuicultura y de saneamiento sanitario, en particular, se ha realizado comparando la legislación chilena con la equivalente en otros cuatro países con los que Chile comparte similitudes ambientales y/o sociales. Estos países son Brasil, España y Canadá. Tanto la comparativa general como la de los dos rubros seleccionados han utilizado criterios convencionales admitidos en la literatura científica y han incluido otros criterios relevantes para la idiosincrasia chilena.

Respecto de la comparativa general, se identificaron 18 criterios convencionales, de los cuales cuatro corresponden a la categoría de “legislación de EIA”, cuatro a “administración de la EIA” y diez a “proceso de EIA”. A partir de la revisión del informe de la Comisión Asesora Presidencial para la evaluación del SEIA, se identificaron los siguientes cuatro criterios relevantes adicionales para la idiosincrasia chilena: *información de línea de base, proceso de información pública y post-evaluación, supervisión y sanción por incumplimiento y resolución de controversias ambientales.*

De la comparación de los sistemas de EIA de Chile, Brasil, España y Canadá se concluye que, considerando un 70% de similitud, se identifican tres grupos: el primer grupo incluye a España y Canadá con un 88% de similitud, el segundo grupo incluye a Chile, con un 69% de similitud respecto del primer grupo, y el tercer grupo incluye a Brasil, con un 63% de similitud respecto del primer grupo. Asimismo, el PCA aplicado muestra que solo 13 de los 22 criterios seleccionados contribuyen a la variabilidad, representando el 84,34% de la varianza total.

Del análisis comparativo de los sistemas de EIA de Chile con Brasil, España y Canadá, las principales similitudes se relacionan con los criterios: *base legal, contenido del informe de EIA, revisión del informe de EIA, control de impactos, mitigación, especificación legal o procesal de los plazos, autoridad competente para la EIA y determinación de aceptabilidad ambiental, implicancias de proceder sin aprobación de EIA e información de línea de base.* Asimismo, las debilidades se asocian a los

criterios: *alternativas para el diseño, evaluación ambiental estratégica y centralización de la EIA a nivel nacional* y la principal fortaleza del modelo chileno corresponde a la *existencia de Tribunales ambientales especializados en la resolución de conflictos ambientales*.

Respecto del comparativo particular del sistema de EIA para el rubro de acuicultura en Chile, se realizó un análisis retrospectivo para obtener una visión global. Durante el periodo 1994–2019 ingresaron 5.323 proyectos de acuicultura al SEIA, siendo un 99,34% DIA y un 0,66% EsIA. Las regiones de los Lagos (2.257 proyectos), Aysén (1.852 proyectos) y Magallanes (386 proyectos) son las que concentran el mayor porcentaje de proyectos sometidos a EIA.

El resultado del PCoA aplicado sobre una muestra de 68 DIA asociada a los tres periodos regulatorios (D.S.30, D.S.95 y D.S.40), y utilizando 12 indicadores, indica la existencia de dos grupos. En el primer grupo se encuentran los proyectos correspondientes a los periodos normativos 1 y 2 (D.S.30 y D.S.95) y en el segundo grupo los proyectos pertenecientes al tercer periodo normativo (D.S.40). En coherencia con lo anterior, se evidencia una mejora progresiva en los periodos normativos, principalmente en las que tienen relación con los indicadores asociados a *tiempo de procesamiento, descripción y justificación del área de influencia, profesionales que elaboraron los informes y consulta y participación*. Lo anterior demostró que la introducción de medidas administrativas genera una mejora significativa en el desempeño de la EIA.

Respecto del comparativo particular del sistema de EIA para el rubro de saneamiento sanitario en Chile, entre 1994 y 2019 se sometieron 5.336 proyectos, de los cuales el 95,3% ingresó como DIA y el 4,7% como EsIA. Del total de los proyectos sometidos a EIA, el 62% se aprobaron, el 4,2% se rechazó, el 15,7% no fue admitido, el 1,3% no fue calificado y el 15,4% fue desistido.

El PCoA aplicado a la muestra de 76 proyectos (61 DIA y 15 EsIA) presenta distribuciones homogéneas entre campos estadísticos de EsIA y DIA. Las principales diferencias estadísticas se presentan en los criterios: *tiempo de procesamiento, descripción del área de influencia, metodología para identificar y evaluar impactos ambientales, existencia de medidas de mitigación, compensación y reparación, consulta y participación, fiscalización y castigo por incumplimiento*. Los resultados

obtenidos son coherentes con el estudio del rubro acuicultura, ya que se evidencia una mejora de los indicadores a medida que avanzan los periodos normativos.

Las oportunidades identificadas para mejorar la EIA de Chile corresponden a: incorporación de alternativas de diseño en los proyectos, descentralización de la EIA y de la toma de decisiones en las sanciones, mejora y vinculación de la información pública del proceso de EIA con la fiscalización y sanción, incorporación del análisis de efectos sinérgicos y acumulativos en DIA, adaptación al cambio climático, desarrollo de metodologías específicas para proyectos de acuicultura, incorporación obligatoria de participación ciudadana anticipada en proyectos con carga ambiental, creación de mecanismos simplificados para fiscalización, y sanción para proyectos de pequeño y mediano tamaño.

Finalmente, es necesario concluir que tradicionalmente las evaluaciones de los sistemas de EIA no han considerado lo que sucede después de obtener la licencia ambiental. Esto supone un error, ya que la fiscalización y sanción son parte fundamental en la EIA. De hecho, este es el momento en el cual se puede comprobar si el proyecto cumple o no con las condiciones establecidas en las etapas previas. En definitiva, la EIA se debe concebir como un proceso global que incluye cuatro categorías: legislación, administración, proceso y después de la EIA.

VI – LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

VI – LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las limitaciones de la investigación se relacionan con la capacidad de acceso a la información, la cual, aunque pública, puede estar sesgada y a veces no está actualizada. Estas limitaciones también afectaron a la compilación de datos de alguno de los países seleccionados para estudio. Por ejemplo, para el caso del estudio comparativo de la EIA en Chile, España, Canadá y Brasil, no fue posible obtener información en 2 de los 22 criterios evaluados para Canadá, lo que implicó excluir ambos indicadores del análisis. Esto conlleva que, de haber tenido disponible de esa información, los porcentajes de similitud con otros países podrían haber variado.

Respecto de los comparativos particulares del sistema de EIA para los rubros de acuicultura y saneamiento sanitario, los estudios realizados tuvieron como objetivo buscar patrones en la estructura administrativa en el período 1994–2019, categorizando los atributos de los informes revisados (DIA y EsIA). Este proceder implica que eventualmente se puede haber perdido resolución en el análisis de los aspectos individuales del estudio.

Respecto de futuras líneas de investigación, es necesario realizar un análisis del estado del arte de la EIA en el rubro minería, pues este rubro corresponde a uno de los principales sectores productivos del país. Para ello, se debe plantear la identificación y evaluación de indicadores de desempeño que permitan proponer oportunidades de mejora específicas para el rubro.

VII - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VII – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, B., Wood, C. (2002). A comparative evaluation of the EIA systems in Egypt, Turkey and Tunisia. *Environmental Impact Assessment Review* 22, 213–234.
- Anderson, M.J.; Willis, T.J. (2003). Canonical Analysis of Principal Coordinates: A useful Method of constrained ordination for Ecology. *Ecology*, 84, 511–525, doi:10.1890/0012-9658(2003)084[0511:CAOPCA]2.0.CO;2.
- Annandale, D. (2001). Developing and evaluating environmental impact assessment systems for small developing Countries. *Impact Assessment and Project Appraisal* 19, 187–193.
- Bergamini, K. (2015). Fiscalización y Cumplimiento Ambiental en Chile: Principales Avances, Desafíos y Tareas Pendientes. *EURE* 41, 267–277.
- BOE (2013). Ley 21, de evaluación ambiental, Boletín Oficial del Estado, Madrid, España.
- Borioni, R., Figueiredo, A., Sánchez, L. (2017). Advancing scoping practice in environmental impact assessment: an examination of the Brazilian federal system. *Impact Assessment and Project Appraisal* 35:3, 200–213.
- Campero, C.; Harris, L.; Kunz, N. (2021). De-politicising seawater desalination: Environmental Impact Assessments in the Atacama mining Region, Chile. *Environ. Sci. Policy*. 120, 187–194, doi:10.1016/j.envsci.2021.03.004.
- CAPSEIA (2017). Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA. Gobierno de Chile. Technical Report. Santiago, Chile.
- Catrinu-Renström, M., David, B., Bakken, T., Marttunen, M., Mochet, A., Roel, M., Frank, H. (2013). Multi-criteria analysis applied to environmental impacts of hydropower and water resources regulation projects. *SINTEF Energy Res. Rep. TR A7339*, 1, 30–38.
- CEAA (2012). Canadian Environmental Assessment Act. Canadian Environmental Assessment Agency.

- CEAA (2015). Participant Funding Program. National program guidelines. Canadian Environmental Assessment Agency. ISBN: 978-1-100-21675-1.
- CEAA (2019a). Comparative Analysis of Impacts on Competitiveness of Environmental Assessment Requirements. Canadian Environmental Assessment Agency. <https://ceaa-acee.gc.ca/default.asp?lang=En&n=0CDC5381-1&offset=4>; accessed May, 19 2019.
- CEAA (2019b). Impact Assessment Act. Department of Justice Canada.
- Chalotra, A., Dharmendra. (2016). Environment Impact Assessment (EIA) practices in different countries: a review. *International Journal of Modern Trends in Engineering and Research* 3, 2349–9745.
- Clarke, K., Gorley, R., Somerfield, P., Warwick, R. (2014). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 3rd edition, Primer-E: Plymouth.
- CONAMA (1986). Resolución N° 1 Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasil.
- CONAMA (1987). Resolución N° 9 Dispõe sobre a realização de Audiências Públicas no processo de licenciamento ambiental. Brasil.
- Davidovic, D. (2014). Review: Experiences of Strategic Environmental Assessment in Developing Countries and Emerging Economies - Effectiveness, Impacts and Benefits, University of Gothenburg.
- De Oliveira, A. (2013). La Evaluación de Impacto Ambiental en Brasil ante el reto de alcanzar un desarrollo sostenible. PhD Thesis, University of Castilla-La Mancha, Spain.
- De Tomás, J. (2014). Tres décadas de evaluación del impacto ambiental en España. PhD Thesis, University of Alicante, Spain.
- Fernandes, J., Qualharini, E., Nascimento, D., Fernandes, A. (2017). Una Propuesta de Integración entre Licenciamiento Ambiental y Gestión de Proyectos en la Ciudad de Río de Janeiro-Brasil. *Información Tecnológica* 28, 3–16.

- Ferrer, Y. (2016). Seguimiento en el Tiempo de la Evaluación de Impacto Ambiental en Proyectos Mineros. *Revista Luna Azul* 42, 256–269.
- Fonseca, A., Sánchez, L., Junqueira, J. (2017). Reforming EIA systems: A critical review of proposals in Brazil. *Environmental Impact Assessment Review* 62, 90–97.
- Gower, J.C. (1966) A Q-technique for the calculation of canonical variates. *Biometrika*, 53, 588–590, doi:10.1093/biomet/53.3-4.588.
- INDH (2020). Mapa de Conflictos Socioambientales en Chile al Año 2018; Instituto Nacional de Derechos Humanos. Santiago, Chile. Disponible en: <https://mapaconFLICTOS.indh.cl/#/>
- Khosravi, F., Jha-Thakur, U., Fischer, B. (2019). Evaluation of the environmental impact assessment system in Iran. *Environmental Impact Assessment Review* 74, 63–72.
- Lacy, S. (2017). Can environmental impact assessments alone conserve freshwater fish biota? Review of the Chilean experience. *Environmental Impact Assessment Review* 63, 87–94.
- LCP (2011). Lei Complementar N° 140. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasil.
- López-Roldan, P.; Fachelli, S. (2015) Metodología de la Investigación Social Cuantitativa; Universidad Autónoma de Barcelona: Barcelona, Spain; Edición digital. Disponible en: <http://ddd.uab.cat/record/129382>
- Matus, A., Jean Pierre, Orellana, M., Castillo, M., Ramírez, M., (2003). Análisis dogmático del derecho penal ambiental chileno, a la luz del derecho comparado y las obligaciones contraídas por Chile en el ámbito del derecho internacional: conclusiones y propuesta legislativa fundada para una nueva

- protección penal del medio ambiente en Chile. *Lus et Praxis* 9, 11–57.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-00122003000200002>
- MINSEGPRES (1994). Ley 19.300, Sobre Bases Generales de Medio Ambiente. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Gobierno de Chile: Santiago, Chile.
- MINSEGPRES (1997). Decreto Supremo N° 30 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Gobierno de Chile. Santiago, Chile (derogado).
- MINSEGPRES (2001). Decreto Supremo N° 95 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Gobierno de Chile. Santiago, Chile (derogado).
- MINSEGPRES (2010). Ley 20.417 Crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia de Medio Ambiente. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Gobierno de Chile, Santiago, Chile.
- Mirosevic, C. (2011). La participación ciudadana en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental y las reformas introducidas por la Ley N° 20.417. *Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso* 36, 281–323.
- MMA (2012a). Ley 20.600 que Crea los Tribunales Ambientales. Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile, Santiago, Chile.
- MMA (2012b). Decreto Supremo N° 40 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. Santiago, Chile.
- MMA (2020). Ley 21.202 Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los Humedales Urbanos. Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile, Santiago, Chile.
- Morgan, K. (2012). Environmental Impact Assessment: The State of the Art. *Impact Assessment and Project Appraisal* 30, 5–14.
- Perevochtchikova, M., André, P. (2013). Environmental Impact Assessment in Mexico and Canada: Comparative Analysis at National and Regional Levels

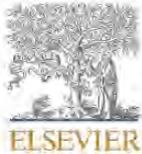
- of Federal District and Quebec. *International Journal of Environmental Protection* 3, 1–12.
- Rodríguez-Luna, D.; Vela, N.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F. (2021). The environmental impact assessment in Chile: Overview, improvements, and comparisons. *Environ. Impact Assess. Rev.*, 86, doi:10.1016/j.eiar.2020.106502.
- Rungruangsakorn, C. (2021). El rol del Estado chileno en los proyectos de inversión productiva y los conflictos socioambientales: Una aproximación cuantitativa. *Colomb. Int.* 2021, 105, 147–173, doi:10.7440/colombiaint105.2021.06.
- SAL (1998). Ley N° 9.065, Dispone sobre sanciones penales y administrativas derivadas de conductas y actividades perjudiciales para el medio ambiente, y da otras providencias, Subchefía de Asuntos Legales, Brasil, 1998.
- Sánchez, L. (2013). Development of Environmental Impact Assessment in Brazil. *UVP-Report* 27, 193–200.
- Sánchez, L., Croal, P. (2012). Environmental Impact Assessment, from Rio 92 to +20 and Beyond. *Ambiente & Sociedade* 15, 41–54.
- SEA (2013). Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Para la Descripción del Uso del Territorio en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; Servicio de Evaluación Ambiental. Gobierno de Chile: Santiago, Chile.
- SEA (2015a). Guía para la Descripción de Los componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; Servicio de Evaluación Ambiental. Gobierno de Chile: Santiago, Chile.
- SEA (2015b). Guía Para la Descripción de la Calidad del Aire en el Área de Influencia de Proyecto que Ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; Servicio de Evaluación Ambiental. Gobierno de Chile: Santiago, Chile.
- SEA (2020) Guía Área de Influencia de Los Sistemas de Vida y Costumbres de Grupos Humanos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; Servicio de Evaluación Ambiental. Gobierno de Chile: Santiago, Chile.

- SEA, 2017. Guía sobre el área de influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; Servicio de Evaluación Ambiental. Gobierno de Chile: Santiago, Chile.
- Taherdoost, H. (2016). Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research. *Int. J. Acad. Res. Manag.* 5, 18–27, doi:0.2139/ssrn.3205035.
- Trevor, H., Robert, T., Jerome, F. (2009). The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. *2nd Ed. New York. Springer.* 536 pp.
- Turra, A., Zacagnini, A., Ciotti, A., Rossi, C., Sheaffer, Y., Marquez, A., Siegle, E., De Almeida, P., Dos Santos, R., Do Carmo, A. (2017). Environmental Impact Assessment under an Ecosystem Approach. *Ambiente & Sociedade* 20, 155–176.
- UN (1992). Rio Declaration on Environment and Development. United Nations.
- Wood, Ch. (1995). Evaluación de Impacto Ambiental un análisis comparativo de ocho Sistemas EIA. Centro de Estudios Públicos, *Doc de trabajo* N° 247, Chile.

VIII – COMPENDIO DE PUBLICACIONES

VIII – COMPENDIO DE PUBLICACIONES

1. Rodríguez-Luna, D.; Vela, N.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F. The environmental impact assessment in Chile: Overview, improvements, and comparisons. *Environmental Impact Assessment Review*. 2021, 86, 106502. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106502>



Contents lists available at ScienceDirect

Environmental Impact Assessment Review

journal homepage: www.elsevier.com/locate/aiar

The environmental impact assessment in Chile: Overview, improvements, and comparisons

Dante Rodríguez-Luna^{a, b, *}, Nuria Vela^c, Francisco Javier Alcalá^{b, d}, Francisco Encina-Montoya^e^a Department of Civil Engineering, Catholic University of Murcia, 30107 Murcia, Spain^b Instituto de Ciencias Químicas Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chile, Chile^c Applied Technology Group to Environmental Health, Faculty of Health Science, Catholic University of Murcia, 30107 Murcia, Spain^d Geological Survey of Spain, Ríos Rosas, 23 28003 Madrid, Spain^e Nucleus of Environmental Studies, Catholic University of Temuco, Temuco, Chile

ARTICLE INFO

Keywords:

Environmental impact assessment
System evaluation
Comparative criteria selection
Hierarchical clustering analysis
Improvements
Chile

ABSTRACT

In this study, we carried out a comparative analysis of the Chilean Environmental Impact Assessment (EIA) system using evaluation criteria compared against three countries to allow for an objective evaluation within the growing demand of society for a more creditable and trustable EIA system.

A total of 18 evaluation criteria were selected from the literature, and four new criteria for comparing EIA systems were proposed. The Chilean EIA system was compared to that of Brazil, Spain, and Canada using the following four evaluation criteria categories: EIA Legislation (four criteria), EIA Administration (four criteria), EIA Process (eleven criteria), and After EIA (three criteria). A Hierarchical Agglomerative Cluster Analysis for assessing similarity among the EIA systems of Chile, Canada, and Spain was performed: the similarity being 88%. A Principal Component Analysis shows that only 13 of the selected 22 criteria contribute to the variability of the selected EIA systems. The main strengths of the Chilean EIA system are the existence of Specialized Environmental Courts for the resolution of disputes and Appeal options before execution. The identified weaknesses are an EIA system with high centralization at the national level, the absence of consideration of project alternatives, no requirement for scoping, and that the process of Strategic Environmental Assessment is not binding.

Modifications to the Environmental Impact Assessment System Regulation are proposed by authors as feasible improvements particularly in relation to, Decentralization of the EIA system, Alternatives for design, Scoping incorporation, Register of reviewers of baseline information, and the public information process and post-evaluation.

The method used seeks out to serve as guidance for countries with similar environmental and social contexts, as well as environmental legislation improvement needs.

1. Introduction

1.1. The EIA in the world

The Environmental Impact Assessment (EIA) is a legal and administrative tool for identifying, predicting, and interpreting the environmental impact of a project or activity and proposing preventive measures (Ferrer, 2016). The EIA was incorporated as an environmental management tool in the USA in 1970 by the National Environmental Policy Act (NEPA). Subsequently, other countries such as Australia, Canada, Sweden, and New Zealand developed similar mechanisms for environmental monitoring.

In 1992, the United Nations Conference on the Environment held in Rio de Janeiro (UN, 1992a) defined a pathway for the use of the EIA as a tool for encouraging impact assessment during the installation, operation, and abandonment of projects. The EIA was recognized as an instrument for reducing the adverse effects of particular projects and activities (Sánchez and Croal, 2012). By 2012, EIA procedures for decision-making had been adopted by 191 countries (Morgan, 2012). The establishment of roadmaps, within the preventive tool framework of the EIA, was crucial for verifying and improving contents such as 'Principle 17 of the Rio Declaration on Environment', 'Article 14 of the Convention on Biological Diversity' and 'Agenda 21' (UN, 1992b).

The EIA system is a preventive environmental management

* Corresponding author at: Department of Civil Engineering, Catholic University of Murcia, 30107 Murcia, Spain.
E-mail address: derodriguez@alu.ucam.edu (D. Rodríguez-Luna).

instrument through which the EIA is developed (MINSEGPRES, 1994). To evaluate models performance applied across countries, several authors have identified 26 evaluation criteria, which are compiled in Table 1. Wood (1995) sets out 14 evaluation criteria, ranging from legal bases to a Strategic Environmental Assessment (SEA) (A, G, M–X). Annandale (2001) takes into account some of the criteria defined by Wood (1995) (A, G, M–T, V) and includes one additional criterion, the Administrative support (H). Ahmad and Wood (2002) reviewed these yet again and remove irrelevant criteria (H) from both Annandale (2001) and (M) Wood (1995) while adding seven more (B–C, I, K–L, U, W–Z). Khosravi et al. (2019) selected specific criteria (A, G, N–Q, U–V) from Wood (1995) and criterion (I) from Ahmad and Wood (2002), and added criteria D–F relating to EIA adjustments to national legislation.

Several authors have either replicated, completed, or adapted to local conditions some of the criteria from Wood (1995) described in Table 1, such as El-Fadl and El-Fadel (2004) in the Middle East and North Africa, Nadeem and Hameed (2008) in Pakistan, Badr (2009) in Egypt, Moradi (2009) in Iran, Wayakone and Makoto (2012) in Laos, Al-Azria et al. (2013) in Gulf Cooperation Council States, Heaton and Burns (2014) in Abu Dhabi and the United Arab Emirates, Ahmad and Ferdousi (2016) in Bangladesh, and Aung (2017) in Myanmar.

1.2. The EIA in Chile

In Chile, Law 19,300 of *Bases Generales del Medio Ambiente* (General Environmental Bases, GEB), published in 1994, created the *Comisión Nacional del Medio Ambiente* (National Commission of the Environment, NCE) and recognized the EIA as a tool for environmental management (MINSEGPRES, 1994; De la Maza, 2001). After three years, in 1997 the first *Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental* (Environmental Impact Assessment System Regulation, EIASR) was published, establishing the typology of projects that require EIA; in general, the rules governing EIA and community participation in the country (MINSEGPRES, 1997).

The EIASR had two significant changes. In 2001, the decree was

replaced by a new regulation (MINSEGPRES, 2001), and in 2012 the version currently in force was published. The last modification introduces changes to the content of the *Estudio de Impacto Ambiental* (Environmental Impact Study, EIS) and the *Declaración de Impacto Ambiental* (Environmental Impact Declaration, EID), in which citizen participation is only possible if the projects have environmental charges (MMA, 2012). During the 1994–2018 period, a total of 25,096 projects (EID and EIS) were submitted. Of this number, 63.5% were approved. Fig. 1 shows the number of projects submitted and approved per region in Chile.

In 2010, the creation of the Ministry of Environment and the repealing of the NCE following the enactment of Law 20,417 marked a milestone in environmental matters in Chile. The *Servicio de Evaluación Ambiental* (Environmental Assessment Service, EAS) was created, with the primary mission of managing the EIA system in Chile (Moraga, 2017; MINSEGPRES, 2010). The amendment to the Law introduced important issues such as citizen participation, self-reporting, and early termination of the environmental assessment procedure in cases where relevant and essential information was lacking (Bergamini, 2015). This legislative innovation involved a new modification of the 2012 EIASR, giving rise to the current regulation (MMA, 2012). Article three of the EIASR defines the types and characteristics of projects entering the EIA. After the screening process a sectoral license (non-environmental) must be obtained by projects not entering the EIA, however, projects entering the EIA (either as an EID or an EIS) must obtain an Environmental Permit. Also, the EIASR establishes the minimum content of environmental reports and how the EIA system should be applied; maintaining both project-entry processes: EID and EIS (MMA, 2012; De la Maza, 2001). An EID is a document presented under oath that describes the project, ruling out the generation of effects, characteristics, or circumstances included in articles 5 to 10 of the EIASR (MMA, 2012).

The generation of any of the following conditions give rise to the presentation of an EIS: (i) health risks to the population, (ii) significant adverse effects on renewable natural resources, (iii) resettlement of human communities or significant changes in living systems and

Table 1

Evolution of the main evaluation criteria used across the different EIA systems, adapted from Khosravi et al. (2019).

Category	Criterion	Code	Wood (1995)	Annandale (2001)	Ahmad and Wood (2002)	Khosravi et al. (2019)
EIA Legislation	Legal bases	A	X	X	X	X
	Provisions for appeal by the developer or the public against decisions.	B			X	
	Legal or procedural specification of time limits	C			X	
	Implications of proceeding without EIA approval	D				X
	EIA process steps in regulations	E				X
	Adequacy of the law for conducting an EIA	F				X
	Review of the EIA report	G	X	X	X	X
EIA Administration	Administrative support	H		X		X
	Competent authority for EIA and determination of environmental acceptability	I			X	X
	EIA centralization at the national level	J				X
	Level of coordination with other planning and pollution control bodies	K			X	
	Specification of sectoral authorities' responsibilities in the EIA process	L			X	
EIA Process	Coverage	M	X	X		
	Alternatives for design	N	X	X	X	X
	Screening	O	X	X	X	X
	Scoping	P	X	X	X	X
	Content of the EIA report	Q	X	X	X	X
	Adoption of decisions	R	X	X	X	
	Impact control	S	X	X	X	
	Mitigation	T	X	X	X	
	Consultation and participation	U	X		X	X
	System control	V	X	X	X	X
	Strategic Environmental Assessment	W	X		X	
	Cost and benefit	X	X		X	
	Requirement for environmental management plans	Y			X	
	Experience of Strategic Environmental Assessment	Z			X	

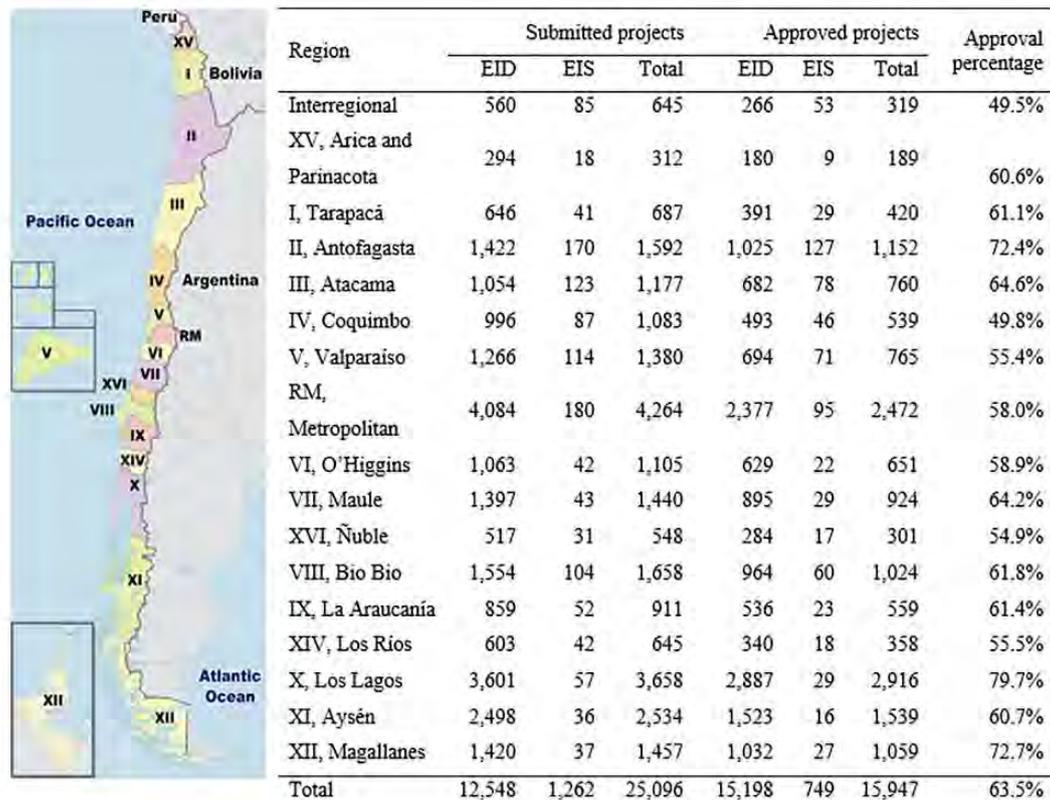


Fig. 1. Number of environmental projects submitted and approved from 1994 to 2018 in Chile, by region, according to information compiled from the Environmental Assessment Service of Chile, accessed on January 12, 2020. <https://www.sea.gob.cl/>.

customs of human groups, (iv) location and environmental value of the territory, (v) scenic or tourist value, and (vi) alteration of cultural heritage (MMA, 2012; De la Maza, 2001).

De la Maza (2001) evaluated the Chilean EIA system, comparing it to the NEPA process, and detected (i) differences in timing, public participation, and study of alternatives; and (ii) important methodological improvement opportunities, risk perception, and judicial role. It is important to note that De la Maza (2001) studied the Chilean EIA system when the first EIAsR was in force. Subsequently, two modifications were made in 2001 and 2012 (MINSEGPRES, 1997; MINSEGPRES, 2001; MMA, 2012).

Lacy (2017) points out that the EAS has created guidelines for specific cases (e.g. hydropower projects, air quality, influence area) aiming at improving the EIA system. The author analysed the EIS and EID from aquaculture projects and detected that only 4.3% of submitted projects were rejected, alongside methodological inconsistencies in sampling and number of sites.

Formal citizen participation begins after the projects have been submitted. For the EIS it is mandatory and explicitly mentioned in paragraph 2°, articles 88 to 92 of the EIAsR (MMA, 2012). In the case of an EID, only formal citizen participation is allowed for specific types of projects (e.g. electric lines, energy, sanitary), which are defined in paragraph 3°, article 94 of the EIAsR (MMA, 2012). Early participation is voluntary and conducted mainly in cases where other international organizations mandate, e.g. the World Bank (Ocampo-Melgar et al., 2019).

In 2011, the case of citizen participation in the Northern-Central rural area in Chile was studied. Results show frustration from

participants, mainly due to the imbalance of resources, knowledge, and interest in approving projects (Lostarnau et al., 2011). Nowadays, society demands a more creditable and trustable EIA system. These aspects were among the topics being concluded in the Councils under the Presidential Advisory Commission for the EIA System evaluation, in which a participatory diagnosis was made, and improvements related to citizen participation, environmental sensitivity, socio-cultural and economic changes, and appearance of new technologies in Chile were proposed (CAPRSEIA, 2017).

It is necessary, for that reason, to evaluate the Chilean EIA using different criteria with scientific aims. In our preliminary comparative analysis of the EIA system criteria compiled from Wood (1995), Annandale (2001), Ahmad and Wood (2002), and Khosravi et al. (2019) (Table 1), we found that none of the authors included baseline-related criteria, which are fundamental for drawing up an EIA (Lacy, 2017). Neither were public information processes included, which are important due to the growing digital transformation of society and the necessary improvements to information access and public participation due to the international standard of international agreements Escazú and Aarhus Conventions (Weaver, 2018; UNECE, 1998; UN, 2018). Other aspects such as project control, sanctions, and resolution of environmental disputes are not considered. While these aspects are not specific items in the EIA, they have an impact on the overall process assessment when analysed from a socio-environmental perspective (Costa, 2012).

This article (1) compiles a set of evaluation criteria from both an international literature review and Chilean official reports; (2) evaluates and ranks those criteria in four countries; (3) reviews the state of the art

of Chile, as compared to others countries; and 4) proposes improvements to the Chilean EIA. For a reliable comparison, three OECD countries with extensive experience in applying EIA were selected: Brazil, Spain, and Canada, which also share similarities with Chile. Brazil is in South America; Spain for historical linkages and cultural similarities with Chile; and Canada because of its large indigenous population that determines the behaviour of people regarding particular uses and customs of the territories. This latter aspect is particularly relevant in Chile, especially in southern regions such as La Araucanía (Fig. 1). For comparative analysis, it is irrelevant whether the country keeps a federal or centralized system since indicators consider national results.

2. Methods

2.1. Selection of conventional evaluation criteria for comparing EIA systems

Based on the review of criteria used by Wood (1995), Annandale (2001), Ahmad and Wood (2002), and Khosravi et al. (2019) in different countries, 18 criteria were selected. Table 2 summarizes the criteria adopted from each author. In summary, 15 criteria were selected from Ahmad and Wood (2002) mainly by requirements of the EIA system (Wood, 1995). Only one criterion was selected from Annandale (2001), taking into account the importance of administrative support. Two criteria were selected from Khosravi et al. (2019) due to the importance of obtaining a license and analysing the centralization model (Costa, 2012).

Of the 18 selected criteria, *legal bases* (A), *alternatives for design* (N), *screening* (O), *scoping* (P), *content of the EIA report* (Q), *review of the EIA report* (G), and *system control* (V) were considered a minimum fundamental basis for EIA system analysis by authors in Table 1. The criteria *adoption of decisions* (R), *impact control* (S), *mitigation* (T), and *consultation and participation* (U) were considered relevant by 75% of the authors; while *Competent Authority for EIA and determination of environmental acceptability* (I), *Strategic Environmental Assessment* (W), *administrative support* (H), and *Cost and benefit* (X) were only considered relevant by 50%. The criteria *provisions for appeal by the developer or the public against decisions* (B), *legal or procedural specification of time limits* (C), *implications of proceeding without EIA approval* (D), *EIA process steps in regulations* (E), *Adequacy of the law for conducting an EIA* (F), *EIA centralization at the national level* (J), *Level of coordination with other planning and pollution control bodies* (K), and *Specification of sectoral authorities' responsibilities in the EIA process* (L) were considered attributable to one particular situation by Khosravi et al. (2019) and Ahmad and Wood (2002). They were a methodological innovation at the time of application.

2.2. Definition of new criteria for evaluating the EIA system

The definition of the new evaluation criteria for the Chilean EIA system was based on a review of the report of the Citizens' Councils under the Presidential Advisory Commission for the evaluation of ELASR in 2017. The workshops held in the administrative regions of Atacama, Biobío, Los Lagos, and Magallanes allowed for a cross-sectional view of the weaknesses of the EIA system to be compiled (CAPRSEIA, 2017).

Four relevant topics for Chile were identified from the systematic report analysis. The first was *baseline information* (AA) referred to as how physical, aesthetic, cultural, and economic information in the project influence area are collected and provided. The second was *public information process and post-evaluation* (AB) referred to the format and type of information available during and after the EIA process; it is important to determine whether the information from the EIA process and post-supervision is accessible for identifying whether environmentally-assessed projects can be monitored. The third was *supervision and punishment for non-compliance* (AC) concerning the existence of a supervisor to sanction regulation violations by projects subject to EIA, and the

subsequent definition of sanctions associated with non-compliance of the environmental authorization granted in the EIA process. The fourth was *resolution of environmental disputes* (AD) in attention to the existence of capabilities in a specialized institution to resolute environmental controversies. The *baseline information* criterion was referred to the 'EIA Process' category; the remaining were grouped into a new category named 'After EIA' relative to the evaluation carried out after the projects had obtained an environmental license. The four additional evaluation criteria are presented in Table 2.

2.3. Individual and comparative assessment of the EIA system evaluation criteria

Each of the 22 evaluation criteria (18 from Section 2.1 and four from Section 2.2) was used to evaluate the EIA systems of Chile, Brazil, Spain, and Canada. Data were obtained and reviewed from the official websites of the Governments of Chile,¹ Brazil,² Spain,³ and Canada.⁴ The search process consisted in reviewing each country's regulation and indicative information. In parallel, a review of scientific articles, PhD. Thesis, official books, and reports, analysing the EIA system from the four countries studied, was carried out. For the qualitative comparison of evaluation criteria among countries, an ordinal scale ranging from 1 to 5 was assigned to each evaluation criterion according to the ranking (1–5 score) described in Table 3.

After data scoring, a statistical analysis was carried out to assess the level of similarity among the EIA systems of Chile, Spain, Brazil, and Canada. Two complementary statistical tools were used. First, a Hierarchical Agglomerative Cluster Analysis (HACA) was performed using all criteria included in Table 2. The hierarchical agglomerative clustering is a 'bottom-up' approach where each observation starts in its cluster, and pairs of clusters are merged as one moves upwards in the hierarchy (Trevor et al., 2009). The rationale of HACA is to use the nearest neighbour as a method of agglomeration and the Euclidean distance as a measure of similarity (Clarke et al., 2014). For numerical and graphical analyses, the program XLSTATv. 2019.1 by Addinsoft® (Addinsoft, 2020) was implemented and 20 score criteria were used; only criteria D and AA (Table 2) were excluded.

Second, a Principal Component Analysis (PCA) was carried out to illustrate the patterns and relationships among the EIA systems of Chile, Spain, Brazil, and Canada attending to the dependence (or inter-correlation) of the criteria scores. PCA is a multivariate technique that allows for reducing the dimensionality of the variable space by representing it with fewer orthogonal (uncorrelated) variables that capture most of its variability (Abdi and Williams, 2010). To carry out PCA, criteria B, H, J, N, O, P, R, U, V, W, AB, AC, and AD from Table 2 were selected. Criteria having incomplete information and/or showing the same score in all of the selected countries were removed. Data were standardized and the resemblance matrix calculated using the Pearson correlation coefficient. A quartimax rotation (i.e. an orthogonal rotation to transform vectors associated with the principal component analysis) was applied to represent the results in the first factorial plane of a biplot graph (Addinsoft, 2020).

2.4. Determination of improvement opportunities for EIA

Minimum and maximum values (score 1–5) were identified for the Chilean EIA system through comparison of each criterion in the four countries studied. Gaps (minimum score) and strengths (maximum score) for each criterion compared were analysed. This enabled us to identify and propose opportunities for improving the Chilean EIA

¹ <http://www.sea.gob.cl>

² <http://www.mma.gov.br>

³ <https://www.miteco.gob.es/>

⁴ <https://www.canada.ca/en/services/environment.html>

Table 2
Conventional and additional criteria selected for the evaluation of EIA systems.

Category	Criterion	Code	Reference for original criterion
EIA Legislation	Legal bases	A	Ahmad and Wood (2002)
	Provisions for appeal by the developer or the public against decisions.	B	Ahmad and Wood (2002)
	Legal or procedural specification of time limits	C	Ahmad and Wood (2002)
	Implications of proceeding without EIA approval	D	Khosravi et al. (2019)
EIA Administration	Review of the EIA report	G	Ahmad and Wood (2002)
	Administrative support	H	Anandale (2001)
	Competent authority for EIA and determination of environmental acceptability	I	Ahmad and Wood (2002)
	EIA centralization at the national level	J	Khosravi et al. (2019)
EIA Process	Alternatives for design	N	Ahmad and Wood (2002)
	Screening	O	Ahmad and Wood (2002)
	Scoping	P	Ahmad and Wood (2002)
	Content of the EIA report	Q	Ahmad and Wood (2002)
	Adoption of decisions	R	Ahmad and Wood (2002)
	Impact control	S	Ahmad and Wood (2002)
	Mitigation	T	Ahmad and Wood (2002)
	Consultation and participation	U	Ahmad and Wood (2002)
	System control	V	Ahmad and Wood (2002)
	Strategic Environmental Assessment	W	Ahmad and Wood (2002)
	Baseline information	AA	CAPRSEIA (2017)
	After EIA	Public information process and post-evaluation	AB
Supervision and punishment for non-compliance		AC	CAPRSEIA (2017)
Resolution of environmental disputes		AD	CAPRSEIA (2017)

Table 3
Ranking used for evaluation criteria.

Ranking	Description
1	Criterion not included in the legal framework; neither indicative guidelines nor implementation are evident.
2	Criterion not included explicitly in legislation and/or model procedures, although there is evidence of use in particular cases.
3	Criterion included in legislation and/or procedures of the model, although there is no evidence of occasional and/or permanent use in the EIA system.
4	Criterion used at a regulation or indicative framework, but not in all cases neither permanently.
5	Criterion included in the regulatory or indicative framework, with evidence of its permanent application in the EIA system.

system.

3. Results and discussion

3.1. Enforcement of the evaluation criteria

HACA of EIA systems of Chile, Brazil, Spain, and Canada was carried out. The 20 evaluation criteria used in the HACA correspond to those described in Table 2. Considering 70% similarity, Fig. 2 shows three groups: the first group included Spain and Canada with 88% similarity. The second group included Chile with 69% similarity with respect to the first group. The third group included Brazil with 63% similarity to the first group. Fig. 2 shows dissimilarity instead of similarity for a better presentation of results.

The second step was PCA implementation to explore the patterns of the EIA systems of Chile, Canada, Spain, and Brazil and their relationship with the 13 criteria (out of the selected 22) that contribute to the variability of the EIA systems. Fig. 3 shows the first factorial plane (F1 and F2), which represents 84.34% of the total variance. The first group (Chile, Canada, and Spain) correlates well with the following criteria: *Administrative support* (H), *Screening* (O), *Adoption of decisions* (R), and *Supervision and punishment for non-compliance* (AC); for the case of Chile high scores have been obtained for following criteria: *Provisions for appeal by the developer or the public against decisions* (B), *Consultation and participation* (U), *System control* (V), *Public information process and post-evaluation* (AB), and *Resolution of environmental disputes* (AD). For the second group (Brazil), a high score is obtained for criterion *Alternatives for design* (N) whereas for the remaining criteria the score is generally

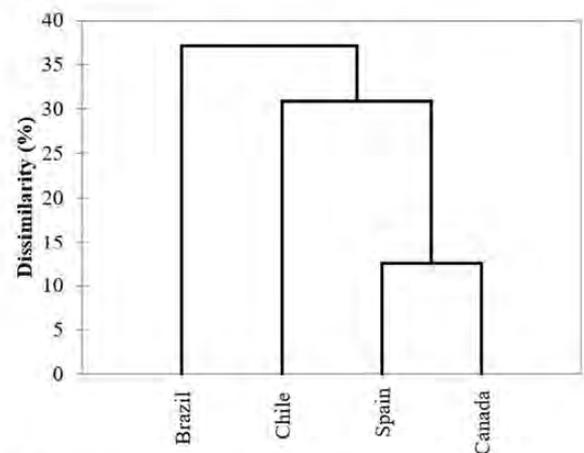


Fig. 2. HACA of the EIA systems of Chile, Spain, Canada, and Brazil using the 20 evaluation criteria from Table 2, and its scores included in Table A.1 in Appendix A. The Euclidean distance among the EIA systems of studied countries is expressed as dissimilarity (inverse of similarity) in the 0–100% range.

lower than that obtained for the entire first group. Table A.2 in Appendix A includes factor loadings of PCA.

The analysis of the ‘EIA Legislation’ category criteria (Table 2) allowed for us to observe similar evaluation across the following criteria: *Legal bases* (A), *Legal or procedural specification of time limits* (C), and *Implications of proceeding without EIA approval* (D); criteria D for Canada was singled out because information was not found. Criterion *Provisions for appeal by the developer or the public against decisions* (B) showed the main dissimilarities due to differences in countries applications (Fig. 4). In Spain, discrepancies found after project approval are resolved by the Council of Ministers or the competent regional government body. In Canada, no options for a proponent or member of the community to appeal are found (CEAA, 2019). In Chile, appeals by the proponent are solved in two ways: projects evaluated in simplified mode (EID) are resolved by the Executive Director of the Environmental Assessment Service, and projects requiring an EIS are resolved by the Council of Ministers (MMA, 2012). Fig. 4 shows the EIA systems comparison for

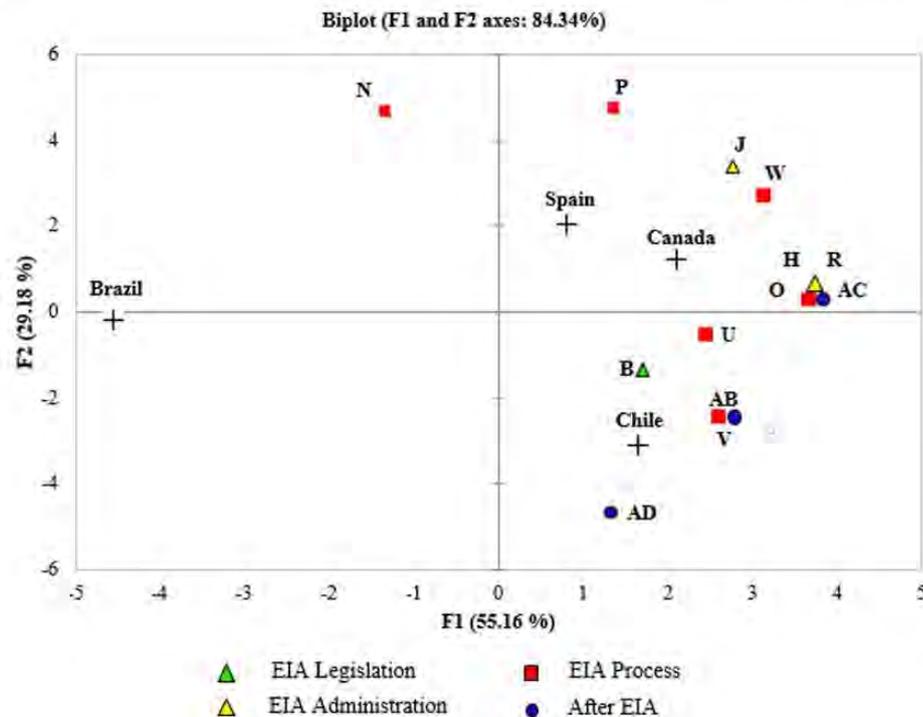


Fig. 3. From PCA, first factorial plane (PC1 and PC2) of the EIA systems of Chile, Spain, Canada, and Brazil and their relationship with the selected criteria *Provisions for appeal by the developer or the public against decisions (B)*, *Administrative support (H)*, *EIA centralization at the national level (J)*, *Alternatives for design (N)*, *Screening (O)*, *Scoping (P)*, *Adoption of decisions (R)*, *Consultation and participation (U)*, *System control (V)*, *Strategic Environmental Assessment (W)*, *Public information process and post-evaluation (AB)*, *Supervision and punishment for non-compliance (AC)*, and *Resolution of environmental disputes (AD)*.

Chile, Brazil, Spain, and Canada in relation all evaluation criteria from Table 2.

In the 'EIA Administration' category (Table 2), similarities were found in criteria *Review of the EIA report (G)* and *Competent Authority for EIA and determination of environmental acceptability (I)*, and main differences were in the *EIA centralization at the national level (J)* criterion. Spain and Canada are similar in that their legislation at the regional and national levels is obliged to comply with minimum requirements (De Tomás, 2014; Perevochtchikova and André, 2013). Brazil, however, has a centralized regulatory framework without local regulations, which could aid improve the effectiveness of the system (Chalotra, 2016). In Chile, in 2005 the OECD recommended strengthening the environmental institutional framework, and in 2010 the EAS was created to administer the environmental assessment. In 2012, the EIASR was updated and numerous technical guides have been published, serving as an input for new EIA guidelines. The above serves as evidence of the evolution of the administration of the EIA (OCDE, 2005; MINSEGPRES, 2010; MMA, 2012; Moraga, 2017). Projects environmental assessment is carried out at the regional level, except for interregional equivalents, which are evaluated and qualified by the Executive Board. For appeals, the EAS is present in all regions of the country with the main office in Santiago (MINSEGPRES, 2010; MMA, 2012); furthermore, guidelines are frequently issued from the national level, and the EAS determines the acceptability of the projects and reviews the projects.

In relation to the 'EIA Process' category (Table 2), similarities were detected in criteria *Content of the EIA report (Q)*, *Impact control (S)*, *Mitigation (T)*, and *Baseline information (AA)*; for criteria AA, the case of Canada could not be evaluated due to the lack of information. The main differences were in criteria *Alternatives for design (N)*, *Scoping (P)*, *Consultation and participation (U)*, and *Strategic Environmental Assessment*

(W). The *Alternatives for design* criterion is established in models from Brazil, Spain, and Canada through the existence of an explicit requirement to incorporate design alternatives and justify the selected option (CONAMA, 1986; BOE, 2013; CEAA, 2012). These models consider the main alternatives studied, which are to not carry out the project and the justification of the solution adopted (De Oliveira, 2013; De Tomás, 2014; Perevochtchikova and André, 2013). This criterion (N) is absent in Chile, so only a single scenario during the EIA process is evaluated.

The *Scoping* criterion is not considered in the rules governing the EIA in Chile and Brazil (MMA, 2012; De Oliveira, 2013; Barioni et al., 2017). In Spain and Canada, the EIA considers different types for approaches, e.g. external and internal review (BOE, 2013; Perevochtchikova and André, 2013).

The *Consultation and participation* criterion is found in the four models tested, but differs in form. In Chile, it begins after projects submission, and early participation is voluntary. There are different standards for participation depending on the type of project being processed; for EIS, participation is mandatory. There is the option of a Consultation Process with Indigenous Peoples based on ILO Convention 169 if there are significant environmental impacts associated with indigenous peoples, specifically if projects have affectation to articles 7, 8, and 10 from EIASR (MMA, 2012). In the case of EID, citizen participation is exclusive for some types of projects indicated in article 94 from EIASR (MMA, 2012). When participation takes place, all observations must be considered in the process and the project proponent must respond to each observation.

In Brazil, public hearings have caused discontent among participants (because of limited real effectiveness) and have been identified as one of the main weaknesses of the EIA in the country (Sanchez, 2013; Fonseca et al., 2017). In Spain, although the possibility of consulting agencies

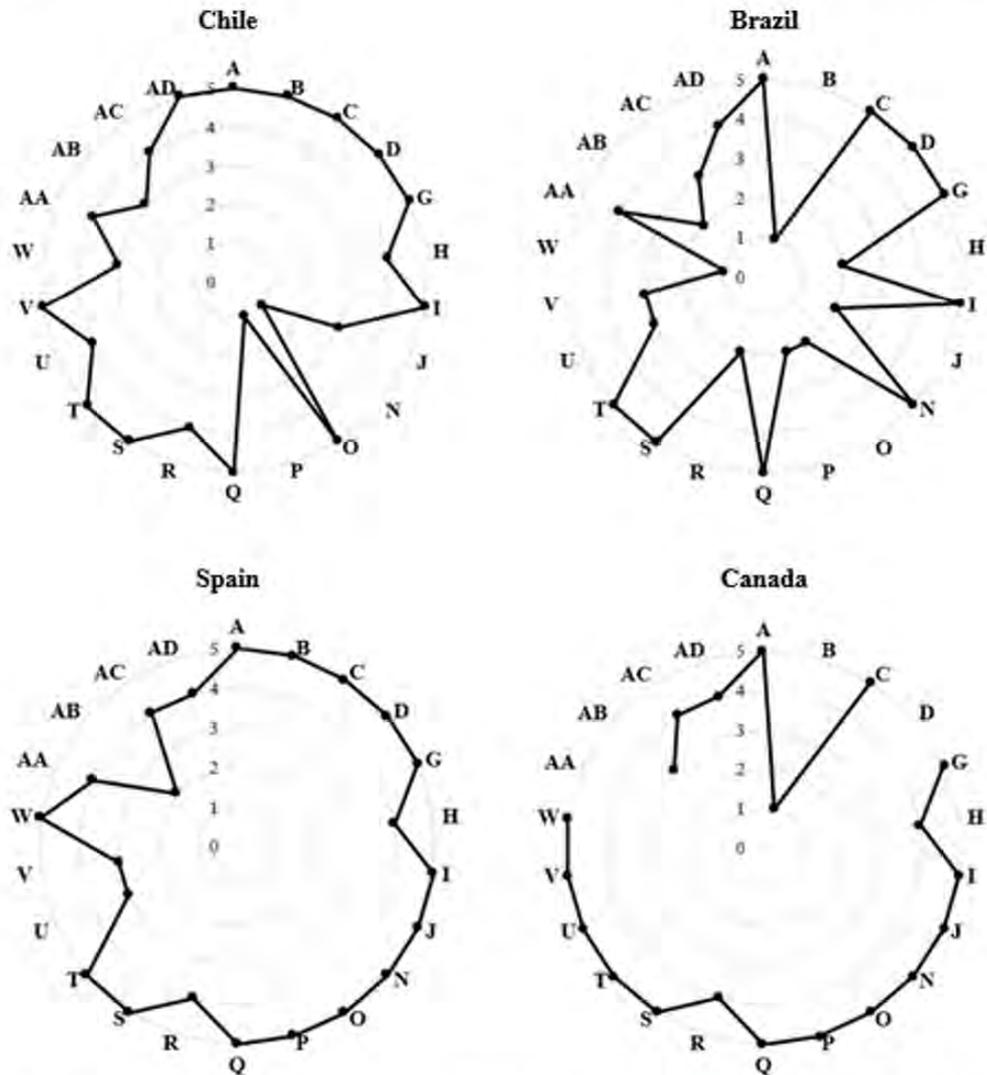


Fig. 4. EIA systems comparison of Chile, Brazil, Spain, and Canada using the evaluation criteria defined in Table 3, and its scores included in Table A.1 in Appendix A. For Canada, information for criteria D and AA could not be accessed.

and people affected directly is considered, a low level of participation and consultation is common. In Canada, early public consultation for identifying public concerns (regarding the proposed scope of the EIA and other related issues) is required for major projects; however, the model differs from the previous two and holds many similarities with the Chilean model. Both, regular and indigenous funding are available to facilitate participation (CEAA, 2015).

The *Strategic Environmental Assessment* criterion differs in its application in all four models studied. In Brazil, there is no obligation to submit to the criterion (Davidovic, 2014). In Canada, it is under the responsibility of the Canadian Environmental Assessment Agency (CEAA) and applies to policies, plans, and programs (CEAA, 2010). In Spain, ordinary and simplified procedures exist for this criterion, which is contained in the Environmental Assessment Act and is homologous to EIA projects (BOE, 2013). In Chile, the policies and plans proposed by the President of the Republic that generate impacts on the environment are subject to this criterion. Territorial planning instruments are also

subject to the Secretariat of the Environment (MINSEGPRES, 2010).

With respect to the After EIA category (Table 2), two criteria dissimilarities were detected. The *Public information process and post-evaluation* (AB) criterion differs between systems, none of which fulfil this criterion. In Chile, information on the EIA process is published on the EAS website.⁵ For post-evaluation processes, audits information is found on the Superintendency of the Environment website (the agency responsible for supervision). However, the concept through which this information is tracked is named 'Supervision Units', which is not necessarily consistent with the EIA process codes previously carried out. No direct link from each project to its enforcement record is observed, which hinders post-evaluation monitoring.

Brazil has the *Portal Nacional de Licenciamento Ambiental* (National Environmental Licensing Portal, NELP) for complying with the rules on

⁵ <https://www.sea.gob.cl/>

public access to environmental information and data existing in the agencies; however, the information available on project licensing is limited. For post-EIA information, there is a different site for reviewing the sanctioning processes; although no link between both sites can be found. An official website in Spain archives projects from which an EIA document can be obtained, although the whole technical-administrative process of the project (e.g. a list of consultations at the citizen participation stage) cannot be acquired. Also, a submenu containing projects and programs under consultation is published, allowing the public to enter queries online. In Canada, the environmental agency administers a record in which the process history and resources availability of citizen participation are published, along with other information. Table A.1 in Appendix A contains a detailed comparison result of the criteria selected for the four countries.

The *Resolution of environmental disputes* (AD) criterion differs across the countries analysed. In Spain, Brazil, and Canada environmental disputes are resolved through the ordinary courts. In Chile, however, there are three Environmental Courts located in the northern, central, and southern zones of the country. Environmental Courts in Santiago and Valdivia were first operating in 2013, followed by the Environmental Court of Antofagasta, all three for resolving environmental disputes within their jurisdictions; a peculiarity is that each court has a judge with a degree in science. The Environmental Courts are contingent to the political, correctional, and economic superintendence of the Supreme Court (MMA, 2012a).

3.2. Determination of opportunities for improvement of EIA in Chile

We propose to improve three areas of the Chilean EIA system beginning from the analysis of main weaknesses, after the criterion application. The proposed amendments would apply regardless of whether the project is environmentally evaluated as an EID or an EIS.

First improvement is a fusion between the EIA administration and the EIA process, as it considers options to incorporate the *Adoption of decisions* (R) and *EIA centralization at the national level* (J) criteria (Table 2). Nowadays, the petitioner can appeal to the final decisions of the projects to the Council of Ministers for an EIS or at the Executive Director of the EAS for an EID. Full transfer of powers to each region is proposed by eliminating options <appeal>, at the national level because authorities commonly evade regional level problems by transferring them to national-level authorities. This allows for claims to be sent for settlement directly by the Environmental Courts (as were created for resolution of environmental disputes), acting under the law and on the basis of technical decisions reached during the evaluation (CAPRSEIA, 2017).

Second improvement is to incorporate the *Alternatives for design* (N) criterion by proposing an amendment to the EIA regulation, introducing the need to present more than one alternative, and comparing these to the base condition of non-execution of the project. On the one hand, it allows for situations with different impacts on the EIA to be assessed and on the other, it encourages a wider trading range during the project EIA, which is not currently possible due to the single-scenario evaluation (De Oliveira, 2013; CONAMA, 1986; BOE, 2013; De Tomás, 2014; CEEA, 2012; Perevochtchikova and André, 2013).

Third improvement is to integrate the *Scoping* (P) criterion in the EIA system by modifying the EIASR. The proponent should previously deliver an abstract of the project to the EAS for analysis and consult at public institutions, non-profit organizations, and citizens, to prioritize relevant issues (Ocampo-Melgar et al., 2019; CEEA, 2019; Wood, 1995; Perevochtchikova and André, 2013).

Fourth improvement is to include the *Baseline information* (AA) criterion by creating a register of independent reviewers in the EAS. Reviewers must demonstrate knowledge and practical experience in baseline description and impact assessment methodologies (guidelines with requirements for external reviewer must be constructed). The review aims at establishing an additional control of the baselines declared

by proponents, eliminating methodological uncertainties and public distrust on this particular matter.

Fifth improvement is to incorporate the *Public information process and post-evaluation* (AB) criterion. The aim is to reduce the monitoring difficulties in the post-evaluation execution of projects by merging the EAS and Superintendency of the Environment platforms, to establish a single criterion under which to search for the environmental license number, once obtained. In addition, we propose each government agency with project supervision authority to incorporate both the results from the processing of Mixed Environmental Permits and audits into the platform. This will facilitate access to information and subsequent monitoring, and reduce public EIA distrust.

In summary, these five improvement opportunities are possible through the EIASR modification, although attention must be paid to incorporating Scoping by increasing the EAS staff. Alternatively, technical capacities in Universities, Research Centres, and Governmental Offices must also be built to enable the incorporation of external baseline information reviewers.

4. Conclusions

HACA shows three groups considering 70% similarity: the first group included Spain and Canada with 88% similarity; the second group included Chile with 69% similarity with respect to the first group; and the third group included Brazil with 63% similarity, also with respect to the first group. PCA shows that only 13 of the selected 22 criteria contribute to the variability of the studied EIA systems, representing 84.34% of the total variance.

The main similarities of the Chilean EIA system to that of Brazil, Spain, and Canada fall within criteria *Legal bases*, *Content of the EIA report*, *Review of the EIA report*, *Impact control*, *Mitigation*, *Legal or procedural specification of time limits*, *Competent authority for EIA and determination of environmental acceptability*, *Implications of proceeding without EIA approval*, and *Baseline information*.

The main strengths of the Chilean EIA system in comparisons to Brazil, Spain, and Canada, are the existence of specialized Environmental Courts for resolving disputes and the options for pre-execution appeals. The main gaps are found in criteria *Alternatives for design*, *Consultation and participation*, *Strategic Environmental Assessment*, *EIA decentralization at the national level*, and *Public information processes and post-evaluation monitoring*.

The weaknesses identified in the EIA Chilean system in comparisons to Brazil, Spain, and Canada are: an EIA system with high centralization at the national level, the absence of project alternative considerations, no requirement for scoping, and that the process of Strategic Environmental Assessment is not binding.

In terms of conventional evaluation criteria, the four models show similar criteria to those proposed by Almad and Wood (2002), with minor differences in the *Alternatives for design* criterion. However, there are model variations between the criteria used by Annandale (2001) and Khosravi et al. (2019). Of the four new criteria that constitute a methodological innovation, differences are found in the criteria *Public information* and *Resolving environmental disputes*.

The main options for improving the Chilean EIA system are related to criteria *Alternatives for design*, *Adoption of decisions*, *EIA decentralization at the national level*, *Scoping*, *Baseline information*, and *Public information process and post-evaluation*. The methodological framework introduced seeks out to serve as guidance for Latin American countries with similar environmental and social contexts, as well as environmental legislation improvement needs.

Declaration of Competing Interest

None.

Acknowledgements

Research partially funded by the Chilean FONDECYT Research Project 1161105. Dr. Paulo A. Dumont translated and revised the English version of the manuscript. Valuable comments and suggestions by the three anonymous referees are greatly appreciated.

Appendix A. Supplementary data

Supplementary data to this article can be found online at <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106502>.

References

- Abdi, H., Williams, L.J., 2010. Principal component analysis. *Wiley Interdiscipl. Rev. Comput. Stat.* 2, 433–459.
- Addinsft, 2020. *XLSTAT Statistical and Data Analysis Solution*. Boston, USA. <http://www.xlstat.com>.
- Ahmad, B., Wood, C., 2002. A comparative evaluation of the EIA systems in Egypt, Turkey and Tunisia. *Environ. Impact Assess. Rev.* 22, 213–234.
- Ahmad, T., Ferdousi, S.A., 2016. Evaluation of EIA system in Bangladesh. In: 36th Annual Conference of the International Association of Impact Assessment, Nagoya, Japan.
- Al-Azri, N.S., Al-Busaidia, R.O., Sulaiman, H., Al-Azri, A.R., 2013. Comparative evaluation of EIA systems in the Gulf cooperation council states. *Impact Assess. Project Appr.* 32, 136–149.
- Annandale, D., 2001. Developing and evaluating environmental impact assessment systems for small developing countries. *Impact Assess. Project Appr.* 19, 187–193.
- Aung, T.S., 2017. Evaluation of the environmental impact assessment system and implementation in Myanmar: its significance in oil and gas industry. *Environ. Impact Assess. Rev.* 66, 24–32.
- Badr, E.A., 2009. Evaluation of the environmental impact assessment system in Egypt. *Impact Assess. Project Appr.* 27, 193–203.
- Bergamini, K., 2015. Fiscalización y Cumplimiento Ambiental en Chile: Principales Avances, Desafíos y Tareas Pendientes. *EURE* 41, 267–277.
- BOE, 2013. Ley 21, de evaluación ambiental. *Boletín Oficial del Estado*, Madrid, España.
- Borioni, R., Figueiredo, A., Sánchez, L., 2017. Advancing Scoping Practice in Environmental Impact Assessment: An Examination of the Brazilian Federal System. *Impact Assessment and Project Appraisal* 35, 3, pp. 200–213.
- CAPRSEIA, 2017. Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA. Gobierno de Chile. Technical Report, Santiago, Chile.
- CEAA, 2010. Strategic environmental assessment. In: The Cabinet Directive on the Environmental Assessment of Policy Plan and Program Proposals. Canadian Environmental Assessment Agency (ISBN: 978-1-100-16895-1).
- CEAA, 2012. Canadian Environmental Assessment Act. Canadian Environmental Assessment Agency.
- CEAA, 2015. Participant Funding Program. National program Guidelines. Canadian Environmental Assessment Agency (ISBN: 978-1-100-21675-1).
- CEAA, 2019. Impact Assessment Act. Department of Justice Canada.
- Chalotra, A., Dharmendra, 2016. Environment impact assessment (EIA) practices in different countries: a review. *Int. J. Mod. Trends Engineering Res.* 3, 2349–2745.
- Clarke, K., Gorley, R., Somerfield, P., Warwick, R., 2014. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*, 3rd ed. Primer-E, Plymouth.
- CONAMA, 1986. Resolución N° 1 Dispõe Sobre Critérios Básicos e Diretrizes Gerais Para a Avaliação de Impacto Ambiental. Brasil.
- Costa, E., 2012. ¿El SEIA en crisis? Conflictos ambientales y ciudadanía. *Derecho y Humanidades* 20, 357–374.
- Davidovic, D., 2014. Review: Experiences of Strategic Environmental Assessment in Developing Countries and Emerging Economies - Effectiveness, Impacts and Benefits. University of Gothenburg.
- De la Maza, C.L., 2001. NEPA's influence in developing countries: the Chilean case. *Environ. Impact Assess. Rev.* 21, 169–179.
- De Oliviera, A., 2013. La Evaluación de Impacto Ambiental en Brasil ante el reto de Alcanzar un Desarrollo Sostenible. PhD Thesis. University of Castilla-La Mancha, Spain.
- De Tomás, J., 2014. Tres Décadas de Evaluación del Impacto Ambiental en España. PhD Thesis. University of Alicante, Spain.
- El-Fadi, K., El-Fadel, M., 2004. Comparative assessment of EIA systems in MENA countries: challenges and prospects. *Environ. Impact Assess. Rev.* 24, 553–593.
- Ferrer, Y., 2016. Seguimiento en el Tiempo de la Evaluación de Impacto Ambiental en Proyectos Mineros. *Revista Luna Azul* 42, 256–269.
- Fonseca, A., Sánchez, L., Junqueira, J., 2017. Reforming EIA systems: a critical review of proposals in Brazil. *Environ. Impact Assess. Rev.* 62, 90–97.
- Heaton, C., Burns, C., 2014. An evaluation of environmental impact assessment in Abu Dhabi, United Arab Emirates. *Imp. Assess. Project Appr.* 32, 246–251.
- Khosravi, F., Jha-Thakur, U., Fischer, B., 2019. Evaluation of the environmental impact assessment system in Iran. *Environ. Impact Assess. Rev.* 74, 63–72.
- Lacy, S., 2017. Can environmental impact assessments alone conserve freshwater fish biota? Review of the Chilean experience. *Environ. Impact Assess. Rev.* 63, 87–94.
- Lostarnau, C., Oyarzún, J., Maturana, H., Soto, G., Senoret, M., Soto, M., Rotting, T.S., Amezaga, J.M., Oyarzún, R., 2011. Stakeholder participation within the public environmental system in Chile: major gaps between theory and practice. *J. Environ. Manag.* 92, 2470–2478.
- MINSEGPRES, 1994. Ley 19.300, Sobre Bases Generales de Medio Ambiente. In: Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Gobierno de Chile, Santiago, Chile.
- MINSEGPRES, 1997. Decreto Supremo N° 30 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Gobierno de Chile. Santiago, Chile (derogado).
- MINSEGPRES, 2001. Decreto Supremo N° 95 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. In: Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Gobierno de Chile. Santiago, Chile (derogado).
- MINSEGPRES, 2010. Ley 20.417 Crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia de Medio Ambiente. In: Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Gobierno de Chile, Santiago, Chile.
- MMA, 2012. Decreto Supremo N° 40 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. In: Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. Santiago, Chile.
- Moradi, H., 2009. Biodiversity, Climate Change and Environmental Impact Assessment. PhD Thesis. University of Zurich, Germany.
- Moraga, P., 2017. La definición de Nuevos Estándares en Materia de Participación Ciudadana en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental Chileno. *Derecho del Estado* 38, 177–198.
- Morgan, K., 2012. Environmental impact assessment: the state of the art. *Impact Assess. Project Appr.* 30, 5–14.
- Nadeem, O., Hameed, R., 2008. Evaluation of environmental impact assessment system in Pakistan. *Environ. Impact Assess. Rev.* 28, 562–571.
- Ocampo-Melgar, A., Sagaris, L., Gironis, J., 2019. Experiences of voluntary early participation in environmental impact assessments in Chilean mining. *Environ. Impact Assess. Rev.* 74, 43–53.
- OCDE, 2005. Evaluación del Desempeño Ambiental Chile. CEPAL, Santiago, Chile.
- Perevotchtchikova, M., André, P., 2013. Environmental impact assessment in Mexico and Canada: comparative analysis at national and regional levels of Federal District and Quebec. *Int. J. Environ. Prot.* 3, 1–12.
- Sánchez, L., 2013. Development of environmental impact assessment in Brazil. *UVP-Report* 27, 193–200.
- Sánchez, L., Croul, P., 2012. Environmental impact assessment, from Rio 92 to =20 and beyond. *Ambiente Soc.* 15, 41–54.
- Trevor, H., Robert, T., Jerome, F., 2009. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*, 2nd ed. Springer, New York, p. 536.
- UN, 1992a. Rio Declaration on Environment and Development. United Nations.
- UN, 1992b. Convention on Biological Diversity. United Nations.
- UN, 2018. Regional Agreement on Access to Information, Public Participation and Justice in Environmental Matters in Latin America and the Caribbean. United Nations.
- UNECE, 1998. Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in Environmental Matters. United Nations Economic Commission for Europe.
- Wayakone, S., Makoto, I., 2012. Evaluation of the environmental impacts assessment (EIA) system in Lao PDR. *Environ. Prot.* 3, 1655–1670.
- Weaver, D., 2018. The Aarhus convention and process cosmopolitanism. *Int. Environ. Agreements* 18, 199–213.
- Wood, Ch., 1995. Evaluación de Impacto Ambiental un análisis comparativo de ocho Sistemas EIA. In: Centro de Estudios Públicos, Doc de trabajo N° 247, Chile.

Dante Rodríguez-Luna. He obtained his degree in Environmental Engineering from University of La Frontera, Chile (2005), and MSc in Waste Treatment and Management from the Autonomous University of Madrid, Spain (2006). He is currently a PhD student at the Catholic University of Murcia, Spain. Since 2010 he has worked at the Chilean Environment Ministry. His research interest is environmental impact assessment with special focus on the circular economy, environmental education, and risk assessment.

Francisco Encina-Montoya. Francisco Encina-Montoya is Marine Biologist (1989), Civil Industrial Engineering (2015) and Ph.D. degree in Environmental Sciences (1994) from the University of Concepción (Chile). He is Associated Professor at Catholic University of Temuco and head of its Centre for Environmental Studies. He has 25 years of experience in scientific research, leading research projects and environmental advices in ecological risk assessment, studies and declarations of environmental impact and monitoring of spills in cellulose and mining industries. He is a member of scientific societies related to evaluation of ecological risk such as Society of Limnology of Chile and Society of Toxicology and Environmental Chemistry (SETAC).

Francisco J. Alcalá. He is Senior Researcher at the Geological Survey of Spain, Associate Professor at the Catholic University of Murcia in Spain, and Research Associate 'Ad-Honorem' at the Autonomous University of Chile. His research interests are techniques and computational applications for modelling of groundwater dynamics at different spatial scales and climate conditions, isotope and chemical tracing, and applied near-surface geophysics. Since 2015, he has been a member of the United Nations Expert Panel for Water Resources assessment in Latin American countries.

Nuria Vela. Nuria Vela obtained a B.S. degree in Biological Sciences (1997) and Ph.D. in Biology (2002) from the University of Murcia (Spain). She has made research visits to the Center for Edaphology and Applied Biology of Segura (CEBAS-CSIC) and the Murcian Institute for Agrofood Research and Development (IMIDA-INIA) in order to expand her knowledge on environmental pollution. Since 2000, she has been part of the Mediterranean Group Pesticide Research (MGPR), the organization responsible for ensuring the control and management of pesticides in the countries of the Mediterranean Arc. She has

D. Rodríguez-Luna et al.

Environmental Impact Assessment Review 86 (2021) 106502

participated in numerous Regional, National and/or European research projects, obtaining competitive funding, focused on the elimination of organic pollutants in waters of diverse origin through advanced oxidation processes and soil decontamination. At present, she is a

titular teacher in the Catholic University of Murcia (UCAM), and she is a principal researcher of the group Technologies Applied to Environmental Health.

2. Rodríguez-Luna, D.; Vela, N.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F. The Environmental Impact Assessment in Aquaculture Projects in Chile: A Retrospective and Prospective Review Considering Cultural Aspects. *Sustainability*. 2021, 13, 9006. <https://doi.org/10.3390/su13169006>

Article

The Environmental Impact Assessment in Aquaculture Projects in Chile: A Retrospective and Prospective Review Considering Cultural Aspects

Dante Rodríguez-Luna ^{1,2}, Nuria Vela ³, Francisco Javier Alcalá ^{2,4}  and Francisco Encina-Montoya ^{5,*}

¹ Department of Civil Engineering, Catholic University of Murcia, 30107 Murcia, Spain; derodriguez@alu.ucam.edu

² Instituto de Ciencias Químicas Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chile, Santiago 8910060, Chile

³ Applied Technology Group to Environmental Health, Faculty of Health Science, Catholic University of Murcia, 30107 Murcia, Spain; nvela@ucam.edu

⁴ Geological Survey of Spain (IGME-CSIC), Ríos Rosas 23, 28003 Madrid, Spain; fj.alcala@igme.es

⁵ Nucleus of Environmental Studies, Catholic University of Temuco, Temuco 4781312, Chile

* Correspondence: fencina@uct.cl; Tel.: +56-9-981-733-04



Citation: Rodríguez-Luna, D.; Vela, N.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F. The Environmental Impact Assessment in Aquaculture Projects in Chile: A Retrospective and Prospective Review Considering Cultural Aspects. *Sustainability* **2021**, *13*, 9006. <https://doi.org/10.3390/su13169006>

Academic Editors: Ana Villarroya and Jordi Puig

Received: 1 June 2021
Accepted: 4 August 2021
Published: 12 August 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: In recent years, social and environmental conflicts concerning the aquaculture sector have increased. These conflicts arise from the different perception that individuals, collectives, private companies and the State have about the potential impacts of aquaculture on the environment and quality of life. The Environmental Impact Assessment (EIA) of aquaculture projects in Chile is the main administrative tool for decision-making, allowing identify, predict, and propose preventive measures to mitigate negative consequences of this growing sector. This article analyzes the performance of the EIA in Chile concerning aquaculture projects between 1994 and 2019. Of the 5323 projects entering the Chilean EIA during this period, the EIA system-performance analysis selected the 71 most representative. For a reliable comparative analysis, the selected projects were first classified in accordance with the active regulation within the period. Subsequently, 14 performance indicators were selected and similarities—by means of a principal coordinate analysis—were explored. Significant differences between the third (SD40) and the first two (SD30 and SD95) regulations were observed. Based on these results and considering demands of local communities and social leaders (who request continuous articulations among technical areas, administrative tools, and policies to increase the sustainability standards of aquaculture), four opportunities for improving the EIA in aquaculture projects are proposed: incorporation of synergistic and cumulative effects, adaptation to climate change, development of a general methodology, and incorporation of early citizen participation (in projects having environmental charge) increasing the performance and confidence of the EIA. The introduced methodology enables comparisons of the EIA process in different regulatory periods using indicators, serving as guidance to evaluate the performance of the EIA in aquaculture. This methodology can also be used by other aquaculture producing countries around the world.

Keywords: environmental impact assessment; aquaculture; Chile

1. Introduction

1.1. Aquaculture in the World

The aquaculture industry has recorded a noticeable growth in the last 60 years with world population increase and healthier protein-based diet demand [1]. In 2018, the global production of fish, crustaceans, mollusks, and other aquatic animals reached 179 million tons, from which around 82.1 million tons (46%) were produced in aquaculture systems, representing an increase of 25.7% regarding the fraction contributed in 2000. World production in the 2001–2018 period showed an average annual growth of 5.3%, with China,

India, Indonesia, Vietnam, Bangladesh, Norway, Egypt, Chile, Myanmar, and Thailand, as main producers. Together, they contribute to ca. 89% of world production [1,2].

Aquaculture production is the main source of fish for human consumption, being a solution in relation to the deterioration of fishing reserves and the excessive capture of fish in their natural habitat [2]. In the coming years the aquaculture industry will be one of the main sources of food produced in the sea, surpassing traditional fishing. This is how the aquaculture sector contributes to the Sustainable Development Goals (SDG), in particular to the fulfillment of goal 14 “Life below water”, but production must be sustainable in order to meet goal 12 “responsible consumption and production” [3–5].

1.2. Aquaculture in Chile

The Chilean aquaculture industry has followed similar exponential growth compared to its international counterparts since the 1990s. In 2019, Chile had 2297 aquaculture centers devoted mostly to the cultivation of introduced species such as salmonids, representing around 78% of the national production and 2% of the international aquaculture market [6]. Nowadays, Chile is the second producer of salmon worldwide after Norway, growing mainly Atlantic salmon (*Salmo Salar*), rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), and coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*), all of which are introduced species [7]. There are 388 continental (freshwater) cultivation centers, most concentrated in southern Chile, with productions of 228.8 million juveniles and smolt for fattening and subsequent harvesting in the marine phase, which is mainly carried out in inland seas and bays [6,8]. The other species used in aquaculture are mainly concentrated in the Austral Zone (Los Lagos, Aysén, and Magallanes regions). In 2014, the production in these regions reached 99% of the total harvest, including algae and mollusks. As observed, the Chilean aquaculture industry is concentrated in the cold and wet southern regions, although some mountain areas in the northern Atacama and Coquimbo regions exhibit proper environmental conditions for freshwater aquaculture of oysters, algae, and abalones [9]. This activity represents a noticeable income to the local economy of these regions.

In Chile, aquaculture activity produces different environmental impacts, which include discharge of effluents to freshwater bodies and to the sea, incorporation of feces, uneaten food, suspended solids and dissolved nutrients such as nitrogen, phosphorus and carbon [10,11]. In addition, the presence of pharmaceuticals and high salt concentrations in the effluents have also been identified, thus potentially modifying the conditions of the ecosystem and the metabolism of the recipient organisms [12,13]. Additionally, these impacts could increase in the future due to climate change. In southern Chile, a 0.5 °C increase in temperature and 15% decrease in precipitation could decrease river flow, thus affecting the production of juveniles and smolts in fresh water [14]. On the other hand, in crops in the fattening phase, a temperature increase could influence the generation of harmful algae blooms (HABs) whereas an oxygen decrease would increase crops mortality [15]. The aforementioned environmental effects have generated growing social distrust around the aquaculture industry, that could increase in the future due to climate change [16].

The environmental impacts and risks described in seawater farming refer to the proliferation of diseases and the overcoming of nutrient loading capacities. In the Patagonian channels and fjords where these farms are located, the seabed eutrophication has affected both benthic diversity and associated trophic chains [7]. Additionally, the use of pharmaceuticals (mostly antibiotics, disinfectants, and antiparasitics for sanitary control) can affect untargeted species, altering local diversity [8]. However, a guide for feasible improvements and mitigation measures is far from being achieved due to the lack of specific supporting studies regarding the understanding of aquaculture activities effects on structure and functioning of freshwater and marine water ecosystems.

From a social point of view, there are permanent socio-environmental conflicts between individuals, organizations, private companies and the State, which is manifested publicly through divergences in opinions, positions, interests and claims for the affectation (or potentiality impact) derived from the access and use of natural resources, as well as the

environmental impacts of economic activities that would arise since sustainability would not be incorporated as a fundamental principle [17,18]. In this sense, the Environmental Impact Assessment (EIA) is the main tool for decision-making aimed at advancing evaluations of aquaculture projects and its potential impacts as well as at promoting measures to minimize repair. In addition, the EIA establishes the set of reference standards to evaluate compliance with the supervision process in the operation stages and abandonment of the projects.

1.3. Environmental Impact Assessment in Aquaculture Projects

In 1994, the Chilean Environmental Impact Assessment (EIA) system was created within the framework of Law 19,300 of *Bases Generales del Medio Ambiente* (General Environmental Bases, GEB). Between 1994 and 2020 there have been two amendments of the *Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental* (Environmental Impact Assessment System Regulation, ELASR), the former being the *Decreto Supremo N° 30* (Supreme Decree SD30) [19] and the later the *Decreto Supremo N° 95* (Supreme Decree SD95) [20]. In 2010, the *Servicio de Evaluación Ambiental* (Environmental Assessment Service, EAS) was created, as ruling institution for the administration of the EIA in Chile [21,22]. In 2012, a third amendment of the ELASR was introduced through the *Decreto Supremo N° 40* (Supreme Decree SD40) [23]. Figure 1 shows the chronological flow of the main EIA regulation items accounted in Chile from 1994 to present.

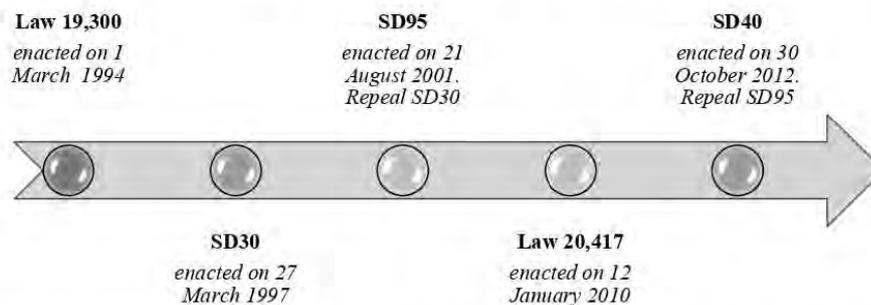


Figure 1. From 1994 to the present, chronological flow of the main EIA Laws and Supreme Decrees (SD) in Chile.

Projects entering the EIA are defined in article 10 of Law 19,300 and detailed in article 3 of the SD40, from letter 'a' to 's'. For instance, 'type h.2 includes industrial projects in a saturated area with surface up to 20 hectares or that generate more than 5% of the total daily emission in relation to the pollutants for which the area was declared saturated', 'type k.1 includes industrial projects with installed power equal to or higher than 2000 KVA', and 'type n includes projects of intensive exploitation, cultivation and processing plants of hydrobiological resources'.

In the current ELASR (article 3 in SD40) an environmental assessment is mandatory for the following aquaculture projects [23]: (i) n.1: for macroalgae, an annual production equal or higher than 500 tons and/or equal or higher acreage than 100,000 square meters. (ii) n.2: for filter feeders, an annual production equal or higher than 300 tons and/or equal or higher acreage than 60,000 square meters; for other extensively produced, mechanically filtered species, an annual production equal or higher than 40 tons. (iii) n.3: for intensively produced echinoderms, no filter feeders, crustaceans and mollusks, fish, and other species, an annual production equal or higher than 35 tons. (iv) n.4: for cultivations of any hydrobiological resource in navigable rivers without affecting the tide of those produced in non-navigable rivers or lakes whatever its annual production, an annual production equal or higher than 15 tons. (v) n.5: for fish, microalgae culture, and/or juveniles of others hydrobiological resources that require supply and/or evacuation of continental, marine, or estuarine waters sources, whatever its annual production, an annual production

equal or higher than eight tons. Likewise, it will be understood by processing plants of hydrobiological resources, the facilities factories whose objective is the elaboration of products through total or partial transformation of any hydrobiological resource or its parts, including process plants of on board factories or factory ships, which use as raw material an amount equal or higher than 500 tons per month of biomass in the month of maximum production; waves plants that meet the requirements indicated in the types h.2 or k.1.

The Chilean law considers projects entering the EIA for evaluation as *Estudio de Impacto Ambiental* (Environmental Impact Study, EIS) and *Declaración de Impacto Ambiental* (Environmental Impact Declaration, EID) [23]. An EIS is a document where all the characteristics of the project—to be executed—are described in detail. The report must contain all background information on prediction, identification and interpretation of the environmental impacts, and must describe how significant adverse effects are prevented or minimized. An EID, on the other hand, is a project report, under oath of the owner, where its content allows for an environmental impact evaluation in accordance with the environmental law [21,22]. Regardless of the EIA entry route, projects must comply with the specifications that regulate the activity, for instance (1) *Decreto Supremo N° 320—Reglamento Ambiental para la Acuicultura* (Supreme Decree for Aquaculture Environmental Regulation, RAMA) includes aspects related to the characteristics of the culture and the emplacement; (2) *Decreto Supremo N° 319—Reglamento Sanitario* (Supreme Decree for Sanitation Regulation, RESA) incorporates control measures to prevent diseases; (3) *Decreto Supremo N° 90—Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales* (Supreme Decree for Emission Standard of Liquid Water discharges to Surface Marine and Continental Waters, ESLW) regulates pollutants emission to marine and continental waters [24–26].

The EIA is an instrument subjected to constant renovation in order to consider the permanent environmental sensitivity in relation to the presented and approved projects, as many of these trigger environmental conflicts in the territories [27]. In fact, Chile is one of the countries having more environmental conflicts; for instance, in 2018 Chile was the 14th of 181 countries in the Environmental Justice Atlas [28]. According to data reported by the Instituto Nacional de Derechos Humanos (National Institute for Human Rights, NIHR), in 2020 there were 118 environmental conflicts in Chile, 37% being related to energy, 28% to mining, 8% to environmental sanitation, and 27% to other sectors including aquaculture [29,30]. Conflicts are partly due to the normal mismatching between current regulation (which changes fluently but not immediately) and the perception of mistrust by society regarding the EIA, since in its opinion it does not solve problems or consider its concerns [27].

After a scientific rational analysis of these and other conflicts, Rodríguez-Luna et al. [31] identified the main strengths and weaknesses of the Chilean EIA system. The authors compared 18 evaluation criteria defined in the scientific literature [32–35] and four additional criteria expressly proposed on the basis of identified environmental conflicts in Chile. The main strengths were legal basis, existence of defined deadlines for each stage, administrative support, existence of a competent authority, consultation and participation, and existence of Environmental Courts specialized in dispute resolution. Among the weaknesses: a system with high centralization at the national level, absence of mandatory obligation of project-design alternatives, non-existence of the scoping, and Strategic Environmental Assessment (SEA) not binding [31].

As described above, aquaculture is one of the economic drivers in Chile [9], which will rapidly increase with population growth and as new healthy-feeding habits progressively permeate society. However, aquaculture involves a negative potential effect on the environment, and new conflicts may arise ahead. This fact, together with the available methodology proposed by Rodríguez-Luna et al. [31] for identifying the main strengths and weaknesses of the Chilean EIA system, makes the introduction of a methodology for

evaluating the Chilean EIA system performance (concerning aquaculture activity) feasible (and necessary), in agreement with goals 12 and 14 of the SDG.

This article evaluates the Chilean EIA system performance concerning aquaculture activity. For this, (1) a state-of-the-art in assessing the environmental impact of aquaculture projects is described, (2) suitable indicators to catalogue a representative sample of aquaculture projects are identified and evaluated, and (3) some improvements to increase the performance standard of the EIA in aquaculture are proposed.

2. Materials and Methods

2.1. Study Area

Chile is in southwest of South America, has a length of 4200 km of continental territory, and 8000 km if the Antarctic territory is considered. Chile includes a maritime area of 3.15 Mkm² in its exclusive economic zone of 200 nautical miles, and its coasts are productive ecosystems giving a great advantage as a producer of demanded fisheries and aquaculture resources in the international markets. For geographical guidance, Figure 2 shows the macrozones and regions division of Chile.

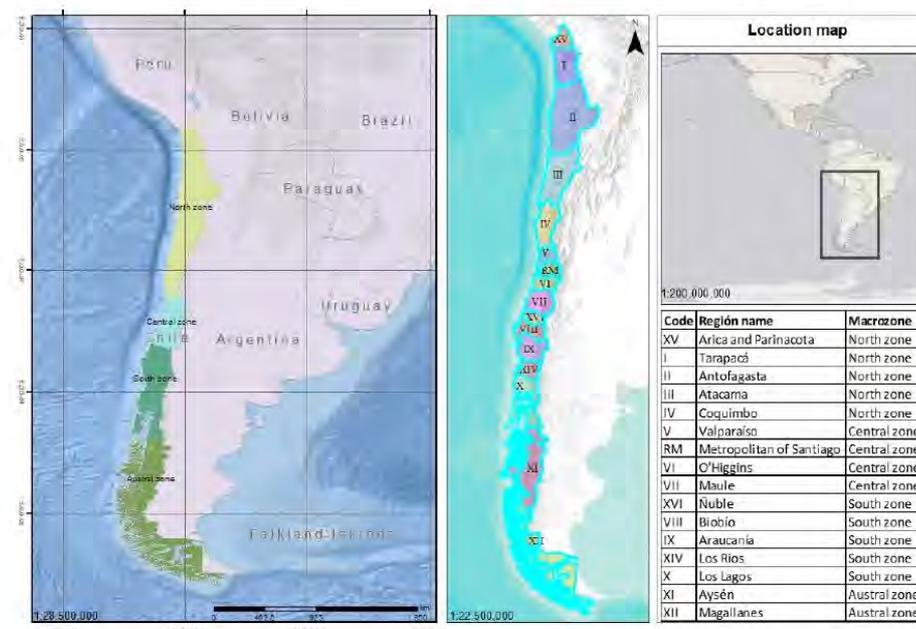


Figure 2. The Chilean macrozones and regions.

The Chilean aquaculture currently produces several species of fish, mainly salmon, trout, and turbot in minor amount. It also produces shellfish, among which the mussel (*Mytilus chilensis*), scallops, Pacific oysters and, to a lesser extent, giant mussels or cholga (*Aulacomya ater*), red abalone, and Chilean oysters, along with species of algae called pelillo stand out (*Agarophyton chilensis*). The Chilean aquaculture is mainly located at coastal marine farms, particularly in the Los Lagos, Aysén, and Magallanes regions, where the main products are salmon and trout, along with mussel mussels and algae. Significant volumes northern scallops, abalone, and pelillo algae are also produced in the Coquimbo and Atacama regions [6].

2.2. Data Source

All the 'type n' aquaculture projects registered in the official EAS website [<https://www.sea.gob.cl/>] were compiled [23]; data were accessed on 1 December 2020. The selection covered both presented and approved EIS and EID projects from 1994 to 2019. For an intuitive analysis, projects were ordered by region, and independently of status and regulation in force [36,37].

2.3. Selection of Projects

A probability sampling analysis to determine the accurate sample size was used [38]. The sample was obtained by using a proportional stratified sampling method for a finite population, taking the confident levels of 10% and 90% into account as error thresholds to exclude projects [39,40]. The finite population included the approved 5323 aquaculture projects between 1994 and 2019, classified by region (strata). The basic formulation was:

$$\eta = \frac{N Z^2 P Q}{e^2 (N - 1) + Z^2 P Q} \quad (1)$$

where η = sample size, e = sample error, N = population size, P = percentage of individuals with particular characteristics, Q = percentage of individuals not having a particular characteristic, and Z = imposed confidence level.

Projects were randomly selected after imposing the following causes for exclusion of those covering two or more regions (interregional), being addenda or modification only, rejected, not admitted for processing, withdrawn, revoked, and not evaluated. The selected projects—by macrozone in Chile—are presented in Table 1. See Figure 2 for macrozones and regions in Chile.

Table 1. Selected projects in each macrozone of Chile.

Macrozone ¹	Selected Projects	
	EIS	EID
North Zone		3
South Zone	1	41
Austral Zone	2	24

¹ Figure 1 displays macrozones and regions in Chile.

2.4. Selection of Indicators

This analysis was mainly focused on the EIA process. On the basis of a systematic review of electronic files from the official EAS website, a set of indicators were identified as reliable for carrying out a comparison of the projects produced during the three regulatory stages, both SD30, SD95, and SD40 as shown in Figure 1. Table 2 contains the selected 14 indicators, as well as their codification from A to N, description, and the assigned scores.

The selected criteria were Processing time (A), Description and justification of the influence area (B), Professionals who prepared reports are included (C), Methodology to identify and evaluate environmental impacts (D), Number of participating institutions in the project evaluation (E), Use of international regulations as a reference (F), Existence of mitigation measures (G), Existence of repair measures (H), Identification of contingency and emergency measures (I), Consultation and participation (J), Appeal after project approval or rejection (K), Supervision and punishment for non-compliance (L), and Initial status (N). Some specifications are described below. Criteria A, B, C, L, and N used an ordinal ranking in the 1–5 range for a quantitative scoring. Criteria D, F, G, H, I, J, and K used a nominal scale (Yes or No) for a qualitative scoring [41,42]. The criterion E used a continuous numerical scale (Table 2).

Table 2. Selected indicators to compare the aquaculture projects under the SD30, SD95, and SD40 regulatory stages.

Indicator	Description	Reference for Original Criterion	Code	Description	Score
Processing time (working days)	It corresponds to the processing time in each project, which is related to the deadlines established for the EIA	Adapted from Annandale [33] and Rodríguez-Luna et al. [31]	A	≥361	1
				271–360	2
				181–270	3
				91–180	4
				1–90	5
Description and justification of the influence area	It is the area where the environmental impacts of the project are manifested. Definition of the influence area is linked to the baseline information	Adapted from Rodríguez-Luna et al. [31]	B	No information about the influence area	1
				Information not justified	2
				General information only	3
				Moderately justified information	4
				Detailed and justified information	5
Professionals who prepared reports are included	The team or professionals who prepared the report, which can influence over the information quality	CAPSEIA [27]	C	Project developer is unknown	1
				Mention of the developer consulting company only	2
				Details people who developed the project, but not their experience	3
				Details people who developed the project and function, but not their experience	4
				Details professional title and function of each person involved in the project	5
Methodology to identify and evaluate environmental impacts	Method used to identify and evaluate the environmental impacts of a project	CAPSEIA [27]	D	Yes	2
				No	1
Number of participating institutions in the project evaluation	Public institutions that participate in the project review	None	E	A continuous numerical scale was used	NA ¹
Use of international regulations as a reference	Regulations from other countries that can be used when there is not national legislation	CAPSEIA [27]	F	Yes	2
				No	1
Existence of mitigation measures	Set of actions to reduce environmental impact	Ahmad and Wood [34] and Rodríguez-Luna et al. [31]	G	Yes	2
				No	1
Existence of repair measures	Set of actions to replace the environmental impact generated	Ahmad and Wood [34], and Rodríguez-Luna et al. [31]	H	Yes	2
				No	1
Identification of contingency and emergency measures	Measures for emergency and contingency response to accidental events	Ahmad and Wood [34]	I	Yes	2
				No	1

Table 2. Cont.

Indicator	Description	Reference for Original Criterion	Code	Description	Score
Consultation and participation	Instance where citizens are involved in a participatory way in the project	Wood [32], Ahmad and Wood [34], Khosravi et al. [35], and Rodriguez-Luna et al. [31]	J	Yes	2
				No	1
Appeal after project approval or rejection	Options to appeal decision after obtaining the environmental license	Ahmad and Wood [34], and Rodriguez-Luna et al. [31]	K	Yes	2
				No	1
Supervision and punishment for non-compliance	Existence of supervisions to sanction regulations infractions of the projects subject to EIA	Rodriguez-Luna et al. [31]	L	No information about supervision	1
				Unsupervised project	2
				Breach of the RCA or Sectorial Permits	3
				Sanction process with reprimand, fine, and/or compliance program	4
				Comply with the inspection and sanction process	5
Existence of compensation measures	Set of actions to produce an alternative positive effect equivalent to an identified adverse effect	Ahmad and Wood [34], and Rodriguez-Luna et al. [31]	M	Yes	2
				No	1
Initial status	Initial condition of the project at the time of entering the EIA	None	N	No information	1
				Applying for sectoral permits without RCA	2
				No start of works	3
				Under construction	4
				In operation	5

¹ NA—not applicable.

2.5. Data Analysis

After preparation of the performance indicators matrix for aquaculture projects, a principal coordinate (PCO) analysis [43] to identify main patterns and relationships between projects, indicators, and regulatory stages was performed. The PCO analysis enables finding similarities between objects and variables, reduces dimensionality, and projects the similarity values between samples, while relevant relationships information between a set of objects is preserved. Data structure analyzed in a PCO analysis is a similarity (or distance) matrix for a set of objects. The PCO analysis is suitable for any similarity matrix, distance in which the normality conditions are not fulfilled (e.g., due to multinormality) and the number of variables exceeds the sample [44,45]. In this study, the variables were square-root transformed and the result standardized by the total. Later, a similarity matrix based on Euclidean distance was created [45], an ANOVA analysis with permutational multivariate analysis of variance (Permanova) was implemented, and a hierarchical cluster analysis by using the Simprof test was performed. This test used 999 permutations over a 5% significance level to identify and validate the potential effect of the different regulations (SD30, SD95, and SD40) on the association of projects with performance indicators. The Primer 7 v7.0.13 program from Primer-e 2020 was used for numerical analysis and graphical plotting.

3. Results and Discussion

3.1. The Chilean Aquaculture Projects

From 1994 to 2019, a total of 5323 aquaculture projects were submitted to the Chilean EIA system. Regarding the route chosen for evaluation, 35 projects (0.66%) were presented as EIS and 5288 (99.34%) as EID. The regions having the larger number of submitted projects were Los Lagos (2257 projects) in the South Zone, Aysen (1862 projects), and Magallanes (386 projects) in the Austral Zone. These three regions cover 84.6% of the total projects submitted in Chile. The figures are consistent with the findings reported by Lacy [36]. Regarding the status of the projects, 68.9% were approved, 9.4% rejected, 0.1% in evaluation, 10.7% unadmitted, 1.7% no rated, 0.2% abandoned, 8.8% desisted, and 0.2% had an expired license. Figure 3 displays the percentage of EIS and EID aquaculture projects by status (approved and causes for rejection) and region.

For the period 1994–2019, a more detailed analysis by region was conducted; see results in Figure 3. O'Higgins in the Central Zone and Los Lagos in the South Zone were the regions having the larger percentages of projects approval. However, it is important to highlight that 2257 were submitted in Los Lagos whereas only 3 projects were submitted in O'Higgins. Thus, this finding is skewed and at least tentative.

In relation to the rejected projects by region, the higher percentages were found in Antofagasta (20%) in the North Zone, Nuble (17.6%) in the South Zone, and Aysen (14.7%) in the Austral Zone. For interregional projects, the rejection percentage was 16.7%. The main causes for rejection were non-compliance regulatory, no *Permisos Ambientales Sectoriales* (Sectorial Environmental Permits, SEP) granting, generation of the effects, characteristics and circumstances of articles 5–10 from the EIASR [23].

Regarding the unadmitted projects by region, the higher percentages were found in Valparaiso (36.4%) in the Central Zone and Coquimbo (31.1%) in the North Zone. It is important to consider that all projects are analyzed through the identical admissibility test, attending all to minimum content requirements established in articles 18 and 19 from the EIASR [23,31]. The high percentage of non-admitted projects was of recent research. After analyzing all causes for non-admitting projects, the Coquimbo region had not admitted 51% of the projects submitted in the predetermined deadline [46]. The admissibility test only refers to the existence or inexistence of the information (checklist). Differences in criteria were identified when applying the admissibility test, since in some cases the quality of the information was analyzed.

Regarding the non-qualified projects, the higher percentages were found in Bio Bio (13%) and Los Ríos (11.9%) regions in the South Zone. The cause is lack of relevant or

essential information for a confident evaluation of the project, which implies early closure of the procedure [20]. It is worth mentioning that this procedure was included in the last modification of the EIASR, constituting one of the most significant changes in the Chilean regulation [22,47].

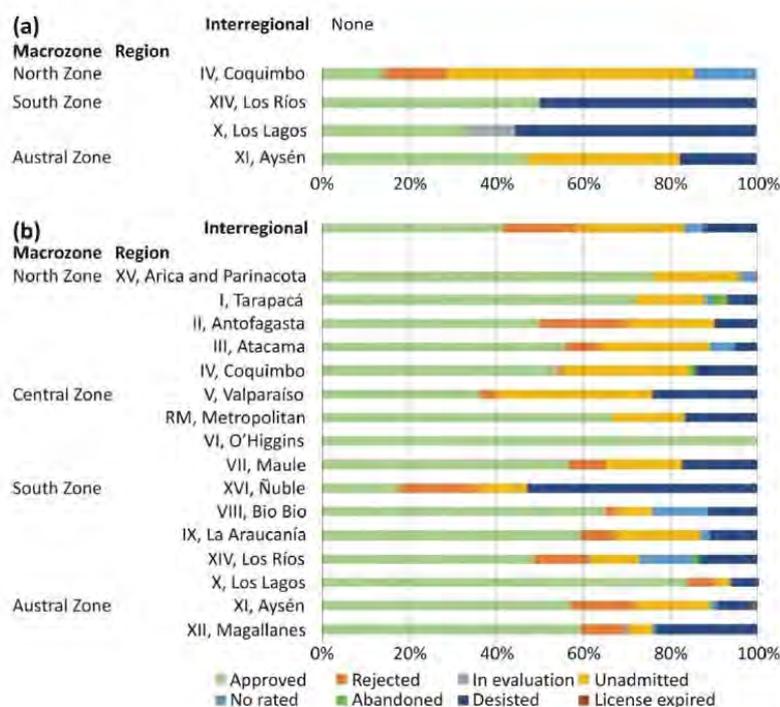


Figure 3. From 1994 to 2019, percentage of EIS (a) and EID (b) by macrozone and region. Regions with data are considered only. Basic information is available in Table A1 in Appendix A.

3.2. Multivariate Analysis of Indicators

A sample of 71 projects was obtained from information available on the official EAS website (68 EID and 3 EIS). Subsequently, the PCO analysis was applied to explore (1) patterns between projects through their relationship with the 12 selected indicators (criteria M and N were excluded because they do not provide statistical variability) and (2) how each regulatory stage (SD30, SD95, and SD40) determines the variability of the 68 EID projects analyzed; the EIS projects were excluded from this analysis. Figure 4 shows the first factorial plane (PCO1 and PCO2), which represents 55.2% of the sample total variance. This first factorial plane identifies two groups. Group 1 includes projects from the first (SD30) and second (SD95) regulatory stage. Findings correlate with the indicators *Existence of mitigation measures (G)*, *Existence of compensation measures (H)*, and *Supervision and punishment for non-compliance (L)*. Group 2 mostly includes projects from the third regulatory stage (SD40). Findings correlate well with the indicators *Processing time (A)*, *Use of international regulations as a reference (F)*, and *Consultation and participation (J)*. The full list of PCO analysis coordinates is presented in Table A2 in Appendix A. The causes determining the relationships between indicators and projects are briefly described and discussed below.

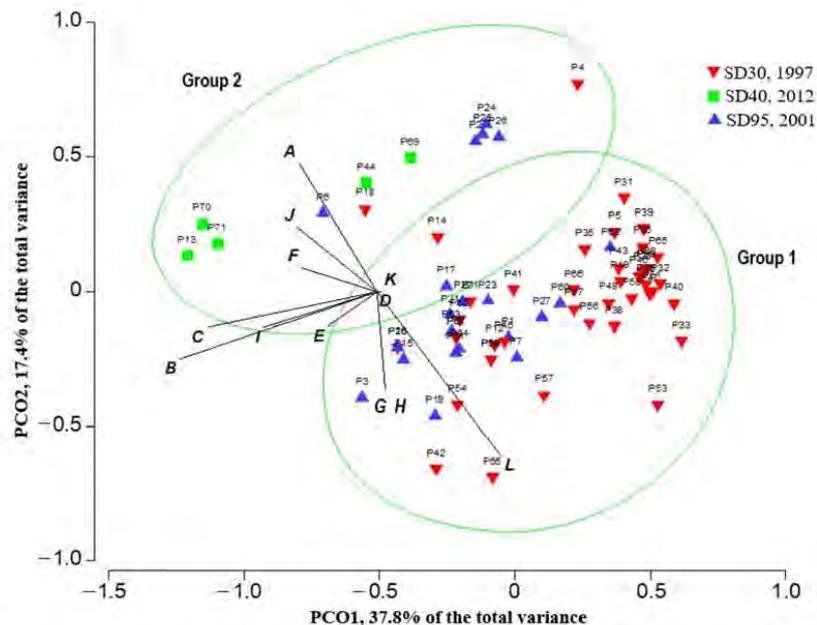


Figure 4. Results from the principal coordinate (PCO) analysis, showing the first factorial plane PCO1 and PCO2 of projects entering as EID (68 samples); this attempt does not consider projects entering as EIS. A to L denote the 14 indicators as in Table 2. The full list of coordinates of the PCO analysis is presented in Table A2 in Appendix A.

Processing Time (A). The results are sensitive to the three regulatory stages because the legal time progressively decreased from SD30 to SD40. This is explained by the requirements of the current regulation, which establishes a processing time of 120 days extendable to a maximum of 180 days for EIS, and 60 days extendable to a maximum of 90 days for EID [23].

Description and justification of the influence area (B). The projects approval performance shows a significant improvement from SD30 to SD40. This fact maintains the relationship with the EIA evolution toward a better description of essential elements such as the influence area. In this sense, the EAS has endeavored to create guides for description and use of the territory [48]; description of soil, flora, and fauna components [49]; air quality in the influence area [50]; influence area [51]; influence area for life systems and human group customs [52]. These guides improve descriptions and justifications of the influence area incorporated by projects owners.

Professionals who prepared reports are included (C). This indicator varies along the regulatory stages. In general, under the first stage (SD30), the projects do not provided details about the developers or the consulting company. Under the second stage (SD95), 70% of the projects informed about the consultant company or people taking part; the remainder did not provide this information. In contrast, more than 60% of the projects under the third regulatory stage (SD40) provided details about each professional participating in the projects and their role. These differences are a consequence of the improvements made after enacting the SD40 [23].

Methodology to identify and evaluate environmental impacts (D). This methodology does not differ along the three regulatory stages because the Chilean regulation does not require introducing specific techniques in the EID projects. Contrastingly, the selected EIS projects used the same methodology based on the 'Leopold Matrix'. For these projects, the three regulatory stages dictated obligation to identify and evaluate the environmental impacts, so other methodologies may be used.

Number of participating institutions in the project evaluation (E). This indicator showed no significant variation during the first (SD30) and second (SD95) regulatory stages, whereas during the third stage (SD40) the institutions that evaluated the analyzed projects increased by 35%. This strengthened the ability of the EIA for a deeper review of the projects.

Use of international regulations as a reference (F). This is not a common practice in aquaculture projects. Only one of the selected projects was aimed at modeling odors in a fish processing plant.

Existence of mitigation measures (G). This indicator was found across all the selected EIS projects and in 7.35% of the EID projects submitted under the first regulatory stage (SD30). This is explained by the incorrect conceptualization of some aspects of the EIA, that have been resolved in the new regulatory stages.

Existence of reparation measures (H). This indicator was found in 7.35% of the EID projects submitted under the first regulatory stage (SD30). It is due to conceptual problems at the beginning of the EIA in Chile.

Identification of contingency and emergency measures (I). This indicator showed differences varying from 36% of the projects under the first regulatory stage, to 92% of the projects under the second stage, and 100% of the projects under the third stage. The regulatory framework is crucial as the current EIARS establishes this indicator as a requirement [23].

Consultation and participation (J). This indicator also showed differences because citizen participation was only included in projects under the third regulatory stage (SD40). For the EID, the Chilean regulation establishes that citizen participation is possible for those projects included in article 94 of the EIARS, so the type 'n' was not included even though three projects had secondary typologies that allow citizen participation. However, citizen participation was carried out in all EIS since it is mandatory [23,31]. In summary, only 8% of the selected projects included citizen participation, and in 66.6% of the projects with citizen participation observations were received. The lack of citizen participation was one of the weaknesses identified in the citizen councils held by the Presidential Advisory Commission for the evaluation of the EIA System, where it was stated that effective binding and early participation must be carried out [27,53]. Additionally, even when citizen participation mechanisms exist, this participation is based more on subjective opinions with respect to a perception of risk than on technical reasoning, thus showing an important asymmetry between the holder participation, the State Agencies and the citizenship. In this sense, it would be necessary to explore the State mechanisms that facilitate technical support to people in order to organize cooperation focused on a better and complementary performance of social actors.

Appeal after project approval or rejection (K). In total, 8.5% of the projects were appealed after obtaining the environmental license, mostly in the SD95 regulatory stage. The Chilean society values the appeal options, but also considers it important to increase the technical capacity, mainly in the Ministerial Committee [27].

Supervision and punishment for non-compliance (L). The results are not conclusive due to difficulties in accessing information of the projects under the third regulatory stage (SD40). The problem arises from the incompatibility between the Superintendence of the Environment and EAS web platforms, as also noticed by Rodríguez-Luna et al. [31]. For the other two former regulatory stages (SD30 and SD95), the electronic file of each project is available, thus favoring transparency and access to information. Transparency and the access to public information are one of the culturally considered most relevant aspects in Chile. In this sense, previous research has developed a proposal to integrate the web platforms of the Superintendence of the Environment and the Environmental Assessment Service, thus improving the standard of this criterion [27,31].

Existence of compensation measures (M). No significant differences attending to the regulatory stage were found.

Initial status (N). All the selected projects were found without beginning works. No significant differences attending to the regulatory stage were found.

3.3. Opportunities to Improve EIA from Cultural Lessons

In Chile, demands of local communities and social leaders are increasing in order to promote a sustainable development of the area. These demands require continuous articulations between technical areas, administrative actions, and policies. Taking into account the subsequent main weaknesses detected in the EIA analysis of aquaculture projects and the cultural lessons of the Chilean society, four opportunities for improvement are proposed. These four improvements can also be extended to other types of projects and will make it possible to improve the overall performance of the EIA, since they consider sociocultural aspects, so that the increase in administrative standard will imply an increase in the level of social confidence. The first improvement is to extend to EID the obligation to consider synergistic and cumulative effects that the EIS currently require [23]. This is a crucial issue because 99.34% of the projects are evaluated as EID whereas the individual impact is evaluated in the EIA system but not the collective and cumulative impacts over time [54,55]. This aspect is relevant considering that society frequently demands the incorporation of synergistic and cumulative effects in the EID, and currently it is not mandatory.

The second improvement is to include resilient measures to climate change in the project evaluation process, both in EID and EIS. Chile is particularly vulnerable to climate change and is already experiencing its impacts [56,57]. In this sense, it must be peremptory to establish the link between the project and climate policies and the resilient measures in relation to the potential impacts [27,58,59]. On the other hand, the Chilean society recognizes the effects of climate change, which could affect their way of life and customs, so culturally it is a very relevant aspect to consider [60].

The third improvement is to develop a general methodology to identify and evaluate the environmental impacts in EID, for example, by preparing official guidelines. Nowadays, prediction and evaluation of environmental impacts concern only EIS, i.e., 0.66% of aquaculture projects. Therefore, article 19 from the EIARS referring to EID (which cover most of aquaculture projects) should also include this requirement. In general, citizens have doubts about the environmental impacts of the projects, especially during the citizen participation processes, so the inclusion of this requirement brings immediate improvements from the point of view of the availability of information and its public perception.

The fourth improvement refers to the mandatory incorporation of early participation in projects having environmental charges, as defined for a secondary typology in the article 94 from the EIARS. In order to reduce the environmental conflict, the project owner must promote early participation before entering the project in EAS [61,62]. Early participation is an opportunity to obtain an early dialogue with the community. This provides clear information on the environmental impacts of the project and the strategy to minimize and control them. This aspect of one of the main permanent citizen demands in relation to the improvement of the EIA process [63,64].

Proposals for improvement imply to raise the environmental evaluation standard through the EIARS modification. However, we must be aware that to improve the sustainability of the aquaculture sector, the interaction of several actors (industry, community and regulatory institutions) is needed to solve this issue.

4. Conclusions

A retrospective and prospective review of the EIA system concerning the aquaculture sector in Chile was performed, taking cultural (social and environmental) aspects into account. A total of 5323 aquaculture projects submitted to the EAS from 1994 to 2019 were compiled, 99.34% being EID projects. From these, 84.6% were from the Los Lagos region in the South Zone, and Aysén and Magallanes regions in the Austral Zone. Regarding the status of the 5323 projects, 68.5% were approved, 9.4% rejected, and 10.7% not admitted. The O'Higgins region (100%) in the Central Zone and Los Lagos (84%) region in the South Zone showed the higher approval rate. On the contrary, Antofagasta region (20%) in the North Zone and Ñuble region (17.6%) in the South Zone showed the higher rejection rate.

Valparaíso and Coquimbo regions in the North Zone record the highest percentages of unadmitted projects.

A PCO analysis that selected a representative sample of projects to analyze the Chilean EIA system performance concerning the aquaculture sector was implemented. Finally, 71 projects were selected, 68 corresponding to those entered to the EAS as EID and three as EIS. The PCO analysis only considered the 68 EID projects.

The PCO analysis also explored how each regulatory stage (SD30, SD95, and SD40) determines the variability of the selected 68 EID projects, and the patterns between projects through their relationships with 12 selected indicators. The first factorial plane (PCO1 and PCO2) explained 55.2% of the total variance through two data groups. Group 1 included projects from the first (SD30) and second (SD95) regulatory stages, and group 2 from the most recent third (SD40) regulatory stage [19,20,23].

This analysis displays how the progressive regulatory improvements during the three successive stages had a noticeable influence over indicators *Processing times (A)*, *Description and justification of the influence area (B)*, *Professionals who prepared reports (C)*, and *Consultation and participation (J)*. As conclusion, projects submitted under the third regulatory stage (SD40) presented better performance indicators than those under the two former stages (SD30 and SD95), thus showing that the introduced measures to increase the performance of the Chilean EIS system are positive.

Nonetheless, the Chilean EIA system can further be improved from a sociocultural perspective. The main opportunities for improvement are through incorporating the following items: synergistic and cumulative effects, adaptation to climate change, development of a general methodology for project evaluation, and incorporation of early participation in projects with environmental charges [27,54,55,62]. These improvement opportunities will allow increasing both the administrative requirements of the EIA and the cultural aspects, which will allow to increase the performance and also the confidence of the EIA. These issues are the most typically questioned by different society actors.

The introduced methodology enables for reliable comparisons of the environmental regulations evolution, and how this affects the Chilean EIA system performance in aquaculture projects, considering that the environmental regulation is a relevant aspect to achieve the sustainability of the item. It is a tedious task frequently avoided due to the absence of a confident methodological route. This paper also sought to offer a feasible methodological guide to evaluate the performance of the EIA system with a cultural focus in other activities and countries.

Regarding the research limitations, this study aimed at looking for patterns in the administrative structure in the period 1994–2019. For this, the attributes of the reviewed reports were categorized taking into account that resolution could eventually be lost in the analysis of the individual aspects of the study.

Author Contributions: Conceptualization, D.R.-L.; investigation, D.R.-L.; methodology, D.R.-L., N.V., F.J.A. and F.E.-M.; writing original draft, D.R.-L.; supervision, N.V., F.J.A. and F.E.-M.; reviewing and editing, N.V., F.J.A. and F.E.-M. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: All data, models, and code generated or used during the study appear in the submitted article.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Appendix A

Table A1. For the period 1994–2019 in Chile, number and status of EIS and EID aquaculture projects by region. Information compiled from the EAS website, accessed on 26 December 2020 [<https://www.sea.gob.cl/>].

Region ¹	Approved		Rejected		In evaluation		Unadmitted		No rated		Abandoned		Desisted		License Expired		Total
	EIS	EID	EIS	EID	EIS	EID	EIS	EID	EIS	EID	EIS	EID	EIS	EID	EIS	EID	
XV, Arica and Parinacota		19						5		1							25
I, Tarapacá		41						9		1		2		4			57
II, Antofagasta		10		4				4						2			20
III, Atacama		70		10				31		7				7			125
IV, Coquímbo	1	45	1	1			4	24	1			1		12			90
V, Valparaíso		12		1				12						8			33
RM, Metropolitan		4						1						1			6
VI, O'Higgins		3															3
VII, Maule		13		2				4						4			23
XVI, Ñuble		3		3				2						9			17
VIII, Bio Bio		75		3				9		15				13			115
IX, La Araucanía		86		12				28		3				16			145
XIV, Los Ríos	1	65		16		1		15		16		2	1	18			135
X, Los Lagos	3	1895		128	1	1		74		15		3	5	129		3	2257
XI, Aysén	8	1074		274			6	317		28			3	146		6	1862
XII, Magallanes		230		39		3		21		3				90			386
Interregional		10		4				6		1				3			24
Total	13	3631	1	497	1	6	10	562	1	90	0	8	9	462	0	32	5323

¹ See macrozones and regions in Figure 2.**Table A2.** Coordinates of the principal coordinate (PCO) analysis.

	PCO1	PCO2	PCO3	PCO4	PCO5	PCO6	PCO7	PCO8	PCO9	PCO10
Justified variance	37.70	17.39	11.65	9.64	7.98	6.59	4.07	2.93	1.65	0.32
Project (P1–P71)										
P1	−0.024	−0.168	0.292	−0.056	0.023	−0.224	−0.126	−0.007	0.000	0.031
P2	−0.146	0.559	0.039	−0.232	−0.117	−0.157	−0.105	−0.075	0.092	0.047
P3	−0.565	−0.393	0.156	0.368	−0.162	0.033	−0.078	0.012	0.066	−0.015
P4	0.230	0.772	−0.206	−0.231	0.244	0.011	0.155	−0.138	−0.004	0.003
P5	0.365	0.222	0.316	0.270	−0.289	0.092	0.016	−0.105	0.021	0.012
P6	−0.709	0.293	0.166	−0.070	−0.222	0.036	−0.112	−0.096	0.139	0.032
P7	0.007	−0.244	0.227	−0.127	0.011	−0.141	−0.196	0.025	0.007	0.033
P11	−0.165	−0.034	0.593	−0.151	0.095	0.084	0.307	0.201	0.132	0.054
P12	−0.076	−0.196	0.461	−0.113	0.226	0.073	0.034	−0.126	−0.054	0.012
P13	−1.208	0.133	−0.306	0.224	0.055	0.152	0.088	−0.057	0.130	−0.044
P14	−0.286	0.203	0.135	−0.578	0.083	0.415	−0.173	−0.117	0.059	0.040
P15	−0.412	−0.251	0.266	0.185	0.032	−0.173	−0.017	−0.031	0.017	0.002
P16	−0.434	−0.206	0.157	0.052	0.026	−0.079	−0.081	−0.014	0.037	0.007
P17	−0.253	0.021	0.164	−0.350	0.277	−0.230	−0.082	−0.045	−0.004	0.034
P18	−0.553	0.306	0.063	−0.201	0.118	0.325	0.051	−0.162	0.060	0.000
P19	−0.296	−0.461	−0.023	−0.093	0.143	0.029	−0.187	0.072	0.013	0.000
P20	−0.434	−0.206	0.157	0.052	0.026	−0.079	−0.081	−0.014	0.037	0.007
P21	−0.241	−0.086	−0.106	0.007	0.257	−0.186	0.008	0.013	−0.007	−0.011
P22	−0.194	−0.037	−0.302	−0.124	0.585	−0.297	0.104	0.021	−0.062	−0.026
P23	−0.100	−0.033	−0.059	0.195	−0.071	−0.110	−0.063	0.028	0.040	−0.004
P24	−0.107	0.621	−0.338	0.084	−0.162	−0.094	−0.016	−0.020	0.107	0.003

Table A2. Cont.

	PCO1	PCO2	PCO3	PCO4	PCO5	PCO6	PCO7	PCO8	PCO9	PCO10
P25	-0.120	0.585	-0.067	-0.304	0.062	-0.218	-0.053	-0.070	0.063	0.039
P26	-0.060	0.574	-0.478	-0.033	-0.036	-0.068	-0.038	0.013	0.090	-0.001
P27	0.099	-0.094	0.270	-0.108	0.334	0.007	0.087	-0.103	-0.078	0.000
P28	0.469	0.073	0.193	0.200	-0.111	0.077	0.014	-0.060	-0.020	0.001
P29	0.480	0.028	-0.159	-0.214	-0.148	0.432	-0.252	0.037	0.036	0.015
P30	0.485	0.089	0.128	0.156	-0.002	0.041	0.046	-0.057	-0.038	-0.004
P31	0.401	0.349	-0.067	-0.051	0.153	0.038	0.083	-0.077	-0.032	-0.003
P32	0.534	0.032	-0.011	0.036	0.110	0.081	0.013	-0.021	-0.052	-0.008
P33	0.612	-0.182	-0.164	-0.142	0.033	0.321	-0.190	0.066	-0.027	-0.001
P34	-0.089	-0.251	0.068	0.094	0.200	0.223	0.051	-0.049	-0.035	-0.028
P35	0.255	0.159	-0.218	0.254	0.146	0.107	0.155	-0.039	-0.032	-0.042
P36	0.469	0.168	0.138	0.187	0.089	-0.059	0.131	-0.084	-0.058	-0.009
P37	0.217	-0.063	-0.410	0.103	-0.074	0.017	-0.176	0.130	0.042	-0.012
P38	0.364	-0.127	-0.278	0.190	0.060	0.284	-0.011	0.041	-0.022	-0.039
P39	0.473	0.236	-0.003	-0.082	0.200	0.008	0.358	0.308	0.096	0.025
P40	0.584	-0.044	-0.145	-0.087	0.190	0.147	-0.042	0.019	-0.060	-0.010
P41	-0.007	0.010	0.043	0.225	0.033	0.190	0.089	-0.073	-0.004	-0.026
P42	-0.291	-0.660	-0.310	-0.497	-0.224	0.091	0.092	-0.168	-0.035	-0.010
P43	0.380	0.089	-0.117	-0.034	-0.068	-0.171	-0.165	0.067	0.019	0.021
P44	-0.548	0.405	0.467	-0.394	-0.342	-0.018	0.058	0.422	-0.108	-0.114
P45	-0.039	-0.184	0.355	-0.014	-0.082	-0.188	-0.157	-0.010	0.018	0.036
P46	0.455	0.058	0.252	0.239	-0.209	0.111	-0.015	-0.063	-0.004	0.006
P47	0.495	-0.008	0.148	0.142	-0.157	0.171	-0.065	-0.028	-0.008	0.004
P48	0.343	-0.042	-0.136	-0.152	-0.491	-0.312	0.269	-0.247	-0.046	0.007
P49	0.386	0.040	0.049	0.141	-0.144	-0.247	-0.117	0.043	0.012	0.020
P50	0.483	0.083	0.212	0.097	-0.078	0.079	0.280	0.312	0.128	0.034
P51	0.505	0.002	0.107	0.115	-0.088	0.148	-0.045	-0.027	-0.019	0.001
P52	-0.205	-0.101	0.231	0.195	-0.032	0.247	0.045	-0.099	0.014	-0.015
P53	0.524	-0.420	-0.396	-0.393	-0.430	-0.065	0.045	-0.112	-0.054	0.005
P54	-0.213	-0.419	-0.078	-0.072	-0.287	-0.232	0.346	-0.260	-0.063	-0.022
P55	-0.083	-0.690	-0.307	-0.443	-0.293	0.075	0.353	0.232	0.109	0.017
P56	0.273	-0.116	0.245	0.003	0.006	0.161	-0.050	-0.055	-0.026	0.008
P57	0.107	-0.385	-0.425	-0.117	0.169	0.077	-0.236	0.167	0.003	-0.014
P58	0.428	-0.024	-0.062	0.039	-0.079	-0.191	-0.165	0.077	0.006	0.018
P59	-0.089	-0.251	0.068	0.094	0.200	0.223	0.051	-0.049	-0.035	-0.028
P60	0.167	-0.042	-0.084	0.418	-0.274	-0.110	-0.086	0.065	0.050	-0.009
P61	-0.219	-0.225	0.055	0.151	0.069	-0.146	-0.043	0.019	0.009	-0.006
P62	0.349	0.164	-0.052	0.038	-0.055	-0.254	-0.096	0.034	0.013	0.019
P63	-0.234	-0.146	0.064	0.181	0.160	-0.246	0.042	-0.008	-0.010	-0.011
P64	-0.207	-0.213	0.007	0.118	0.149	-0.173	-0.020	0.021	-0.005	-0.009
P65	0.524	0.129	-0.033	0.048	0.269	-0.051	0.125	-0.050	-0.083	-0.016
P66	0.216	0.009	-0.290	0.280	0.071	-0.227	0.015	0.074	-0.008	-0.025
P67	-0.217	-0.169	-0.142	-0.045	0.196	-0.087	-0.076	0.044	0.007	-0.007
P68	-0.217	-0.169	-0.142	-0.045	0.196	-0.087	-0.076	0.044	0.007	-0.007
P69	-0.387	0.496	0.258	-0.287	-0.266	-0.085	-0.155	0.073	-0.279	-0.158
P70	-1.152	0.251	-0.338	0.313	-0.162	0.206	0.083	0.178	-0.465	0.181
P71	-1.096	0.179	-0.299	0.344	-0.142	0.193	0.049	-0.044	0.158	-0.041

References

- Subasinghe, R.; Soto, D.; Jia, J. Global aquaculture and its role in sustainable development. *Rev. Aquac.* **2009**, *1*, 2–9. [\[CrossRef\]](#)
- FAO. *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2020: La Sostenibilidad en Acción*; FAO: Roma, Italy, 2020. [\[CrossRef\]](#)
- Akenji, L.; Bengtsson, M. Making sustainable consumption and production the core of sustainable development goals. *Sustainability* **2014**, *6*, 513–529. [\[CrossRef\]](#)
- Ilieva, R.T. Urban Food Systems Strategies: A Promising Tool for Implementing the SDGs in Practice. *Sustainability* **2017**, *9*, 1707. [\[CrossRef\]](#)
- United Nations. *Sustainability Development Goals. 17 Goals to Transform Our World*; United Nations: New York, NY, USA, 2021. Available online: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> (accessed on 1 May 2021).

6. SERNAPESCA. *Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2019.
7. Quiñones, R.A.; Fuentes, M.; Montes, R.M.; Soto, D.; León-Muñoz, J. Environmental issues in Chilean salmon farming: A review. *Rev. Aquac.* **2019**, *11*, 375–402. [CrossRef]
8. Alvarado-Flores, C.; Encina-Montoya, F.; Tucca, F.; Vega-Aguayo, R.; Nimptsch, J.; Oberti, C.; Carmona, E.; Luders, C. Assessing the ecological risk of active principles used currently by freshwater fish farms. *Sci. Total Environ.* **2021**, *775*, 144716. [CrossRef] [PubMed]
9. CORFO. *Hoja de Ruta Programa Estratégico Nacional-Acuicultura. Resumen Ejecutivo*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2016.
10. Nimptsch, J.; Woelfl, S.; Osorio, S.; Valenzuela, J.; Ebersbach, P.; Von Tuempling, W.; Palma, R.; Encina-Montoya, F.; Figueroa, D.; Kamjunke, N.; et al. Tracing dissolved organic matter (DOM) from land-based aquaculture systems in North Patagonian streams. *Sci. Total Environ.* **2015**, *537*, 129–138. [CrossRef] [PubMed]
11. Kamjunke, N.; Nimptsch, J.; Harir, M.; Herzsprung, P.; Schmitt-Koppling, P.; Neu, T.; Graeber, D.; Osorio, S.; Valenzuela, J.; Reyes, J.C.; et al. Land-based salmon aquacultures change the quality and bacterial degradation of riverine dissolved organic matter. *Sci. Rep.* **2017**, *7*, 43739. [CrossRef]
12. Tello, A.; Corner, R.A.; Telfer, T.C. How do land-based salmonid farms affect stream ecology? *Environ. Pollut.* **2010**, *158*, 1147–1158. [CrossRef]
13. Encina-Montoya, F.; Boyero, L.; Tonin, A.; Aguayo, M.; Esse, C.; Vega, R.; Correa-Araneda, F.; Oberti, C.; Nimptsch, J. Relationship between salt use in fish farms and drift of macroinvertebrates in a freshwater stream. *Aquac. Environ. Interact.* **2020**, *12*, 205–213. [CrossRef]
14. Soto, D.; León-Muñoz, J.; Dresdner, J.; Luengo, C.; Tapia, F.; Garreaud, R. Salmon farming vulnerability to climate change in southern Chile: Understanding the biophysical, socioeconomic and governance links. *Rev. Aquac.* **2019**, *11*, 354–374. [CrossRef]
15. Chen, M.; Bi, R.; Chen, X.; Ding, Y.; Zhang, H.; Li, L.; Zhao, M. Stoichiometric and sterol responses of dinoflagellates to changes in temperature, nutrient supply and growth phase. *Algal Res.* **2019**, *42*, 101609. [CrossRef]
16. Bacher, K. *GLOBEFISH consultant. Perceptions and Misconceptions of Aquaculture: A Global Overview*; GLOBEFISH Research Programme; FAO: Rome, Italy, 2015; Volume 120.
17. Alfaro, D.; Peña-Cortés, F. Potencial acuícola en áreas preandinas de la Región de La Araucanía: Conflictos de uso con la actividad turística. *Rev. Geogr. Norte Gd.* **2012**, *51*, 137–157. [CrossRef]
18. Vallejos, A.; Oyarzún, I.; Garrido, J. Salmonicultura 2.0 en Chile: Una mirada desde la gobernanza ambiental. *Rev. Venez. Gerenc.* **2014**, *19*, 116–137. [CrossRef]
19. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. *Decreto Supremo N° 30 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (derogado)*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 1997.
20. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. *Decreto Supremo N° 95 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (derogado)*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2001.
21. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. *Ley 19.300, Sobre Bases Generales de Medio Ambiente*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 1994.
22. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. *Ley 20.417 Crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia de Medio Ambiente*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2010.
23. Ministerio del Medio Ambiente. *Decreto Supremo N° 40 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2012.
24. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. *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*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2000.
25. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; Subsecretaría de Pesca. *Decreto Supremo N° 320 Reglamento Ambiental Para la Acuicultura*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2001.
26. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; Subsecretaría de Pesca. *Decreto Supremo N° 319 Aprueba Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de Alto Riesgos Para Las Especies Hidrobiológicas, Deroga Decreto N° 162, de 1985*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2001.
27. Comisión Asesora Presidencial para la Evaluación del SEIA. *Technical Report*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2017.
28. Rungruangsakorn, C. El rol del Estado chileno en los proyectos de inversión productiva y los conflictos socioambientales: Una aproximación cuantitativa. *Colomb. Int.* **2021**, *105*, 147–173. [CrossRef]
29. Instituto Nacional de Derechos Humanos. *Mapa de Conflictos Socioambientales en Chile al Año 2018*; Santiago, Chile, 2018. Available online: <https://mapaconFLICTOS.indh.cl/#/> (accessed on 1 December 2020).
30. Carranza, D.; Varas-Belemmi, K.; De Veer, D.; Iglesias-Müller, C.; Coral-Santacruz, D.; Méndez, F.; Torres-Lagos, E.; Squeo, F.; Gaymer, C. Socio-environmental conflicts: An underestimated threat to biodiversity conservation in Chile. *Environ. Sci. Policy* **2020**, *110*, 46–59. [CrossRef]
31. Rodríguez-Luna, D.; Vela, N.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F. The environmental impact assessment in Chile: Overview, improvements, and comparisons. *Environ. Impact Assess. Rev.* **2021**, *86*, 106502. [CrossRef]
32. Wood, C. *Evaluación de Impacto Ambiental un análisis comparativo de ocho Sistemas EIA*; Doc de trabajo N° 247; Centro de Estudios Públicos: Santiago, Chile, 1995.

33. Annandale, D. Developing and evaluating environmental impact assessment systems for small developing countries. *Impact Assess. Proj. Apprais.* **2001**, *19*, 187–193. [CrossRef]
34. Ahmad, B.; Wood, C. A comparative evaluation of the EIA systems in Egypt, Turkey and Tunisia. *Environ. Impact Assess. Rev.* **2002**, *22*, 213–234. [CrossRef]
35. Khosravi, F.; Jha-Thakur, U.; Fischer, B. Evaluation of the environmental impact assessment system in Iran. *Environ. Impact Assess. Rev.* **2019**, *74*, 63–72. [CrossRef]
36. Lacy, S. Can environmental impact assessments alone conserve freshwater fish biota? Review of the Chilean experience. *Environ. Impact Assess. Rev.* **2017**, *63*, 87–94. [CrossRef]
37. Campero, C.; Harris, L.; Kunz, N. De-politicising seawater desalination: Environmental Impact Assessments in the Atacama mining Region, Chile. *Environ. Sci. Policy* **2021**, *120*, 187–194. [CrossRef]
38. Otzen, T.; Manterola, C. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol.* **2017**, *35*, 227–232. [CrossRef]
39. López-Roldán, P.; Fachelli, S. *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa*; Universidad Autónoma de Barcelona: Barcelona, Spain, 2015; Edición Digital. Available online: <http://ddd.uab.cat/record/129382> (accessed on 1 December 2020).
40. Taherdoost, H. Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research. *Int. J. Acad. Res. Manag.* **2016**, *5*, 18–27. [CrossRef]
41. Arvidsson, R. On the use of ordinal scoring scales in social life cycle assessment. *Int. J. Life Cycle Assess.* **2019**, *24*, 604–606. [CrossRef]
42. Fayers, P.M.; Hand, D.J. Causal variables, indicator variables and measurement scales: An example from quality of life. *J. R. Stat. Soc. Ser. A (Stat. Soc.)* **2002**, *165*, 233–253. [CrossRef]
43. Gower, J.C. A Q-technique for the calculation of canonical variates. *Biometrika* **1966**, *53*, 588–590. [CrossRef]
44. Anderson, M.J.; Willis, T.J. Canonical Analysis of Principal Coordinates: A useful Method of constrained ordination for Ecology. *Ecology* **2003**, *84*, 511–525. [CrossRef]
45. Clarke, K.; Gorley, R.; Somerfield, P.; Warwick, R. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*, 3rd ed.; Primer-E Ltd.: Plymouth, UK, 2014.
46. Linazasoro, I.; Pelayo, C. Control de Admisibilidad en el ingreso al SEIA: Análisis del estado actual de la no admisión a trámite de proyectos. *Rev. Derecho Ambient.* **2019**, *11*, 1–18. [CrossRef]
47. Méndez, P. Algunas precisiones sobre el término anticipado del procedimiento de evaluación ambiental. *Rev. Derecho* **2016**, *29*, 141–159. [CrossRef]
48. Servicio de Evaluación Ambiental. *Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Para la Descripción del Uso del Territorio en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2013.
49. Servicio de Evaluación Ambiental. *Guía Para la Descripción de Los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2015.
50. Servicio de Evaluación Ambiental. *Guía Para la Descripción de la Calidad del Aire en el Área de Influencia de Proyecto que Ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2015.
51. Servicio de Evaluación Ambiental. *Guía Sobre el área de Influencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2017.
52. Servicio de Evaluación Ambiental. *Guía Área de Influencia de Los Sistemas de Vida y Costumbres de Grupos Humanos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2020.
53. Lara, M.; Letelier, D. Mecanismos de participación ciudadana en el sistema de evaluación de impacto ambiental chileno. *Rev. Gest. Pública* **2020**, *6*, 283. [CrossRef]
54. Roudgarmi, P. Cumulative Effects Assessment (CEA), A Review. *J. Environ. Assess. Policy Manag.* **2018**, *20*, 1850008. [CrossRef]
55. Connelly, R.B. Canadian and international EIA frameworks as they apply to cumulative effects. *Environ. Impact Assess. Rev.* **2011**, *31*, 453–456. [CrossRef]
56. Williams, C.J.R. Climate Change in Chile: An Analysis of State-of-the-Art Observations, Satellite-Derived Estimates and Climate Model Simulations. *J. Earth Sci. Clim. Chang.* **2017**, *8*, 400. [CrossRef]
57. Araya-Osses, D.; Casanueva, A.; Román-Figueroa, C.; Uribe, J.; Paneque, M. Climate change projections of temperature and precipitation in Chile based on statistical downscaling. *Clim. Dyn.* **2020**, *54*, 4309–4330. [CrossRef]
58. Gajardo, P. Reflexiones en torno a la consideración del cambio climático en la evaluación de impacto ambiental. *Rev. Derecho Ambient.* **2019**, *12*, 109–132. [CrossRef]
59. Lonsdale, J.; Weston, K.; Blake, S.; Edwards, R.; Elliott, M. The Amended European Environmental Impact Assessment Directive: UK marine experience and recommendations. *Ocean Coast. Manag.* **2017**, *148*, 131–142. [CrossRef]
60. Aldunce, P.; Araya, D.; Sapiain, R.; Ramos, I.; Lillo, G.; Urquiza, A.; Garreaud, R. Local Perception of Drought Impacts in a Changing Climate: The Mega-Drought in Central Chile. *Sustainability* **2017**, *9*, 2053. [CrossRef]
61. André, P.; Enserink, B.; Connor, D.; Croal, P. *Public Participation International Best Practice Principles*; Special Publication Series No. 4; International Association for Impact Assessment: Fargo, ND, USA, 2006. Available online: http://www.jsia.net/6_assessment/fastips/SP4_Public%20Participation.pdf (accessed on 1 December 2020).
62. Ocampo-Melgar, A.; Sagaris, L.; Gironás, J. Experiences of voluntary early participation in Environmental Impact Assessments in Chilean mining. *Environ. Impact Assess. Rev.* **2019**, *74*, 43–53. [CrossRef]

63. Bice, S.; Moffat, K. Social licence to operate and impact assessment. *Impact Assess. Proj. Apprais.* **2014**, *32*, 257–262. [[CrossRef](#)]
64. Moeremans, B.; Dooms, M. An Exploration of Social License to Operate (SLTO) Measurement in the Port Industry: The Case of North America. *Sustainability* **2021**, *13*, 2543. [[CrossRef](#)]

3. Rodríguez-Luna, D.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F.; Vela, N. The Environmental Impact Assessment of Sanitation Projects in Chile: Overview and Improvement Opportunities Focused on Follow-Ups. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022, 19, 3964. <https://doi.org/10.3390/ijerph19073964>



Article

The Environmental Impact Assessment of Sanitation Projects in Chile: Overview and Improvement Opportunities Focused on Follow-Ups

Dante Rodríguez-Luna ^{1,2}, Francisco Javier Alcalá ^{2,3} , Francisco Encina-Montoya ⁴  and Nuria Vela ^{5,*}

¹ Department of Civil Engineering, Catholic University of Murcia, 30107 Murcia, Spain; derodriguez@alu.ucam.edu

² Facultad de Ingeniería, Instituto de Ciencias Químicas Aplicadas, Universidad Autónoma de Chile, Santiago 8910060, Chile; fjalcala@eeza.csic.es

³ Departamento de Desertificación y Geo-Ecología, Estación Experimental de Zonas Áridas (EEZA-CSIC), 04120 Almería, Spain

⁴ Nucleus of Environmental Studies, Catholic University of Temuco, Temuco 4781312, Chile; fencina@uct.cl

⁵ Applied Technology Group to Environmental Health, Faculty of Health Science, Catholic University of Murcia, 30107 Murcia, Spain

* Correspondence: nvela@ucam.edu; Tel.: +34-968-278-173



Citation: Rodríguez-Luna, D.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F.; Vela, N. The Environmental Impact Assessment of Sanitation Projects in Chile: Overview and Improvement Opportunities Focused on Follow-Ups. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 3964. <https://doi.org/10.3390/ijerph19073964>

Academic Editor: Gabriel Gulis

Received: 25 February 2022

Accepted: 23 March 2022

Published: 26 March 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: The Environmental Impact Assessment (EIA) is a legal and administrative tool aimed to identify, predict, and interpret the impact of a project or activity on the environment and human health. The EIA also evaluates the accuracy of the predictions and audits the effectiveness of the established preventive measures. Regarding the sanitation sector, efficiency of wastewater treatments and sanitation networks determine the pollutant level of the discharged liquid effluents and the subsequent impact on the environment and human health. This problematic makes necessary to assess how proper the regulatory follow-ups of sanitation projects is. This paper evaluates the performance of the Chilean EIA System concerning to sanitation projects. Taking into account that the more restrictive Environmental Impact Study (EIS) and more permissive Environmental Impact Declaration (EID) are the ways for projects' entry to the EIA System in Chile, 5336 sanitation projects submitted to EIA between 1994 and 2019 were compiled. A representative sample of 76 projects (15 entered as EIS and 61 as EID) was analyzed by using a principal coordinate analysis (PCoA) through 14 selected performance indicators. Observed weaknesses have led to propose improvement opportunities of the EIA focused on the follow-ups after the environmental license is obtained, such as creation of a simplified sanctioning procedure, decentralization of decision-making, deadline establishment in each stage, and unified direct link for each project. These proposals seek to improve the effectiveness of monitoring and possible sanctions to early identify impacts of sanitation projects on the environment and human health. This paper introduces a robust methodology for evaluation criteria focused on the follow-ups analysis, which can be used in other countries that consider respectful sanitation projects have direct social and environmental benefits leading to long-term indirect cultural and economic values.

Keywords: environmental impact assessment; sanitation projects; human health; principal coordinate analysis; Chile

1. Introduction

Water scarcity affects every continent and is one of the main global challenges. Water consumption has increased at twice the rate of population growth and, although there is enough drinking water on the planet, it is unevenly distributed, wasted, polluted in many cases, and often unsustainably managed. The problem of urban, agricultural, and industrial supply is exacerbated by the fact that a large fraction of surface watercourses and

groundwater bodies are polluted by discharges of untreated or deficiently treated liquid effluents generated by human activity. This reduces the availability of drinking water and introduces the necessity of using wastewater treatment technology, which is not always viable or regulated enough in all countries.

Discharge of untreated or deficiently treated urban wastewater (including domestic, industrial and sanitary effluents) to water bodies (lakes, rivers, aquifers, sea) causes negative effects on the environment and human health. The indirect consequence is biodiversity loss of aquatic systems, and increasing economic and social gaps that hamper the sustainable development of modern societies [1–3]. Wastewater sanitation systems, which include collection and distribution pipeline networks and treatment plants, are essential for the sustainable social and economic development of the territories. In 2015, sanitation was recognized essential by the United Nations General Assembly. Some strategies were agreed in the Millennium Development Goals through the Sustainable Development Goals (SDG), specifically the goal 6 “Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all” [4–6]. Unfortunately, the SDGs are not being met. In fact, more than half of the world population—around 4.2 billion people—do not have access to efficient sanitation services, leaving untreated or deficiently treated solid and liquid human waste [5].

In Chile, Decreto Supremo N° 90—Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales (Supreme Decree for emission standard of liquid water discharges to marine and continental surface waters) regulates wastewater discharge, including flow rates and quality standards [7], whereas Norma Chilena 1333—Requisitos de calidad de agua para diferentes usos (Chilean Regulation for water quality requirements for different usages) determines the quality standards for water use for urban supply, irrigation, recreation, and aquatic life [8]. Currently, the water supply coverage of urban areas is 99.9%, sewerage is 97.3%, and wastewater recovery is 99.9%. The existing 301 wastewater treatment plants use preferably secondary techniques (174 activated sludge, 57 aerated lagoons, 13 primary systems plus disinfection, 9 stabilization ponds, 7 sequential batch reactors, 4 oxidation ditches, 3 vermifilter, and 1 biofilter) and other primary ones subordinatedly; no tertiary or more efficient treatments are used [9]. As deduced, Chile still has a long way ahead in wastewater treatment and reuse, since that 96% of the secondary-treated wastewater is directly discharged to continental watercourses and the totality of the primary-treated wastewater is discharged to the sea through 33 submarine emissaries [10]. In short, the absence of a specific urban wastewater reuse regulation puts the environment and human health at risk, which is not understandable taking the water scarcity of the Chilean northern regions into account [11].

During the second half of the twentieth century, the states have enacted environmental protection instruments to cope with this increasing problem. In 1970, the United States of America (USA) through the National Environmental Policy Act incorporated the Environmental Impact Assessment (EIA) as a tool for environmental management and protection. From the 1970s onward, different countries such as Australia, Canada, Sweden, New Zealand, and the European Union (EU) states have enacted similar environmental instruments. In 1992, the United Nations Conference on the Environment held in Rio de Janeiro recognized the EIA as an instrument to reduce the negative effects of sanitation projects on the environment and human health [12,13]. In the EU, the Directive 2011/92/UE of 1992 [14] included the first EIA regulation and the Directive 2014/52/EU of 2014 [15] introduced additional requirements concerning to human health [16,17].

In Chile, Law 19,300 of Bases Generales del Medio Ambiente (General Environmental Bases) enacted in 1994, recognized the EIA as the decision-making administrative tool to identify, predict, and interpret the environmental impact of projects [18]. In 2010, the creation of the Ministry of the Environment included the Servicio de Evaluación Ambiental (Environmental Assessment Service, EAS) and Superintendencia del Medio Ambiente (Superintendency of the Environment, SE) to implement the EIA System. The EAS administers the EIA, and SE supervises the environmental licenses [19]. Since 1997, Chile has included

three regulatory periods dictated by Decreto Supremo N° 30/1997 (Supreme Decree, SD30) since 1997 [20], Decreto Supremo N° 95/2001 (Supreme Decree, SD95) since 2001 [21], and Decreto Supremo N° 40/2012 (Supreme Decree, SD40) since 2012 [22]. The Chilean regulation establishes two ways for the projects' entry as Estudio de Impacto Ambiental (Environmental Impact Study, EIS) and Declaración de Impacto Ambiental (Environmental Impact Declaration, EID) [19,22]. An EID is a declaration of regulatory compliance that must demonstrate that a project (or any of its components) does not generate significant impacts on the environment and human health. An EIS is devoted to projects with evident impacts on the environment and human health, which will be subjected to mitigation measures, compensation or repair to comply with environmental regulations. Another difference is that citizen participation is mandatory in the EIS, whereas in the EID it is only possible when the projects have environmental charges [22].

This environmental regulation considers human health as a determinant factor to rule out a sanitation project when it surpasses established standards. In the EID, the projects must rule out negative implications on human health due to quantity and quality of effluents and wastes to water bodies. In the EIS, the projects must consider mitigation, compensation, or repair measures when the activity implies significant affection on the environment and human health; the cases with low or null affection do not require special treatment [19,22]. The EAS manages the EIA process whereas the State Administration Institutions with Environmental Competence (SAIEC), including the Ministry of Health, evaluates whether the projects generate possible effects on human health. Figure 1 summarizes the Chilean EIA process. Table 1 describes those sanitation projects subjected to EIA, which are classified with the letter "o" in the Chilean legislation.

Table 1. Description of the sanitation projects subjected to EIA in Chile.

Letter	Description
o.1	Sewage systems for $\geq 10,000$ inhabitants.
o.2	Sewage systems or stormwater evacuation facilities when they are interconnected for $\geq 10,000$ inhabitants.
o.3	Drinking water systems that include uptaking and conveying water works, and intermediate processes to the user place for $\geq 10,000$ inhabitants.
o.4	Wastewater treatment plants for ≥ 2500 inhabitants.
o.5	Treatment and/or disposal plants for solid waste from domestic and sanitary origin, transfer stations, and collection and classification centers serving ≥ 5000 inhabitants.
o.6	Submarine emissaries.
	Treatment and/or disposal plants for liquid industrial waste, which meet one of the following conditions at least:
	(o.7.1) Include stabilization ponds.
o.7	(o.7.2) Effluents are reused for irrigation, infiltration, sprinkling, and vial wash-down.
	(o.7.3) Provide treatment waste services to third parties.
	(o.7.4) Treatment of effluents with average daily pollutant load \geq the equivalent sewage for 100 inhabitants, in one or more of the discharge quality standards.
o.8	Treatment and/or disposal systems for solid industrial waste with treatment capacity ≥ 30 tons per day or ≥ 50 tons of disposal.
o.9	Treatment and/or disposal and/or elimination systems for hazardous waste with treatment capacity of 1000 kg per day and 25 kg per day for those catalogued as "acute toxic" waste according to the Supreme Decree SD148 of 2003 of the Ministry of Health [23].
o.10	Treatment and/or disposal and/or elimination systems for special hazardous waste from human health requirements, with treatment capacity ≥ 250 kg per day.
o.11	Repair or recovery of contaminated areas covering ≥ 1 hectare.

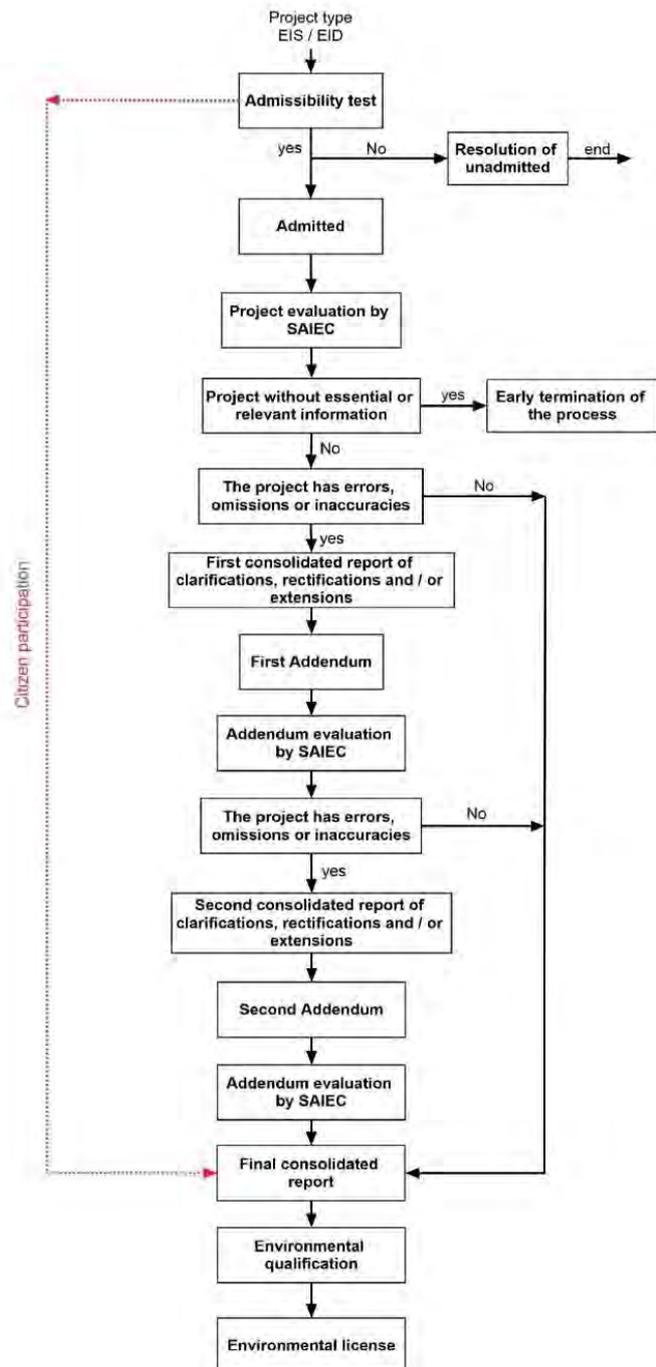


Figure 1. Flowchart of the Chilean EIA process, adapted from the EAS official website information. SAIEC—State Administration Institutions with Environmental Competence.

Regarding the EIA, the evaluation criteria described in the consulted scientific literature mostly focused on legislation, administration, and process [24–27]. In a recent assessment of the Chilean EIA, Rodríguez-Luna et al. [28] introduced the category “After the EIA” to include the public information of the process and its subsequent evaluation, supervision and sanction, and dispute resolution. This category was analyzed taking the relevance of the post-evaluation by citizens’ view into account, as previously proposed by the Presidential Advisory Commission for the evaluation of the EIA System [29].

In Chile, SE is responsible of the regulatory follow-ups by auditing and sanctioning after the environmental license is obtained, which safeguards human health in the EIA process [28,30]. Law 20,417 details the three post-auditing types: (i) What is carried out directly for SE; (ii) what is performed through other public institutions; and (iii) what uses external institutions accredited and authorized by SE [19,30]. In relation to the environmental sanctions, Resolution 85 of SE [31] establishes a ranking attending to the infraction severity as minor, serious, and very serious [32], taking into account that the previous post-audit benefits the EIA performance [33] and the authority plays a critical role in the post-evaluation and follow-ups [34]. Figure 2 shows this ranking of sanctions attending to the infraction severity.

Very serious infraction	<ul style="list-style-type: none"> • Retracted, temporal or permanent closure of environmental license • Fine until 8 MUSD
Serious infraction	<ul style="list-style-type: none"> • Retracted, temporal or permanent closure of environmental license • Fine until 4 MUSD
Minor infraction	<ul style="list-style-type: none"> • Write reprimand • Fine of 800 USD to 0.8 MUSD

Figure 2. Ranking of sanctions attending to the infraction severity, adapted and updated from Methodological bases for the determination of environmental sanctions of SE [32]. Data source: (<https://portal.sma.gob.cl/index.php/download/bases-metodologicas-para-la-determinacion-de-sanciones-ambientales-2017/>) (accessed on 11 January 2022).

This paper analyzes the performance of the Chilean EIA System to elucidate the impact of sanitation projects on the environment and human health. For this, (1) the state-of-art of the EIA of sanitation projects in Chile is reviewed, (2) adequate indicators to catalogue a representative sample of sanitation projects are identified and evaluated, and (3) some improvements to increase the EIA performance relative to standards focused on follow-ups of the sanitation sector are proposed.

2. Methods

2.1. Study Area

Chile extends between latitudes 17°29'57" S and 56°32'12" S in South America, occupies an elongated fringe of 200-km width between the Pacific Ocean and the Andes Cordillera of around 4270 km² of surface (the islands territories are excluded), and is divided into sixteen regions grouped into four macrozones (Figure 3). Chile had 17.5 million people censused in 2017, from which around 2.2 million are indigenous people according to the National Statistics Institute of Chile [35]. Figure 3 shows the division of macrozones and regions of Chile.

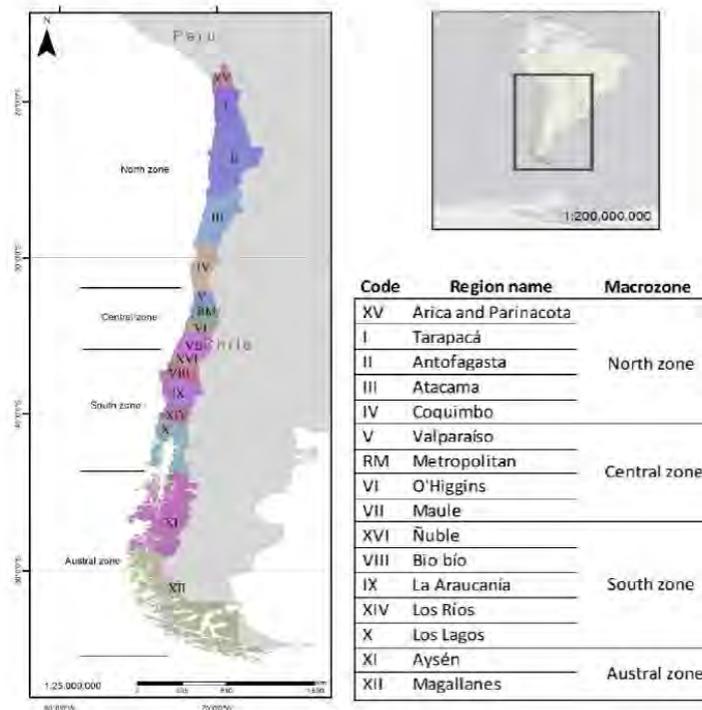


Figure 3. Macrozones and regions of Chile.

2.2. Data Source

Information concerning to all “type o” sanitation projects was compiled from the EAS official website (<https://www.sea.gob.cl>) (accessed on 12 January 2021). The compilation considered all possible status of the projects—here called project classification types—as approved, rejected, in evaluation, unadmitted, no rated, abandoned, desisted, and license expired [36–38].

2.3. Selection of Projects

Probability sampling methods are frequently used to determine the sample size [39,40]. In this paper, a proportional stratified sampling method [41] was used, taking into account that the sample represents finite population, and the statistical significance responds to an imposed confidence level of 90% and an absolute error less than 10% [42,43]. The used formulation was:

$$\eta = \frac{N Z^2 p q}{d^2 (N - 1) + Z^2 p q} \quad (1)$$

where η = sample size, d = sample absolute error, N = population size, p = percentage of individuals with state or condition, q = percentage of individuals without state or condition, and Z = imposed confidence level. All variables and parameters are dimensionless.

The sample size (number of sanitation projects) was randomly selected over the category “approved” only. This selection excluded expressly the interregional projects. The 76 selected sanitation projects were catalogued by macrozone and region (Table 2).

Table 2. Selected EIS and EID sanitation projects to implement the statistical analysis, catalogued by macrozone and region of Chile.

Macrozone	Region	Way for Projects' Entry	
		EIS	EID
North Zone	XV, Arica and Parinacota	1	2
	I, Tarapacá	1	2
	II, Antofagasta	1	2
	III, Atacama	2	1
	IV, Coquimbo		3
Central Zone	V, Valparaíso	1	3
	RM, Metropolitan	2	7
	VI, O'Higgins		4
	VII, Maule	1	9
South Zone	XVI, Ñuble	1	2
	VIII, Bio Bio	1	4
	IX, La Araucanía	1	3
	XIV, Los Ríos	1	1
	X, Los Lagos	1	10
Austral Zone	XI, Aysén	1	6
	XII, Magallanes		2
		15	61

2.4. Selection of Indicators

With the aim of identifying the most suitable indicators, the evaluation criteria originally proposed by Wood [24], Annandale [25], Ahmad and Wood [26], Khosravi et al. [27], and Rodríguez-Luna et al. [28,36] were reassessed, and the main post EIA weaknesses advised by the Presidential Advisory Commission for the EIA System evaluation, i.e., public information, and supervision/sanction for non-compliance were considered. The selection of indicators was focused on the categories "EIA process" and "After EIA" defined by Rodríguez-Luna et al. [28,36]. Table 3 summarizes the 14 selected indicators some being adapted for their correct application in a sample of projects. Indicators A, B, C, D, E, F, G, H, I, and N refer to the category "EIA process", whereas indicators J, K, L and M refer to the category "After EIA". As proposed by Arvidsson [44] and Fayers [45], a quantitative score for reliable comparisons of the selected projects is used through an ordinal scale for indicators A, B, K, L, M, and N, and a nominal scale (Yes = 2 or No = 1) for indicators C, D, E, F, G, H, I, and J.

Table 3. Selected indicators to compare samples of sanitation projects.

Indicator	Description	Options	Score	References
A	Processing time (working days)	≥361	1	[36]
		271–360	2	
		181–270	3	
		91–180	4	
		1–90	5	
B	Description of the influence area	No information	1	[36]
		Information not justified	2	
		General information only	3	
		Moderately justified information	4	
		Detailed and justified information	5	
C	Methodology to identify and evaluate environmental impacts	Yes	2	[29,36]
		No	1	

Table 3. Cont.

Indicator	Description	Options	Score	References
D	Use of reference international regulations	Yes	2	[29,36]
		No	1	
E	Existence of mitigation measures	Yes	2	[26,36]
		No	1	
F	Existence of compensation measures	Yes	2	[26,36]
		No	1	
G	Existence of repair measures	Yes	2	[26,36]
		No	1	
H	Identification of contingency and emergency measures	Yes	2	[26,36]
		No	1	
I	Consultation and participation	Yes	2	[24,26,27,36]
		No	1	
J	Appeal after project approval or rejection	Yes	2	[26,36]
		No	1	
K	Public information after the environmental license is obtained	Yes	2	[32]
		No	1	
L	Post-auditing	No information about supervision or Unsupervised project	1	[28,29]
		Project without non-compliance	2	
		Breach of the environmental license or Sector Permits	3	
M	Punishment for non-compliance	No information	1	[28,29]
		Project without infraction	2	
		No classified or minor infraction	3	
		Serious infraction	4	
		Very serious infraction	5	
N	Investment (MUSD)	0–0.5	1	–
		>0.5–1	2	
		>1–10	3	
		>10–100	4	
		>100	5	

2.5. Statistical Analysis

A principal coordinate analysis (PCoA) was implemented to identify the data structure [46], i.e., the observed patterns and relationships between sanitation projects (Table 2) attending to the selected indicators (Table 3). The PCoA (1) reduces dimensionality, finds similarities between objects and indicators, and preserves the relevant relationships' information between the data sample; and (2) determines the data structure in a distance (or similarity) matrix, even when the dataset does not fulfil a normal distribution and the number of variables exceeds the sample size [47,48]. Initially, the variables were square-rooted transformed, the result was standardized by the total, and a similarity matrix combining indicators and sanitation projects based on Euclidean distance was created [48]. In order to compare the project types, an ANOVA analysis with permutational multivariate analysis of variance (Permanova) was implemented, and a hierarchical cluster analysis by using the Simprof test was performed. For the numerical and graphical analysis, the Primer 7 v7.0.13 program from PRIMER-e 2020[®] was used.

3. Results and Discussion

3.1. The Sanitation Projects in the Chilean EIA System

A total of 5336 sanitation projects were submitted to the Chilean EIA System between 1994 and 2019, both including 5087 projects entered as EID (95.3%) and 249 projects as EIS

(4.7%). Figure 4 shows the percentage of sanitation projects entered as EIS and EID by region and status. All regions of the country computed sanitation projects. However, the regions Metropolitan (676 projects), Los Lagos (750 projects), and O'Higgins (676 projects) concentrated around 42% of the total submitted sanitation projects. The high percentages are positively correlated to the greatest population and industrial densities, thus making necessary sanitary solutions. Regarding the status of the projects, 62% were approved, 4.2% rejected, 0.1% in evaluation, 15.7% unadmitted, 1.3% not rated, 0.4% abandoned, 15.4% desisted, 0.1% expired, and less than 0.1% revoked to the environmental license. This status variability is similar to that formerly studied aquaculture projects submitted to the Chilean EIA System [36], with approved (68.9%), rejected (9.4%), and desisted (8.8%) projects. As expected, the Chilean EIA System does not discriminate among activities but among checkable qualities of the projects under the same evaluation criteria.

Regarding the sanitation projects that passed the EIA process, Los Lagos (90.0%), Magallanes (60.0%) and Los Ríos (58.3%) regions show the highest percentages. On the other hand, the lowest approval percentage corresponds to the Arica and Parinacota (25.0%) region. Regarding the rejected projects, Metropolitan (27.8%) and Tarapacá (25.0%) regions show the highest percentages. The causes are related to the non-compliance of regulations or impossibility of demonstrating that the projects do not generate impacts on the environment and human health. Arica and Parinacota, Antofagasta, O'Higgins, and Los Ríos regions do not register rejected projects, nor is there any interregional project rejected. Concerning to unadmitted projects, the high percentage relative to no rated projects in Coquimbo (36.4%) region stands out together with the score obtained in Arica and Parinacota (25.0%) and Tarapacá (25.0%) regions. Previous research pointed out different criteria for the declaration of inadmissibility of projects among regions [36]. Interregional and the O'Higgins region show the highest percentages (66.7%) of desisted projects.

Attending to the projects entered as EID, Aysén (76.7%), Los Lagos (72.4%), and Maule (72.4%) regions showed the highest approval percentages. Oppositely, interregional (34.6%) projects have the lowest approval percentages. Los Lagos (6.2%), La Araucanía (5.1%), and Los Ríos (4.9%) regions belonging to the South Macrozone show the highest percentages of rejected projects, which is explained by social conflicts in this macrozone. Regarding the projects not admitted, interregional projects (42.3%) show the highest percentage, followed by the Coquimbo region (31.8%). Los Ríos (27.0%) and Metropolitan (21.4%) regions show the highest percentages of desisted projects.

In comparative terms, the projects entered as EIS have an average approval percentage (47.7%) lower than those entered as EID (60.5%) and a higher average rejection percentage (Figure 4). The causes are the greater complexity for projects entry as EIS, including the greater required minimum content compared to the EID together with the additional difficulties related to the suitability of the proposed mitigation, compensation, and/or repair measures of significant environmental impacts [22,36]. In addition, the conflicts usually affect large projects, i.e., those entered as EIS.

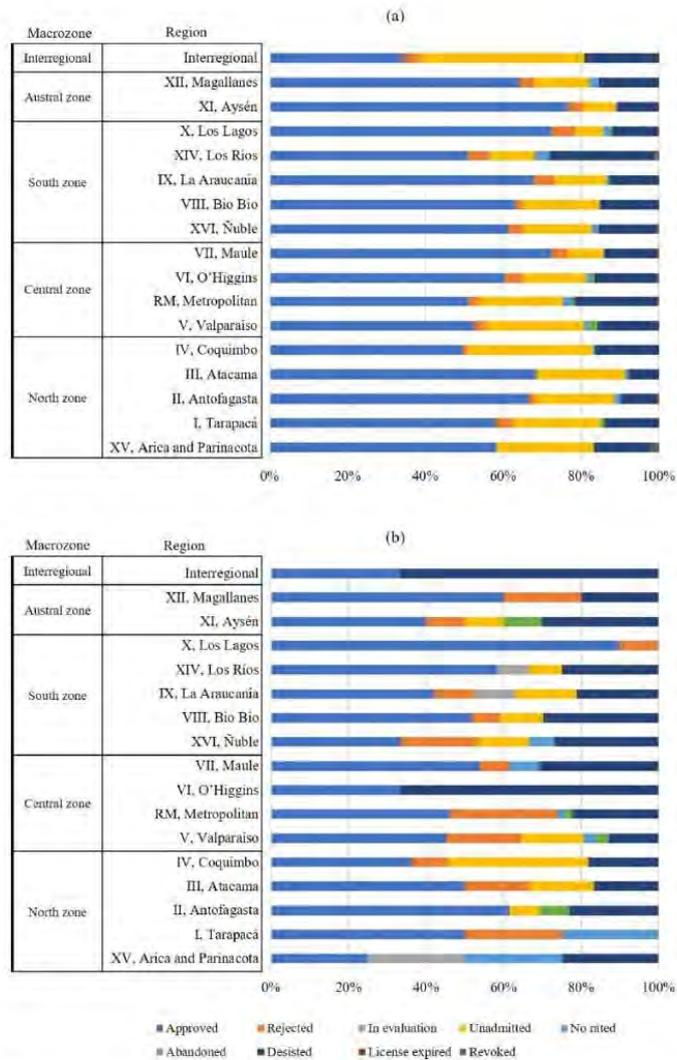


Figure 4. Clustered by regions, percentage of sanitation projects entered as EID (a) and EIS (b) to the Chilean EIA System. Interregional sanitation projects developed in two or more regions were omitted from the statistical analysis. Full information is included in Table A1 in Appendix A.

3.2. Comparison of Sanitation Projects Entered as EIS and EID

Similarities and dissimilarities of sanitation projects entered as EIS and EID can be deduced from quantifiable statistical patterns and relationships obtained from the implemented PCoA. The PCoA included a sample of 76 sanitation projects compiled from the EAS website (15 EIS and 61 EID), and taken the singularity of the 14 selected indicators (Table 2) between projects entered as EIS and EID in account. Figure 5 shows the first factorial plane coordinates (PCO1 and PCO2) of the PCoA, which represents 66.8% of the total variance. This analysis identifies significant differences between EIS and EID, thus making possible to observe a homogeneous distribution of each EIS and EID statistical field. Table A1 in Appendix A includes the full information of the 76 selected sanitation

projects, i.e., the PCO1 and PCO2 coordinates. Interpretation of results attending to the influence of the 14 selected indicators is below.

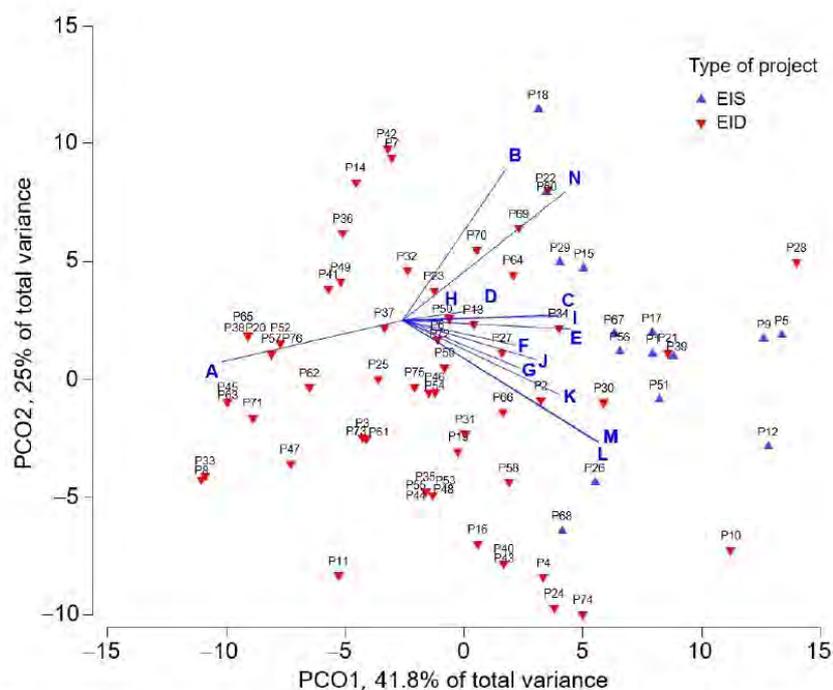


Figure 5. First factorial plane coordinates PCO1 and PCO2 of the PCoA performed on the 76 selected (sample) sanitation projects (15 entered as EIS and 61 as EID). Codes “A” throughout “N” identify the 14 selected indicators included in Table 2. Full information of selected sanitation projects is available in Table A1 in Appendix A.

Processing Time (A). In EID, processing time was less than 90 days in 59% of projects and between 91 and 180 days in 31.3% of projects. In EIS, processing time of 60% of projects was between 91 and 180 working days, and the rest of projects over 181 working days. In general, projects entered as EID were quickly processed than those entered as EIS. This is identified in Figure 5 by the displacement of the indicator “A” toward the EID projects field. This agrees with the requirements established in the national regulation and other findings from former research focused on aquaculture projects in Chile [22,36]. For both projects entered as EID and EIS, the transmission time has decreased over time, especially in the current regulatory period SD40, which is identified as the strength of the EIA System.

Description of the Influence Area (B). In EID, the most relevant feature is that 26.2% of projects include general information only, 13.1% have moderately justified information, and 13.1% detail the influence area. In EIS, 40% of projects have moderately justified information and 33.3% detail the influence area. This better description in projects entered as EIS is identified in Figure 5 by slight displacement of the indicator B toward the EIS projects field. The improvement in the description of the influence area imposed by the successive, more restrictive regulatory periods (from SD30 to SD40) is also observed. The improving description of the influencing area is a consequence of the guides published by the EAS to describe land use, soil, flora, fauna, air quality, and human life systems. These guides relate the requirements that promoters must be incorporated in the projects [36]. The EIA also includes a guide to evaluate the effects on human health [49]. This criterion is quite important since a proper description of the influence area allows discarding or taking

charge of the projects that could impact human health, renewable natural resources, human life systems, tourism and landscape values, and cultural heritage.

Methodology to Identify and Evaluate Environmental Impacts (C). All the projects entered as EIS used different methodologies to identify and evaluate the environmental impacts. The most commonly used methodology was a significance matrix [50] by means of qualitative criteria classified on an ordinal scale, specifically the Leopold matrix. This procedure was formerly also used by the authors to evaluate aquaculture projects in Chile [36]. Instead, no projects entered as EID used any specific methodology to assess the environmental impacts, since the current regulations do not impose this condition [22]. The EID only consider the justification that the project does not generate significant environmental impacts. Figure 5 shows the differences between the projects entered as EIS and EID, and how the indicator shifts significantly toward the EIS projects.

Use of International Regulations as a Reference (D). Reference international standards were used in 3.3% of projects entered as EID and in 20% of those entered as EIS, but only in the regulatory periods SD95 and SD40. The greater use in projects entered as EIS is due to the greater magnitude and complexity of the studies, which makes it necessary to use international standards in some cases.

Existence of Mitigation Measures (E). All the projects entered as EIS included mitigation measures, while the projects entered as EID differentiated additionally between environmental management measures and others such as mitigation, compensation and repair. In fact, a good conceptualization of the measures, with no confusion between them is observed.

Existence of Compensation Measures (F). This indicator is found in 33.3% of projects entered as EIS. In general, the projects consider mitigation measures as the first option followed by the compensation measures. However, no compensation measures are identified in the projects entered as EID.

Existence of Repair Measures (G). In contrast to that formerly reported in aquaculture projects [36], the sanitation projects are more aware to apply repair measures, despite that only 40% of projects entered as EIS implement this option. The projects entered as EID do not report this measure that implies a correct application of the different measures.

Identification of Contingency and Emergency Measures (H). About 80% of the projects consider this indicator. This figure increases up to 100% in the regulatory period SD40. There is no difference between projects entered as EID and EIS. This criterion has improved as the successive regulatory periods have been refined. The improvement of the results in the last regulatory period (SD40) shows how the better administrative performance by the EAS has positively impacted the technical content of the EIA reports.

Consultation and Participation (I). Regarding this indicator, the Article 94 of the SD40 establishes that only some types of projects generate environmental burdens, e.g., the "type o", thus leading also the possibility of opening a citizen participation process in projects entered as EID [22,28]. All projects entered as EIS consider citizen participation, but only 35% of them include citizen observations. However, only 3.3% of projects entered as EID include a citizen participation process and none of them included citizen observations. The low early citizen participation is identified as weaknesses of the EIA System, which is an improvement opportunity in projects with environmental charges entered as EID and in all projects entered as EIS [29,36]. The addition of mandatory early participation would help to reduce the technical asymmetry between project promoters, citizens, and state agencies.

Appeal After Project Approval or Rejection (J). Around 93% of projects entered as EIS and 3.3% of those entered as EID use appeal options to complain non-conformities of the environmental license. The higher EIS percentage is related to the greater restrictions of the process. The bigger magnitude and complexity of negative externalities of the projects generate more social conflict and complaints. The projects' promoters also disagree in relation to the conditions established by the authority for the projects' approval. The opportunity to appeal after obtaining the environmental license is identified as strength of the EIA System.

Public Information After Obtaining the Environmental License (K). All projects entered as EIS and 75% of projects entered as EID include public information on environmental monitoring, audits, and/or sanctions after obtaining the environmental license. In 2010, the information available in the EAS website started to be published in the SE website. This difficulty to find information about some projects in the SE website, which is the same that the citizens find, was solved by searching through the file number. In comparison to other countries, this complex data accessing is identified as weakness of the EIA System [28], which is an improvement opportunity.

Post-auditing (L). Regarding the projects entered as EID, 21.3% of them present different compliance gaps with their environmental license and 44.3% present compliance. Regarding the projects entered as EIS, 73.3% of them present compliance gaps and 13.3% present compliance. Only 27.6% of projects are audited; all correspond to projects entered as EID. This relevant finding implies that the auditing priority is large projects. The audits carried out by the authority entail monitoring all requirements of the EIA process, so its implementation is essential to avoid impacts on human health during the project execution. The prioritization of large-scale projects is identified as weakness of the EIA System, so post-auditing is an improvement opportunity.

Punishment for Non-compliance (M). A total of 14.5% of projects present minor, 11.8% serious, and 2.6% very serious infractions. In addition, 39.5% of projects present compliance, most of them entered as EID. When analyzed by the typology, 73.3% of projects entered as EIS and 18% entered as EID present some type of infraction. These figures corroborate how auditing is mostly focused on those large projects generating more non-compliances with the environmental license. Increasing of the compliance is an improvement opportunity to reach higher national and international standards [51].

Investment (N). Around 46% of projects entered as EIS consider investments greater than 10 MUSD, while 74% of projects entered as EID consider investment under 10 MUSD. So, projects having large investment are generally entered as EIS.

In brief, the comparison of sanitation projects entered as EIS and EID has showed how the processing time (A) of the EID is significantly less than that of the EIS; the description of the influencing area (B) in most of the EIS is more detailed than in the EID; all the EIS used methodology to identify and assess environmental impacts (C) while neither EID used it; international regulations (D) are mainly used by the EIS; only the EIS applied good mitigation, compensation and repair measures (E, F and G); identification of contingency and emergency measures (H) have progressively been improved to reach the 100% of the EIS and EID in the last regulatory period (SD40); consultation and participation (I) is lower in the EID because the regulation imposes different conditions for EIS and EID; 93% of the projects entered as EIS mainly uses appeal after the approval or rejection (J); all the EIS and 75% of the EID have public information (K); the EIS shows higher percentages of post audit (L) than the EID; punishment for non-compliance (M) mostly affect the projects entered as EIS; and investment (N) less than 10 MUSD generally refers to the EID.

3.3. Improvement Opportunities of the EIA Process concerning to Sanitation Projects

In view of the trust that suitable follow-ups of the projects after obtaining its environmental license generated in the citizenry, post-evaluation was considered essential in the official reports of the presidential advisory commission for the EIA process evaluation [33]. Criteria such as *Public Information after obtaining the environmental license (K)*, *Post-audit (L)*, and *Sanction for non-compliance (M)* were considered weaknesses of the EIA System. Taking these weaknesses into account, three improvement opportunities concerning to the follow-ups of a sanitation project after obtaining its environmental license are proposed.

The first improvement is the creation of a streamlined sanctioning procedure aimed at minimizing sanction periods and compliance programs of small and medium-sized projects, which seeks to promote compliance with the project by committing its promoter to make improvements to keep onward. This is because all projects (large, medium-sized and small) have the same procedure, including the same deadline, but the authority prioritizes

the large ones. Likewise, the compliance with the promotion is the instrument most used by promoters and must be limited to specific cases. This procedure makes it difficult for citizens to understand, since it often implies that those who have failed to comply with the obligations of the environmental license are exempt from fines [30].

The second improvement is decentralization of decision-making. The administrative structure of SE includes supervisors and heads of offices at the regional level while the annual inspection program is built regionally and the professionals in charge to validate decisions are centralized. This dichotomy undoubtedly affects autonomy and prioritization of regional problems because small projects (less complexed in general) compete with large projects (more complexed in general) during the resolution stage. This weakness makes necessary to establish deadlines for each stage, as happens with projects during the EIA process, where the regulation establishes the deadline of each stage. Previous studies also agreed that the high level of centralization affects decision-making of regional powers [30].

The third improvement is public information after obtaining the environmental license. This action should make it easy to access the project files between SE and EAS platforms [28]. Currently, each of the published project files can be independently accessed from the ES and EAS websites, but its search criteria are different and unfriendly. For instance, citizens cannot search by file number or environmental license number, as performed in this paper, because knowledge of how the structure of a file works is needed.

The above identified improvement opportunities are follow-ups related, so its implementation will improve information, supervision, and sanction stages of the projects after obtaining its environmental license. These actions will increase autonomy to the regions and the public trust in the EIA System.

4. Conclusions

In Chile, there is no specific urban wastewater reuse regulation, so direct discharge of effluents puts the environment and human health at risk. This is not understandable taking also into account the necessity for non-conventional water sources in the northern arid regions. In the past decades of the twentieth century, successive regulations have defined the Chilean EIA System as the environmental protection instrument to cope with this increasingly problematic. In this context, the assessment of the Chilean EIA System concerning to sanitation projects became an essential topic for research.

The Chilean EIA System includes the more restrictive EIS and more permissive EID ways for projects entry. In the period 1994–2019, a total of 5336 sanitation projects were entered to the EIA, 95.3% as EID and 4.7% as EIS. The statuses of the projects were 62% approved, 4.2% rejected, 0.1% under evaluation, 15.7% not admitted, 1.3% not qualified, 0.4% abandoned, 15.4% withdrawn, 0.1% expired, and 0.1% revoked. The implemented PCoA to measure the sample differences between projects entered to the EIA as EID and EIS showed homogeneous distributions of the EIS and EID statistical fields. The main statistical differences (indicators Processing Time; Description of the Influence Area; Methodology to Identify and Evaluate Environmental Impacts; Existence of Mitigation, Compensation and Repair Measures; Consultation and Participation; Post-auditing; and Punishment for Non-compliance) were weaknesses of the EIA System concerning sanitation projects, and were grouped into three improvement opportunities concerning the follow-up stages (*Creation of a simplified sanctioning procedure*, especially for small projects; *Decentralization of decision-making* with deadline establishment in each stage; *Public information after obtaining the environmental license* with possibility to consult projects through direct, unique link between the EAS and SE websites).

Incorporating these improvement opportunities in the regulatory follow-ups is a challenge to enhance the effectiveness of the post-auditing and punishment, thus increasing citizenry trust in the EIA System during the execution of sanitation projects. These improvement opportunities of the Chilean EIA System seek also to be a feasible methodology focused on the follow-ups analysis, which will be of assistance to other countries having similar environmental, social, and economic contexts.

Author Contributions: Conceptualization, D.R.-L.; investigation, D.R.-L.; methodology, D.R.-L., N.V., F.J.A. and F.E.-M.; writing original draft, D.R.-L.; supervision, N.V., F.J.A. and F.E.-M.; reviewing and editing, N.V., F.J.A. and F.E.-M. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: Data are included in Appendix A.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Appendix A

Table A1. Compiled sanitation projects by region entered as EIS and EID in the Chilean EIA System. Information available at the EAS website (www.sea.gob.cl) (accessed on 11 January 2021).

Region	Approved		Rejected		In Evaluation		Unadmitted		No Rated		Abandoned		Desisted		License Expired		Revoked		
	EIS	EID	EIS	EID	EIS	EID	EIS	EID	EIS	EID	EIS	EID	EIS	EID	EIS	EID	EIS	EID	
XV, Arica and Parinacota	1	28			1			12	1				1	7					1
I, Tarapacá	2	54	1	4				21	1			1		13					
II, Antofagasta	8	123		3			1	38		3	1		3	17		1			
III, Atacama	6	87	2				2	29		1			2	10					
IV, Coquimbo	4	87	1	3			4	56		1			2	29					
V, Valparaíso	14	166	6	9			5	80	1	4	1	6	4	50					
RM, Metropolitan	25	414	15	20				176	1	20	1	4	12	173			2		1
VI, O'Higgins	2	267		20				73		5		4	4	71					2
VII, Maule	7	480	1	28				61	1	2		4	4	90			2		
XVI, Ñuble	5	100	3	6			2	29	1	3			4	24					1
VIII, Bio Bio	14	223	2	6			3	70		1			8	53					
IX, La Araucanía	8	146	2	11	2		3	29		1		1	4	27					
XIV, Los Ríos	7	83		8	1	1	1	19		6			3	44					2
X, Los Lagos	9	536	1	46				53		13		3	86						1
XI, Aysén	4	316	1	15			1	36		1	1		3	43			2		
XII, Magallanes	3	100	1	6				22		4			1	24			1		
Interregional	1	9		1				11					2	5					
Total	120	3219	36	186	4	1	22	815	6	65	4	19	57	766	0	8	0	0	8

References

- Adejumoke, A.; Babatunde, A.; Abimbola, O.; Tabitha, A.; Adewumi, D.; Toyin, O. Water Pollution: Effects, Prevention, and Climatic Impact. *Water Chall. Urban. World* **2018**, *33*, 33–47. [CrossRef]
- Dharwal, M.; Parashar, D.; Shehu Shuaibu, M.; Garba, S.; Abubakar, S.; Baba Bala, B. Water pollution: Effects on health and environment of Dala LGA, Nigeria. *Mater. Today Proc.* **2020**, *49*, 3036–3039. [CrossRef]
- Salama, Y.; Chennaoui, M.; Sylla, A.; Mountadar, M.; Rihani, M.; Assobhei, O. Review of wastewater treatment and reuse in the Morocco: Aspects and perspectives. *Int. J. Environ. Pollut. Res.* **2014**, *2*, 9–25.
- United Nations. *Sustainability Development Goals. 17 Goals to Transform Our World*; United Nations: New York, NY, USA, 2021. Available online: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> (accessed on 26 October 2021).
- World Health Organization. *State of the World's Sanitation: An Urgent Call to Transform Sanitation for Better Health, Environments, Economies and Societies*; United Nations Children's Fund (UNICEF) and the World Health Organization: New York, NY, USA, 2020. Available online: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240014473> (accessed on 30 November 2021).
- Zhou, X.; Li, Z.; Zheng, T.; Yan, Y.; Li, P.; Odey, E.A.; Mang, H.P.; Uddin, S. Review of global sanitation development. *Environ. Int.* **2018**, *120*, 246–261. [CrossRef]
- Supreme Decree 90 Establishes Emission Standards for the Regulation of Pollutants Associated with Discharges of Liquid Waste to Marine and Surface Continental Waters. In *Official Journal of Chile*; Government of Chile: Santiago, Chile, 2000.
- Chilean Regulation 1333 Water quality requirements for different uses. In *Official Journal of Chile*; Government of Chile: Santiago, Chile, 1978.
- Sanitary Sector Report of Superintendency of Sanitary Services*; Government of Chile: Santiago, Chile, 2020. Available online: https://www.siss.gob.cl/586/articles-19431_recurso_1.pdf (accessed on 30 November 2021).

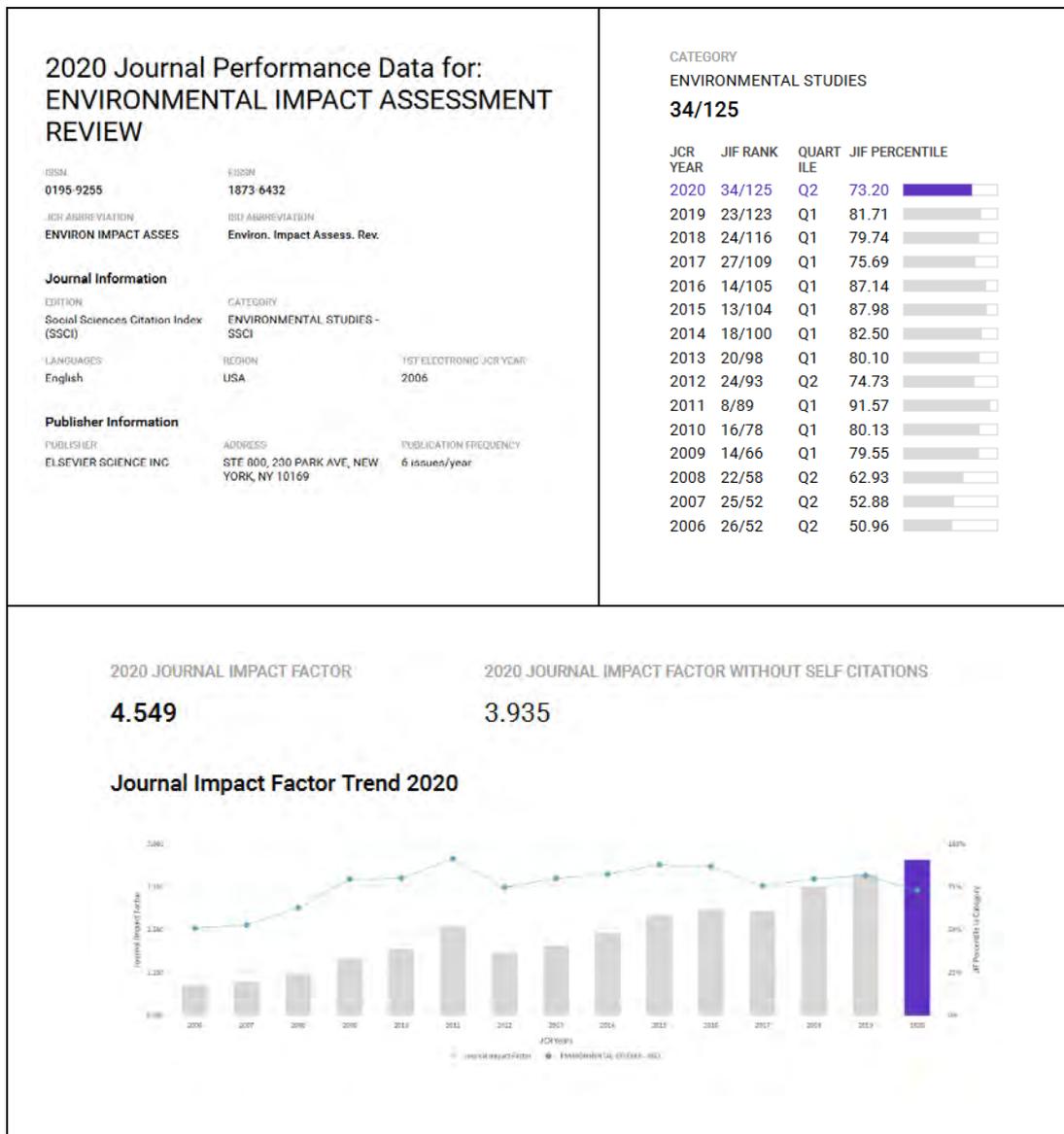
10. *Sanitary Sector Report of Superintendency of Sanitary Services*; Government of Chile: Santiago, Chile, 2018. Available online: http://www.siss.gob.cl/586/articles-17722_recurso_1.pdf (accessed on 30 November 2021).
11. Williams, C.J.R. Climate Change in Chile: An Analysis of State-of-the-Art Observations, Satellite-Derived Estimates and Climate Model Simulations. *J. Earth Sci. Clim. Chang.* **2017**, *8*, 400. [CrossRef]
12. United Nations Convention on Biological Biodiversity. 1992. Available online: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf> (accessed on 30 November 2021).
13. Sánchez, L.; Croal, P. Environmental impact assessment, from Rio 92 to +20 and beyond. *Ambiente Soc.* **2012**, *15*, 41–54. [CrossRef]
14. Directive 2011/92/EU. Assessment of the effects of certain public and private projects on the environment. In *Official Journal of the European Union*; European Union Council: Brussels, Belgium, 2012; Volume L 26/1.
15. Directive 2014/52/EU. Assessment of the effects of certain public and private projects on the environment. In *Official Journal of the European Union*; European Union Council: Brussels, Belgium, 2014; Volume L 124/1.
16. Cave, B.; Pyper, R.; Fischer-Bonde, B.; Humboldt-Dachroeden, S.; Martin-Olmedo, P. Lessons from an International Initiative to Set and Share Good Practice on Human Health in Environmental Impact Assessment. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 1392. [CrossRef]
17. Humboldt-Dachroeden, S.; Fischer-Bonde, B.; Gulis, G. Analysis of Health in Environmental Assessments—A Literature Review and Survey with a Focus on Denmark. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2019**, *16*, 4570. [CrossRef]
18. Ferrer, Y. Seguimiento en el Tiempo de la Evaluación de Impacto Ambiental en Proyectos Mineros. *Luna Azul* **2016**, *42*, 256–269. [CrossRef]
19. Law 20,417 Creates the Ministry of the Environment, the Environmental Assessment Service and the Superintendency of the Environment. In *Official Journal of Chile*; Government of Chile: Santiago, Chile, 2010.
20. Supreme Decree 30 Regulation of the Environmental Impact Assessment System (repealed). In *Official Journal of Chile*; Government of Chile: Santiago, Chile, 1997.
21. Supreme Decree 95 Regulation of the Environmental Impact Assessment System (repealed). In *Official Journal of Chile*; Government of Chile: Santiago, Chile, 2001.
22. Supreme Decree 40 Regulation of the Environmental Impact Assessment System. In *Official Journal of Chile*; Government of Chile: Santiago, Chile, 2012.
23. Supreme Decree 148 Sanitary Regulation on Hazardous waste Management. In *Official Journal of Chile*; Government of Chile: Santiago, Chile, 2003.
24. Wood, C. *Evaluación de Impacto Ambiental un Análisis Comparativo de Ocho Sistemas EIA, Doc de Trabajo N° 247*; Centro de Estudios Públicos: Santiago, Chile, 1995.
25. Annandale, D. Developing and evaluating environmental impact assessment systems for small developing countries. *Impact Assess. Proj. Apprais.* **2001**, *19*, 187–193. [CrossRef]
26. Ahmad, B.; Wood, C. A comparative evaluation of the EIA systems in Egypt, Turkey and Tunisia. *Environ. Impact Assess. Rev.* **2002**, *22*, 213–234. [CrossRef]
27. Khosravi, F.; Jha-Thakur, U.; Fischer, B. Evaluation of the environmental impact assessment system in Iran. *Environ. Impact Assess. Rev.* **2019**, *74*, 63–72. [CrossRef]
28. Rodríguez-Luna, D.; Vela, N.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F. The environmental impact assessment in Chile: Overview, improvements, and comparisons. *Environ. Impact Assess. Rev.* **2021**, *86*, 106502. [CrossRef]
29. *Presidential Advisory Commission for the Evaluation of the EIA System*; Technical Report; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2017.
30. Bergamini, K. Fiscalización y Cumplimiento Ambiental en Chile: Principales Avances, Desafíos y Tareas Pendientes. *EUIRE* **2015**, *41*, 267–277. [CrossRef]
31. Superintendencia del Medio Ambiente. *Resolución Exenta 85 Aprueba Bases Metodológicas Para la Determinación de Sanciones Ambientales—Actualización de la Superintendencia del Medio Ambiente y Revoca Resolución que Indica*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2018.
32. Superintendencia del Medio Ambiente. *Bases Metodológicas Para la Determinación de Sanciones Ambientales—Actualización*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2017.
33. Dipper, B. Monitoring and Post-auditing in Environmental Impact Assessment: A Review. *J. Environ. Plan. Manag.* **1998**, *41*, 731–747. [CrossRef]
34. Solbär, L.; Keskitalo, E.C.H. A Role for Authority Supervision in Impact Assessment? Examples from Finnish EIA Reviews. *Arct. Rev.* **2017**, *8*. [CrossRef]
35. National Statistics Institute. *Synthesis of Results: Census 2017*; Government of Chile: Santiago, Chile, 2018. Available online: https://www.inec.cl/docs/default-source/censo-de-poblacion-y-vivienda/publicaciones-y-anuarios/2017/publicacion%20C3%B3n-de-resultados/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf?sfvrsn=1b2dfb06_6 (accessed on 10 November 2021).
36. Rodríguez-Luna, D.; Vela, N.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F. The Environmental Impact Assessment in Aquaculture Projects in Chile: A Retrospective and Prospective Review Considering Cultural Aspects. *Sustainability* **2021**, *13*, 9006. [CrossRef]
37. Lacy, S. Can environmental impact assessments alone conserve fresh water fish biota? Review of the Chilean experience. *Environ. Impact Assess. Rev.* **2017**, *63*, 87–94. [CrossRef]
38. Campero, C.; Harris, L.; Kunz, N. De-politicising seawater desalination: Environmental Impact Assessments in the Atacama mining Region, Chile. *Environ. Sci. Policy* **2021**, *120*, 187–194. [CrossRef]

39. Otzen, T.; Manterola, C. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol.* **2017**, *35*, 227–232. [CrossRef]
40. García-García, J.; Reding-Bernal, A.; López-Alvarenga, J.C. Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación Educación Médica* **2013**, *2*, 217–224. Available online: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000400007&lng=es&tlng=es (accessed on 30 November 2021). [CrossRef]
41. López-Roldán, P.; Fachelli, S. *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa*; Edición digital; Universidad Autónoma de Barcelona: Barcelona, Spain, 2015. Available online: <http://ddd.uab.cat/record/129382> (accessed on 1 December 2021).
42. Taherdoost, H. Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research. *Int. J. Acad. Res. Manag.* **2016**, *5*, 18–27. [CrossRef]
43. Aguilar-Barojas, S. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud Tabasco* **2005**, *11*, 333–338. Available online: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206> (accessed on 25 February 2022).
44. Arvidsson, R. On the use of ordinal scoring scales in social life cycle assessment. *Int. J. Life Cycle Assess.* **2019**, *24*, 604–606. [CrossRef]
45. Fayers, P.M.; Hand, D.J. Causal variables, indicator variables and measurement scales: An example from quality of life. *J. Royal Stat. Soc. Ser. A (Stat. Soc.)* **2002**, *165*, 233–253. [CrossRef]
46. Gower, J.C. A Q-technique for the calculation of canonical variates. *Biometrika* **1966**, *53*, 588–590. [CrossRef]
47. Anderson, M.J.; Willis, T.J. Canonical Analysis of Principal Coordinates: A useful Method of constrained ordination for Ecology. *Ecology* **2003**, *84*, 511–525. [CrossRef]
48. Clarke, K.; Gorley, R.; Somerfield, P.; Warwick, R. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*, 3rd ed.; Primer-E Ltd.: Plymouth, UK, 2014.
49. Servicio de Evaluación Ambiental. *Guía de Evaluación de Impacto Ambiental Riesgo para la Salud de la Población en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*; Gobierno de Chile: Santiago, Chile, 2012.
50. Catrinu-Renström, M.; David, B.; Bakken, T.; Marttunen, M.; Mochet, A.; Roel, M.; Frank, H. Multi-criteria analysis applied to environmental impacts of hydropower and water resources regulation projects. *SINTEF Energy Res. Rep. TR A7339* **2013**, *1*, 30–38. [CrossRef]
51. Gulis, G. Compliance, adherence, or implementation? *Int. J. Public Health* **2019**, *64*, 411–412. [CrossRef]

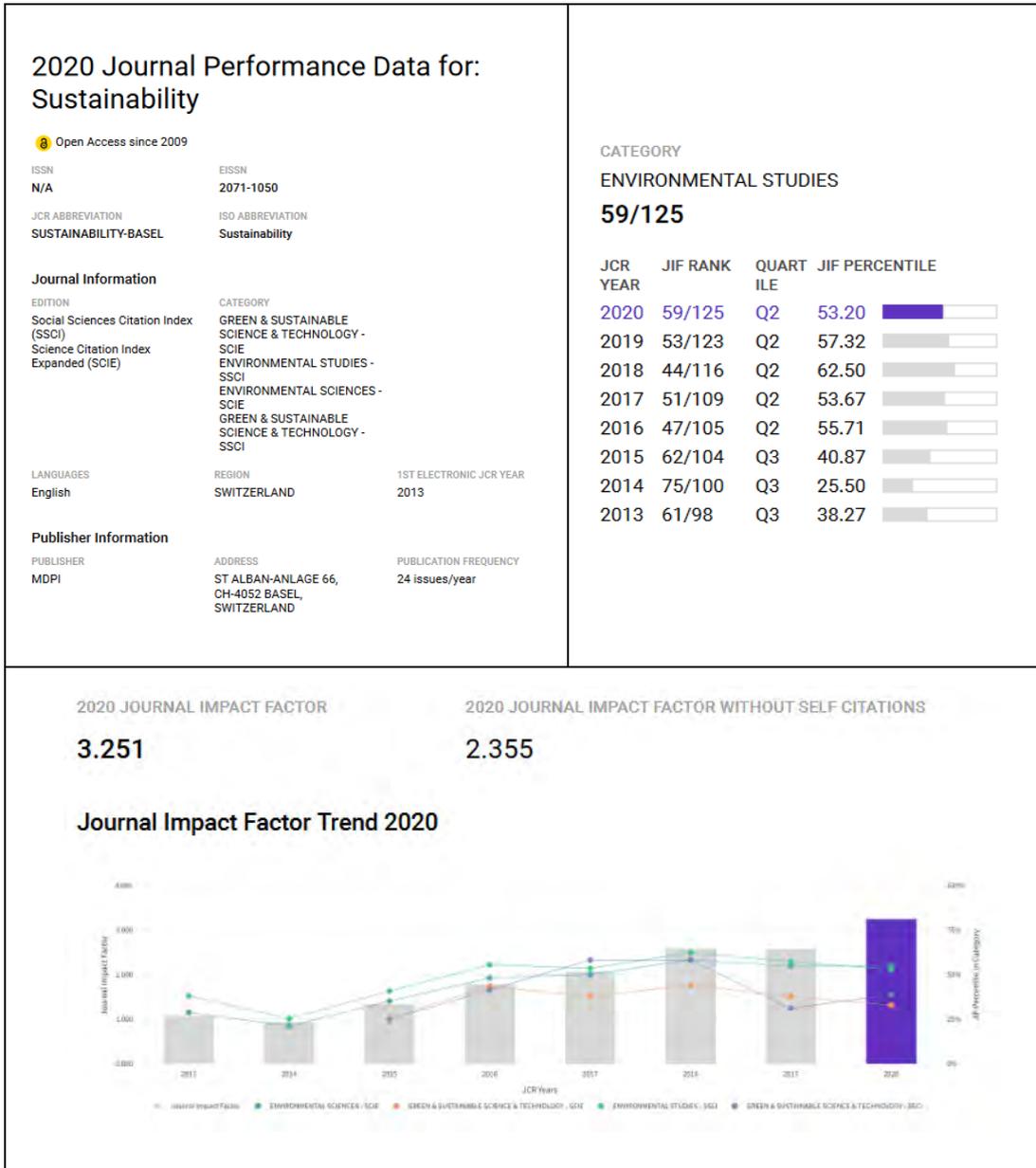
IX – APÉNDICE: ÍNDICE DE CALIDAD DE LAS REVISTAS

IX – APÉNDICE: ÍNDICE DE CALIDAD DE LAS REVISTAS

1. Rodríguez-Luna, D.; Vela, N.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F. The environmental impact assessment in Chile: Overview, improvements, and comparisons. *Environmental Impact Assessment Review*. 2021, 86, 106502. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106502>



2. Rodríguez-Luna, D.; Vela, N.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F. The Environmental Impact Assessment in Aquaculture Projects in Chile: A Retrospective and Prospective Review Considering Cultural Aspects. *Sustainability*. 2021, 13, 9006. <https://doi.org/10.3390/su13169006>



3. Rodríguez-Luna, D.; Alcalá, F.J.; Encina-Montoya, F.; Vela, N. The Environmental Impact Assessment of Sanitation Projects in Chile: Overview and Improvement Opportunities Focused on Follow-Ups. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022, 19, 3964. <https://doi.org/10.3390/ijerph19073964>

2020 Journal Performance Data for: International Journal of Environmental Research and Public Health

Open Access since 2004

ISSN N/A	EISSN 1660-4601
JCR ABBREVIATION INT J ENV RES PUB HE	ISO ABBREVIATION Int. J. Environ. Res. Public Health

Journal Information

EDITION Social Sciences Citation Index (SSCI) Science Citation Index Expanded (SCIE)	CATEGORY PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH - SCIE ENVIRONMENTAL SCIENCES - SCIE PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH - SSCI
--	---

LANGUAGES English	REGION SWITZERLAND	1ST ELECTRONIC JCR YEAR 2011
----------------------	-----------------------	---------------------------------

Publisher Information

PUBLISHER MDPI	ADDRESS ST ALBAN-ANLAGE 66, CH-4052 BASEL, SWITZERLAND	PUBLICATION FREQUENCY 24 issues/year
-------------------	---	---

CATEGORY
PUBLIC, ENVIRONMENTAL & OCCUPATIONAL HEALTH
42/176

JCR YEAR	JIF RANK	QUART ILE	JIF PERCENTILE
2020	42/176	Q1	76.42
2019	32/171	Q1	81.58
2018	38/164	Q1	77.13
2017	43/157	Q2	72.93
2016	41/157	Q2	74.20
2015	n/a	n/a	n/a
2014	n/a	n/a	n/a
2013	n/a	n/a	n/a
2012	n/a	n/a	n/a
2011	n/a	n/a	n/a



