

Análisis de determinantes del proceso de resolución en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*

Juan C. Caro S. †
Jorge Rodríguez O. ‡

Resumen

The Environmental Impact Evaluation System (SEIA) accounts for a significant part of the investment in Chile. During 12 years, over 12.000 projects has been reviewed, that is more than US\$ 120.000 millions. Given the representativity of the SEIA and the criticism to its performance, the present article presents relevant data to identify potential failures and improvement points in the system. The evidence shows that almost 20% of the projects is "desisted" or "not allowed to evaluation", which conveys resources that do not return in more realized investment. We also find that over 40% of the current investment in the system is over the expected time to be evaluated (this is, without considering the suspensions to a particular process). An econometric analysis shows that the time inside the system decreases the probability of approval, and the projects related to Energy, Mining and Transport have a higher probability to be evaluated positively. About the time inside the SEIA, we find that a project subject to an Environmental Impact Declaration (DIA) increases the probability of exit about 70% in comparison to an Environmental Impact Study (EIA), and that the amount of investment is positively related to the duration of the process of evaluation. Finally, being in some economic sectors, where the project type is more homogeneous, reduces the evaluation time. Results permit an improvement opportunity in the system, which requires an effort from the authority and the agents responsible for the projects.

Keywords: Inversión, Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Análisis de Duración.

JEL Classification: Q1, L5.

* Se agradecen los comentarios de Marcela Ruiz-Tagle y Javier Hurtado por sus valiosos comentarios. Cualquier error es de responsabilidad exclusiva de los autores.

† Analista Económico. Gerencia de Estudios. Cámara Chilena de la Construcción.

‡ Analista Económico. Gerencia de Estudios. Cámara Chilena de la Construcción.

1. Introducción

La inversión es el motor de la economía y determina la trayectoria del crecimiento. Los proyectos de inversión permiten la generación de infraestructura productiva e impulsan el desarrollo de todos los sectores del país. Es por ello que una buena manera de entender la evolución de la economía es mirar el comportamiento de su inversión.

Además, en mayor o menor medida, todas las iniciativas de inversión requieren la obtención de permisos y autorización que validen su ejecución, como es el caso de los permisos ambientales. La fluidez y eficacia de los procesos de control asociados son claves para permitir que los proyectos se ejecuten en los plazos esperados, creando así los incentivos para materializar todas las inversiones que sean ambiental y económicamente deseables.

La legislación chilena ofrece una fuente particular de información para investigar el comportamiento de estos sistemas de control sobre la inversión a nivel de proyectos: el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)⁴. El SEIA es un instrumento de política pública a cargo de la Comisión Nacional de Medioambiente (CONAMA) que tiene como propósito asegurar que las iniciativas tanto públicas como privadas sean ambientalmente sustentables y cumplan la normativa vigente.

El SEIA entra en vigencia oficial a contar de abril de 1997. A través de este sistema, los proyectos ingresan a una evaluación de impacto ambiental, para recibir finalmente una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) del proyecto con la cual, de ser favorable, puede darse inicio a la ejecución de obras.

La representatividad de la información del SEIA depende de la legislación vigente, en particular del reglamento decretado por ley. Según dicha normativa, los proyectos que tienen un potencial de impacto ambiental⁵ deben entrar al sistema, por tanto es importante aclarar que una parte de la inversión (arbitrariamente definida) no ingresa al SEIA. Como referencia, a febrero de 2008 más de 12.300 proyectos han ingresado al sistema, con una inversión que bordea los US\$ 124.000 millones, es decir, una inversión promedio de aproximadamente US\$ 11.300 millones anuales.

⁴ Otra fuente disponible para analizar la inversión a nivel de proyectos en Chile es el Catastro de Inversión, generado por la Corporación de Bienes de Capital. Este catastro cubre inversiones que superen los US\$ 5 millones, y se realiza mediante consultas directas a las empresas. Ambas fuentes de información resultan complementarias, sin embargo, existe mayor certeza respecto de la información entregada por el SEIA.

⁵ Ver artículos 10 y 11 de la ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

Dado que el proceso que realiza la CONAMA⁶ afecta a una gran parte de la inversión realizada, se vuelve de importante interés realizar una medición crítica del funcionamiento que la autoridad ha tenido durante el periodo disponible. El SEIA puede considerarse como uno de los controles a la inversión de mayor cobertura, por lo tanto es un buen indicador del comportamiento de los sistemas de filtro a la inversión y de cómo se incentiva/desincentiva su materialización.

El presente estudio tiene como principal objetivo analizar y proveer indicadores relevantes que den cuenta de los determinantes del proceso de evaluación, por medio de modelar la probabilidad de aceptación o rechazo y la duración de la evaluación de los proyectos. Con esta información se puede inferir cuales son los aspectos críticos que se deben de tener en cuenta toda vez que se desee evaluar la gestión del SEIA.

El trabajo se formula de la siguiente manera. La sección II presenta una breve descripción del funcionamiento del SEIA. La sección III presenta estadística descriptiva de la información disponible. La sección IV se encarga de describir la metodología aplicada para las estimaciones. La sección V aborda el comportamiento de los proyectos a nivel de resoluciones, mientras que la sección VI trata el tema de la duración de la resolución en el sistema. La sección VII concluye y la sección VIII reporta los anexos.

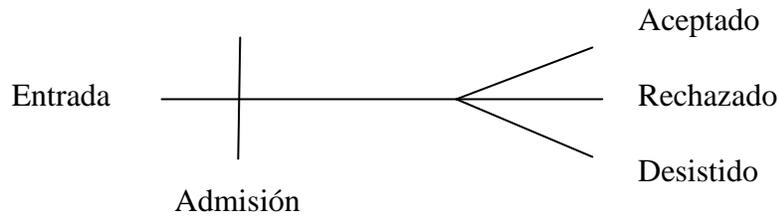
Funcionamiento del SEIA

Los proyectos ingresan al sistema por dos vías: la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), que se asocia a proyectos que no se espera tengan impacto significativo en el medioambiente y por tanto sólo se exige una declaración jurada que avale el cumplimiento de la normativa vigente. Aquellos proyectos que potencialmente tienen un impacto el medio ambiente son evaluados mediante un Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Ambos mecanismos, DIA y EIA tienen plazos de evaluación definidos en el reglamento del SEIA. Los proyectos que están sometidos a DIA no deben superar los 90 días legales (incluyendo los 30 días adicionales que la ley permite) y en el caso de los EIA, éstos no pueden superar en ningún caso los 180 días legales⁷.

⁶ En la práctica, esta acción depende de cada Comisión Regional de Medio Ambiente (COREMA).

⁷ Se entiende como días legales a todos los días corridos salvo domingo y festivos. En los casos cuando, de común acuerdo entre las partes, se disponga una suspensión de plazo, aquellos días tampoco se consideran dentro del plazo mencionado anteriormente.

Figura 1. Proceso del SEIA



Existen cuatro alternativas de resolución en el proceso de calificación ambiental: "aprobación", "rechazo", "desistimiento" y "no admitido a tramitación". Una vez entrado el proyecto al sistema, se verifica que la documentación esté acorde a lo exigido por ley. Si dicha obligatoriedad no se satisface, el proyecto sale del sistema. Una vez que se cumpla aquellos requisitos, dentro de los plazos establecidos, el proyecto puede ser aprobado o rechazado según los parámetros de la autoridad. Adicionalmente, una inversión puede terminar como "desistida" en cuyo caso es el propio titular el que decide voluntariamente cancelar el proyecto en particular.

2. Estadística descriptiva

En lo que sigue, mostramos la estadística descriptiva de la base en el periodo disponible, entre 1997 y el mes de febrero de 2008. Se presenta información respecto a la tasa de resolución y duración promedio a nivel de proyectos.

Antes de presentar la estadística del sistema es importante hacer una nota de cautela. La base de datos no refleja el comportamiento agregado o sectorial de la inversión en su totalidad. Esto ocurre porque, como se mencionó anteriormente, el reglamento ambiental obliga sólo a una parte de los proyectos a ingresar al sistema, por tanto inferir que los resultados guardan relación uno-a-uno con la inversión no es correcto.

La regla mediante la cual se define que proyectos ingresan al sistema tiene directa relación con el tamaño del proyecto (en términos físicos, no relativo a la inversión generada) y las características intrínsecas del sector, que aumentan su probabilidad de impacto ambiental (ej: planta de procesamiento de desechos industriales). Sin embargo, ya que la condición de entrada está basada solamente en criterios de protección ambiental, no afecta la aleatoriedad de la

entrada de los proyectos, por tanto sigue siendo una buena aproximación al comportamiento dinámico de la inversión, aunque no a su nivel o media.

Las inferencias que se realizan a continuación están relacionadas con la inversión “que se califica”, la cual representa entre un 50% a 65% de la inversión total del país⁸, pero en ningún caso permite extrapolar conclusiones directamente. A nivel sectorial se extiende la misma conclusión, el efecto que pueda encontrarse, está sujeto sólo a los proyectos que son objeto de evaluación y no a todos los proyectos de la rama en particular. Aunque en algunos casos este efecto es menor, en otros es fuertemente significativo afectando la significancia de los estadísticos.

Otro aspecto relevante que se observó al trabajar los datos, es que la variable del monto de inversión está medida con error, debido a que una parte de los proyectos (aleatoriamente) entran con un valor referencial, que muchas veces no guarda relación con la media de los proyectos de iguales características. Por tanto una causalidad directa con otras variables va a ser menos significativa debido al componente de error.

2.1. Sobre las resoluciones

A la fecha de corte, el universo llega a los 12.333 proyectos, de los cuales 8,3% aún se encuentra en proceso de calificación. En esta categoría, 969 iniciativas ingresaron al sistema vía DIA y 56 como EIA.

Tabla 1: Proyectos Resueltos en SEIA

Estado	DIA		EIA		Total
	Nº Proyectos	%	Nº Proyectos	%	
Aprobado	7.790	73%	482	78%	8272
Desistido	1002	9%	83	13%	1085
No admitido	1.193	11%	8	1%	1201
Rechazado	706	7%	44	7%	750
Total	10.691	95%	617	5%	11308

Fuente: Elaboración propia en base a SEIA

Como se ve en la tabla 1, de los proyectos ya resueltos, las DIA representan el 95% del universo total (10.691 iniciativas), mientras que los proyectos EIA cubren el 5% restante (617 proyectos).

Se observa que el nivel de aprobados es similar entre grupos y representan el 73% del total de proyectos resuelto en el sistema.

⁸ Cifras obtenidas utilizando como referencia la formación bruta de capital fijo reportada por el Banco Central de Chile.

Los proyectos no admitidos cubren el 11% de los DIA pero sólo 1% de los EIA. Debido a que presentan inicialmente problemas de forma, estos proyectos vuelven a ingresar al sistema con una alta probabilidad.

Las iniciativas desistidas son proporcionalmente menos frecuentes en las DIA (9%) respecto a los EIA (13%). En términos agregados, 9,6% de los proyectos son desistidos, lo que también implica un costo de recursos que no conlleva ningún retorno productivo. Sumados a los proyectos no admitidos a tramitación, 20% de las iniciativas de inversión que son revisadas por la CONAMA involucran una gestión que sólo genera costos, sin ningún beneficio.

Finalmente, aquellos proyectos rechazados por el sistema equivalen al 7% del total, repartiéndose proporcionalmente en ambos instrumentos de calificación. Esta tasa representa en alguna medida el filtro necesario que la autoridad ambiental debe hacer a los proyectos con potencial impacto ambiental.

Tabla 2: Proyectos Resueltos en SEIA

Estado	DIA		EIA		Total
	MM US\$	%	MM US\$	%	
Aprobado	33.773	71%	46.212	90%	79.985
Desistido	3.895	8%	2.703	5%	6.598
No admitido	7.404	16%	621	1%	8.025
Rechazado	2.175	5%	1.572	3%	3.747
Total	47.246	48%	51.108	52%	98.355

Fuente: Elaboración propia en base a SEIA

En la Tabla 2 se encuentra la distribución de proyectos según el volumen de inversión. Allí no aparecen las iniciativas en calificación, las que representan 12,3% de la inversión total a la fecha. Según tipo de calificación, las DIA equivalen a US\$ 7.959 millones, mientras que los EIA representan US\$ 5.755 millones por calificar.

Una primera conclusión de la información presentada es respecto del tamaño promedio de los proyectos. Las iniciativas de tipo EIA son 5% del total de proyectos pero equivalen a más de la mitad de la inversión (52%). Adicionalmente, del total de montos invertidos, 81,2% se aprueba. En el caso de los proyectos sujetos a estudio de impacto ambiental, la tasa de aprobación es más alta y llega al 90%, versus 71% en el caso de inversiones con DIA.

Respecto a las otras categorías podemos ver que la incidencia de los proyectos no admitidos se concentra básicamente en las DIA (92% del total de la inversión no admitida). De lo anterior se observa que el primer problema, asociado a la forma en que los titulares presentan los proyectos en el sistema, tiene casi la totalidad del peso en las DIA. El resultado anterior es de anticipar, si pensamos que el tamaño de los proyectos debería guardar una relación directa con la calidad de la presentación de la iniciativa, y que en promedio, las EIA involucran

una mayor inversión y una potencial mayor calidad promedio en la presentación de los estudios.

Sumando los proyectos desistidos y no admitidos, la carga de evaluaciones que no retornan en valor productivo⁹ equivalen a 14.623 MMUS\$, el 14,8% de total de la inversión ya calificada en el sistema (24% DIA y 6% EIA). Por otra parte, los proyectos rechazados solo equivalen al 3,8% del total de la inversión evaluada.

Tabla 3: Tamaño Promedio Proyectos (MM US\$)

	DIA	EIA	Total
Aprobado	3,95	87,43	8,82
Desistido	3,69	67,47	8,57
No admitido	5,84	77,67	6,32
Rechazado	2,93	23,91	4,16
Total	4,07	80,09	8,22

Fuente: Elaboración propia en base a SEIA

La Tabla 3 reporta los tamaños medios de inversión –inversión total sobre número de proyectos- según resolución y tipo de evaluación. Podemos notar que los proyectos de EIA son 20 veces mayores respecto a los DIA, sin embargo, debido a la proporción de proyectos en cada instrumento, el proyecto promedio total alcanza solo los US\$ 8,2 millones. Cabe destacar que la distribución del tamaño de los proyectos posee una fuerte asimetría debido a que la gran mayoría de los proyectos son pequeños, pero existe una pequeña cantidad de proyectos que por su tamaño actúan como *outliers*, alterando la distribución de frecuencia de las inversiones ingresadas.

En relación al tamaño promedio de inversión, podemos ver que los proyectos rechazados tienen un monto de inversión asociado significativamente menor a los proyectos con otro tipo de resoluciones, ya sean DIA o EIA. Sin embargo es una correlación simple, que no controla por los efectos de otras variables, como el sector económico. Los proyectos aprobados tienen un mayor tamaño promedio, luego siguen los desistidos y finalmente aquellos no admitidos a tramitación.

2.2. Sobre la duración de las resoluciones

Para analizar la duración de los proyectos en el sistema, se considera la distancia entre la fecha de ingreso al proyecto en el sistema y el momento de su resolución, en días corridos.

⁹ Notar que según la normativa vigente, estos proyectos pueden reingresar al sistema y ser evaluados nuevamente.

Hay que recordar que el reglamento del SEIA hace referencia a días legales, por cuanto se refiere a 90 días (o 180 según el caso) que no son correlativos, sino los días efectivamente trabajados en la resolución de la iniciativa. Esto último es muy importante dado que el sistema permite que, con previo acuerdo de las partes, se resuelvan suspensiones de la evaluación ambiental para recabar los antecedentes adicionales que puedan resultar necesarios por medio de una adenda. Por lo tanto los resultados obtenidos reflejan, a priori, una medida parcial de desempeño, con responsabilidad compartida entre la CONAMA y el titular del proyecto, pero en ningún caso atribuyéndosele completamente a la autoridad.

Para obtener un criterio objetivo de medición se asume que, considerando la cantidad de días feriados, domingos y otros no trabajados, en cada resolución las iniciativas deberían tardar como máximo 120 y 240 días corridos, para proyectos en DIA y EIA, respectivamente.

Es importante además, notar que en este análisis no se considera la dimensión temporal de la entrada de los proyectos, es decir se asume como si todos los proyectos comenzaran en igual momento del tiempo y a contar de ello, ver como se comportan las resoluciones en el tiempo.

Tabla 4: Duración promedio por tipo de proyecto y RCA

Tipo	Aprobado	Desistido	No adm.	Rechazado	Total - No adm.	Total
DIA	177 [141]	253 [358]	7 [13]	284 [296]	193 [194]	172 [192]
EIA	284 [217]	347 [649]	4 [2]	295 [241]	293 [314]	289 [314]
Total	183 [148]	260 [389]	7 [13]	285 [294]	199 [204]	179 [202]

Nota: Desviación estándar entre paréntesis.

Fuente: Elaboración propia en base a SEIA.

En la Tabla 4 se presenta la mediana y desviación estándar (entre paréntesis) de la duración de la resolución, desagregado por tipo de proyecto y resultado de la resolución. La mediana de las resoluciones DIA y EIA sobrepasa por más de un mes el plazo considerado anteriormente como crítico (120 y 140 días respectivamente) y ello ocurre en todos los tipos de resoluciones, salvo aquellos proyectos no admitidos a tramitación. Además se destaca la fuerte dispersión de las duraciones, lo cual evidencia que existe un grupo significativo de proyectos que se aleja considerablemente de la duración media, independiente del resultado de la resolución.

Como es de esperar, aquellos proyectos que no fueron admitidos a tramitación tienen tiempos de resolución muy cortos, dado que al no aprobar la instancia inicial de calificación, son resueltos inmediatamente.

Se aprecia que la mayor duración en los EIA se debe a proyectos desistidos. En el caso de las DIA, sin embargo, ello ocurre en los proyectos rechazados. La mayor duración de los EIA que finalmente resultan desistidos puede atribuirse a que los titulares de dichos proyectos así como la autoridad son más persistentes en resolver dichas iniciativas, debido al mayor monto del proyecto, pero además a que un EIA requiere mayores recursos para tramitar su resolución respecto de una DIA, por lo cual hay más incentivos a reeditar de dichos recursos.

Tabla 5: Proporción de proyectos DIA por tramo de duración y RCA (%)

Estado	0-60	61-90	91-120	>120
Aprobado	8,6	15,4	17,2	58,8
Desistido	27,9	10,7	7,6	53,8
En Calificación	9,8	2,6	5,7	82,0
No Admitido a Tramitación	99,8	0,2	0,0	0,0
Rechazado	9,8	9,3	9,2	71,7
Total	19,8	12,0	13,2	55,1

Fuente: Elaboración propia en base a SEIA

La Tabla 5 muestra la distribución de los proyectos según el número de días en el sistema y su resolución. Se puede ver que la mayoría de los proyectos DIA caen en un rango superior al previsto por el reglamento SEIA, es decir, entre 121 días o más (55,1%). Es importante también destacar que los proyectos rechazados sostienen una mayor masa crítica (71,7%) en el mismo periodo.

Tabla 6: Proporción de proyectos EIA por tramo de duración y Resolución (%)

Estado	0-120	120-180	180-360	>360
Aprobado	3,2	17,3	58,0	21,5
Desistido	56,6	7,2	8,4	27,7
No Admitido a Tramitación	88,9	11,1	0,0	0,0
Rechazado	18,9	8,1	51,4	21,6
Total	14,9	14,9	46,7	23,5

Fuente: Elaboración propia en base a SEIA

La Tabla 6 muestra la distribución temporal de los proyectos para el caso EIA. Podemos notar que en este caso la proporción de proyectos que exceden el plazo de manera significativa (sobre 360 días corridos) resulta ser aun mayor que el caso DIA (23,5% versus 10,4%), lo cual es coherente considerando que estos proyectos requieren un estudio ambiental acabado, lo cual sugiere un mayor gasto de recursos, entre ellos tiempo.

Es importante recordar que las inversiones en general tendrán cambios en su rentabilidad en la medida que el periodo de ejecución estimado del proyecto sea sobrepasado en la práctica. En la gran mayoría de las inversiones, los horizontes de planificación consideran una estimación sobre el tiempo que toma la resolución ambiental, y como el reglamento del sistema condiciona el inicio de obras a la obtención de su RCA, en la medida que los procesos de calificación

exceden las expectativas de los agentes, para el momento de ser calificados, las inversiones pueden ya no tener la misma rentabilidad con la que se preparó inicialmente, debido a cambios en las condiciones globales del proyecto.

El argumento anterior puede ser contrastado parcialmente con información empírica. La mayor parte del desistimiento de iniciativas ocurre en fechas muy cercanas o muy lejanas a la entrada del proyecto al sistema. De hecho, un 30% de las iniciativas desistidas estuvieron por más de un año en el sistema, tiempo en que las condiciones externas del proyecto son susceptibles de haberse modificado. Aunque el titular puede tener otras razones para desistir la iniciativa, una motivación razonable es que el proyecto haya perdido rentabilidad de manera significativa. Hay que destacar sin embargo, que este hecho no es necesariamente cierto para los proyectos rechazados, ya que la demora en estos podría ser valorada por la sociedad en la medida que el proyecto en cuestión tenga un impacto ambiental nocivo.

Tabla 7: Duración por quintil de inversión

Quintil	DIA	EIA	Total
1	145 [192]	267 [445]	146 [203]
2	134 [196]	281 [160]	135 [196]
3	140 [212]	237 [251]	141 [213]
4	153 [176]	239 [188]	154 [176]
5	133 [170]	244 [309]	148 [209]
Total	140 [191]	245 [305]	145 [200]

Nota: Desviación estándar entre paréntesis.

Fuente: Elaboración propia en base a SEIA

Finalmente, cuando se separa la muestra por quintil de tamaño de inversión de los proyectos (Tabla 7) se concluye que no se observa una relación directa o inversa entre el monto de la inversión y la duración del proceso de calificación. Sin embargo en el caso de los EIA, aquellas iniciativas que involucran algún monto de inversión efectiva (mayor que cero)¹⁰, tienen un periodo de duración promedio mayor respecto de aquellas de inversión cero (295 versus 367 días).

¹⁰ Existen proyectos con montos de inversión que se definen como cero, por ejemplo cambios en los planos reguladores o revisión de las cuotas de pesca.

3. Metodología y Datos

La estructura del SEIA puede entenderse como un proceso productivo donde los insumos son los recursos puestos por el titular del proyecto y la CONAMA, mientras que el producto son las resoluciones. Esta tecnología de producción tiene dos componentes relevantes; la tasa de resoluciones emitidas y la velocidad en que dichas RCA se generan.

Para abordar el primer aspecto se utiliza el análisis de variable policotómica. Este enfoque se utiliza para modelar decisiones con más de dos alternativas posibles. En el caso del SEIA un proyecto puede “aprobarse”, “rechazarse”, “desistirse” y “no admitirse a tramitación”.

Intuitivamente, tras cada una de estas decisiones existe lo que se denomina una variable latente, de naturaleza continua, sobre la cual se define un umbral discreto. Para el sistema, existe un valor presente del impacto ambiental, de tal forma que aquellos proyectos donde dicho valor cae dentro del umbral de aceptación, son aprobados, mientras que en los casos donde el impacto ambiental excede la normativa, son rechazados. Además el titular puede desistir del proyecto, por las razones que considere apropiadas, por tanto existe una segunda dimensión o variable latente que incide en el resultado observado que puede o no estar correlacionada con la anterior.

En el caso de los proyectos no admitidos a tramitación, el resultado no puede vincularse con los anteriores, dado que es una etapa previa, por tanto se modela como una decisión independiente. Además, como se mencionó con anterioridad, debido a la alta probabilidad de reingreso de las iniciativas no admitidas se ha optado por excluirlas del análisis de la resolución múltiple.

De acuerdo a lo anterior, para capturar la naturaleza policotómica de la decisión se ocupa un marco teórico de modelos de respuesta múltiple, para lo cual se utiliza la metodología *multinomial logit*, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$\Pr(y_{ij} = 1 | x) = \frac{e^{x_{ij}'\beta}}{\sum_{l=1}^m e^{x_{ij}'\beta}} \quad j = 1, \dots, m$$

Donde cada proyecto i tiene j alternativas de resultado posible. En este caso la función descrita es la densidad acumulada de probabilidad de una función logística.

Intuitivamente, dependiendo de cada alternativa de resolución, existen ciertos observables (tipo de proyecto, monto de inversión, tiempo en el sistema, etcétera) que condicionan la probabilidad de que un proyecto resulte aprobado, rechazado o desistido, condicional a los casos que ya fueron resueltos, por tanto no se incluyen los proyectos que aún no han recibido RCA. Por las razones mencionadas anteriormente, tampoco se incluyen los proyectos no admitidos a tramitación.

Es importante notar que el desistimiento depende del titular, por lo que es exógeno para la CONAMA, pero considerando que el proceso analizado es conjunto entre ambos agentes, se toma la alternativa como una más del proceso, entendiendo que los resultados encontrados pueden deberse al actuar de cada una de las partes. En otras palabras, existen dos criterios de evaluación (agente y fiscalizador), que generan los tres posibles resultados (aprobación, rechazo y desistimiento).

A continuación nos concentraremos en la metodología para el análisis de duración, es decir la velocidad de las resoluciones. Para ello describiremos algunos conceptos básicos sobre los modelos de duración¹¹.

La variable de interés es la duración del proceso de resolución ambiental. Sea t la duración (en días) de un proyecto particular en el sistema. Estadísticamente, la duración del proyecto es una variable aleatoria, con una función de distribución acumulada $F(t)$. Es decir, $F(t)$ es la probabilidad de que la duración sea menor o igual a t . Se entiende como "función de sobrevivencia" como la probabilidad de que una duración sea mayor o igual a t , o, en nuestros términos, de permanecer en calificación:

$$S(t) = 1 - F(t).$$

Intuitivamente, cuando t es cercano a cero, la probabilidad de "sobrevivir" es alta (cercana a uno), mientras que a medida que t aumenta, esta probabilidad converge a cero, dado que la probabilidad de salida ($F(t)$), converge a uno.

Un concepto que usaremos a menudo en lo que sigue será el de "tasa de riesgo" $\lambda(t)$, cual es la probabilidad instantánea de obtener una resolución ambiental, condicional a estar en proceso durante t días. La suma acumulada de esta probabilidad hasta la duración t se denomina "función de riesgo acumulada", y se define como:

¹¹ Para un análisis más formal sobre lo descrito en esta sección, además de los estimadores que ocupamos más adelante, ver Cameron y Trivedi (2005).

$$\Lambda(t) = \int_0^t \lambda(s) ds$$

Con los datos disponibles podemos estimar estos tres indicadores y compararlos según las distintas características de los proyectos. La estimación de estas variables puede ser llevada a cabo con métodos paramétricos y no paramétricos¹². En estos últimos se destacan los estimadores de Kaplan-Meier y Nelson-Aalen para la función de sobrevivencia y la tasa de riesgo acumulada, respectivamente.

Los métodos no paramétricos permiten observar el comportamiento empírico del riesgo, capturando todas las características de la distribución, sin embargo no es posible vincular las variables observables con la duración de los proyectos. En el caso paramétrico, la estimación consiste en escoger una función particular para $S(t)$. La ventaja de ese análisis es que podemos condicionar las estimaciones y de esa manera incluir regresores.

En este estudio incluiremos dos tipos de regresiones paramétricas. La primera consiste en los modelos de riesgo proporcional, donde la variable a estimar es el riesgo o probabilidad de salida del proyecto. En términos generales, se modelan de la siguiente manera:

$$\lambda(t / X) = \lambda_0(t, \alpha) \phi(X, \beta)$$

donde $\lambda_0(t, \alpha)$ se denomina "riesgo base" y es función sólo de la variable t . X es un vector de k elementos (para cada observación) que contienen las características particulares, en este caso, a cada proyecto. β es un vector de parámetros asociados a los regresores y mide el cambio porcentual de la tasa de riesgo ante un cambio marginal en alguno de ellos.

$\phi(X, \beta)$ es una función que no depende de t , por lo tanto sólo tiene un efecto en el nivel del riesgo, dejando inalterada su estructura. Generalmente se usa $\phi(X, \beta) = \exp(X, \beta)$. Los modelos de riesgo proporcional tienen la característica particular de que diferencias absolutas en los regresores implican diferencias proporcionales en la tasa de riesgo, para todo t . En otras palabras, un proyecto con mayor nivel de inversión (por ejemplo), tendrá un efecto mayor o menor en la probabilidad de salida, el cual será constante en cualquier momento t .

¹² En términos simples, la parametrización implica imponer, a priori, una estructura a la distribución de la variable, mientras que un análisis no paramétrico permite que los datos sugieran cual es la distribución empírica de ésta.

La desventaja de este tipo de modelos, es que ante cualquier error en la especificación de la función de riesgo base, los estimadores de β resultan inconsistentes. Para ello, es común utilizar el estimador de Cox (1972,1975), el cual no requiere la estimación simultánea de $\lambda_0(t, \alpha)$ y obtiene estimadores consistentes de β .

Otro tipo de modelos paramétricos son los llamados modelos de falla acelerada. Éstos parten de la siguiente especificación:

$$\ln t = X' \beta + u ,$$

luego $t = \exp(X' \beta)v$, donde $v = \exp(u)$. Notar que la interpretación de los coeficientes que acompañan a las variables explicativas en estos modelos son diferentes al caso anterior. Para los modelos de falla acelerada la variable de interés es el tiempo del proyecto en el sistema, por tanto, β_j es el cambio porcentual en la duración de un proyecto ante un cambio marginal en x_j . Si $\exp(-x' \beta) > 1$ el tiempo de resolución es "acelerado", mientras que si $\exp(-x' \beta) < 1$ el modelo es de fallas "desaceleradas"¹³.

Según este modelo, el efecto de alguna variable observable (como la inversión) va a reducir o aumentar el número de días que el proyecto esté en el sistema. A modo comparativo, mientras que en el primer modelo, una variable x particular aumenta el riesgo o probabilidad de salida, en este modelo, el número de días caería, por tanto los parámetros estimados van a tener signo contrario.

Una característica particular cuando se analiza la duración de un evento es que existen características que no observamos, es decir, otras variables además del vector X , que determinan la duración, pero no pueden medirse, como por ejemplo, el esfuerzo del titular del proyecto por resolver su iniciativa. Lo anterior se conoce como "heterogeneidad no observada", la cual afecta a las estimaciones, aún cuando estos no observables no estén correlacionadas con X .

Económicamente, en un modelo lineal, la heterogeneidad no observada no representa un problema en la medida que ésta no presente relación con las características observables. Aquello no es el caso en el análisis de duración.

A modo de ejemplo, consideremos el caso de dos grupos de proyectos: los "simples" y "complejos", cuyas tasas de riesgo son constantes e iguales a 0,4 y

¹³ La ecuación anterior podemos escribirla como: $\ln(t \exp(-x' \beta)) = u$, luego, si $\exp(-x' \beta) > 1$ es como si el tiempo pasara con mayor rapidez. Lo contrario ocurre cuando $\exp(-x' \beta) < 1$.

0,1, respectivamente. Además supongamos que de un total de 100 proyectos la mitad son "simples" y la otra "complejos". Si la variable t son "meses de duración", entonces luego del primer mes obtienen su resolución 50 proyectos, 40 simples y 10 complejos. En el segundo mes, de los 50 proyectos restantes, obtienen su resolución 33 de ellos, 5 complejos y 28 simples. Ahora, al calcular la tasa de salida para todos los proyectos, el primer mes resulta en $(10+40)/100=0,5$, el segundo $(5+28)/50=0,66$.

En otras palabras, esta heterogeneidad causa que la tasa de riesgo agregada de los proyectos aumente a medida que transcurra el tiempo, a pesar de que la tasa de riesgo individual se mantenga constante. En términos formales, es posible demostrar que la tasa de riesgo aumenta (o disminuye) más rápido al ignorar la heterogeneidad no observada. También es posible demostrar que los coeficientes estimados (β) están subestimados. Dada la inmensa cantidad de datos y los distintos tipos de proyectos presentes en el SEIA se hace necesario controlar por este efecto.

Para ello, en este estudio usamos la clase de modelos llamados *mixtures*. En términos formales, en el caso de los modelos de riesgo proporcional, la tasa de riesgo queda de la siguiente manera:

$$\lambda(t / X, v) = \lambda_0(t / \alpha) \exp(x' \beta) v$$

Los modelos mixtures tienen la particularidad de modelar la heterogeneidad no observada asumiendo un función de probabilidad respecto de v . En este estudio ocupamos para estos efectos la función inversa Gaussiana y la función Gamma. Usualmente se asume que v es independiente de los regresores donde $E[v] = 1$.

Cabe destacar que el comportamiento en el tiempo de la tasa de riesgo individual depende de los parámetros que se incluyen en el riesgo base (α) mientras que la tasa de riesgo agregada se determina incluyendo el efecto que ocasiona v . Es posible además testear el supuesto de heterogeneidad no observada, por medio de un test de razón de verosimilitud (LR Test) propuesto por Self y Liang (1987), en donde la hipótesis nula es que la varianza de v es igual a 0.

Finalmente, como un último ejercicio, consideramos en nuestras estimaciones el hecho de que existen varias alternativas de resolución. Los modelos que dan cuenta de este hecho se denominan *competing risks*. La forma de estimación implica estimar modelos paramétricos según sea el estado final de la resolución¹⁴.

¹⁴ Se puede demostrar que estimar cada modelo por separado es equivalente a maximizar la verosimilitud conjunta. Para ello se debe asumir que la probabilidad de obtener una calificación en particular no afecta a las otras probabilidades, es decir, los riesgos son independientes entre sí (Cameron y Trivedi, 2005).

Todas las posibles alternativas descritas anteriormente tienen como propósito capturar de la forma más robusta posible los determinantes de la duración de los proyectos en el sistema. En la medida que se verifica que existen observables y no observables que determinan el periodo del proyecto en el SEIA, es posible encontrar alternativas para mejorar su desempeño. Para ello es necesario discriminar cuál es el mejor modelo para representar los datos.

Respecto a las variables utilizadas (Tabla 8), todas corresponden a información provista por el SEIA. Se puede notar que la distribución geográfica del número de proyectos favorece a la X región, que concentra un 20% del total de iniciativas, seguido por la Región Metropolitana (16%). En contraste, salvo los proyectos interregionales, la XII región es aquella que tiene menos proyectos en el sistema, con sólo un 3%.

Tabla 8: Variables Utilizadas

Variable	Descripción	Media	Desv. Est.
inversion	Monto de inversión del proyecto (MMUS\$)	9,95	55,30
dt_dia	variable = 1 si el proyecto es DIA, 0 en otro caso	0,94	0,23
mes	meses en el sistema	6,78	10,03
ec	variable = 1 si proyecto en calificación, 0 en otro caso	0,08	0,28
nat	variable = 1 si proyecto no admitido, 0 si en calificación	0,53	0,50
a	variable = 1 si proyecto aprobado, 0 si en calificación	0,89	0,32
r	variable = 1 si proyecto rechazado, 0 si en calificación	0,42	0,49
d	variable = 1 si proyecto desistido, 0 si en calificación	0,51	0,50
dr_1	variable = 1 si pertenece a I región, 0 en otro caso	0,04	0,19
dr_2	variable = 1 si pertenece a II región, 0 en otro caso	0,06	0,24
dr_3	variable = 1 si pertenece a III región, 0 en otro caso	0,04	0,19
dr_4	variable = 1 si pertenece a IV región, 0 en otro caso	0,04	0,20
dr_5	variable = 1 si pertenece a V región, 0 en otro caso	0,06	0,24
dr_6	variable = 1 si pertenece a VI región, 0 en otro caso	0,04	0,21
dr_7	variable = 1 si pertenece a VII región, 0 en otro caso	0,07	0,25
dr_8	variable = 1 si pertenece a VIII región, 0 en otro caso	0,10	0,29
dr_9	variable = 1 si pertenece a IX región, 0 en otro caso	0,04	0,20
dr_10	variable = 1 si pertenece a X región, 0 en otro caso	0,20	0,40
dr_11	variable = 1 si pertenece a XI región, 0 en otro caso	0,11	0,31
dr_12	variable = 1 si pertenece a XII región, 0 en otro caso	0,03	0,18
dr_rm	variable = 1 si pertenece a región RM, 0 en otro caso	0,16	0,36
dr_int	variable = 1 si es interregional, 0 en otro caso	0,02	0,14
ds_agro	1 si pertenece a sector agropecuario, 0 en otro caso	0,02	0,14
ds_ener	1 si pertenece a sector energía, 0 en otro caso	0,06	0,23
ds_equi	1 si pertenece a sector equipamiento, 0 en otro caso	0,03	0,17
ds_for	1 si pertenece a sector forestal, 0 en otro caso	0,01	0,08
ds_hid	1 si pertenece a sector hidraulico, 0 en otro caso	0,02	0,14
ds_por	1 si pertenece a sector portuario, 0 en otro caso	0,01	0,10
ds_trans	1 si pertenece a sector transporte, 0 en otro caso	0,04	0,19
ds_fab	1 si pertenece a sector fabril, 0 en otro caso	0,03	0,18
ds_min	1 si pertenece a sector minería, 0 en otro caso	0,08	0,27
ds_pes	1 si pertenece a sector pesca, 0 en otro caso	0,25	0,43
ds_terr	1 si pertenece a sector territorial, 0 en otro caso	0,06	0,24
ds_san	1 si pertenece a sector sanitario, 0 en otro caso	0,22	0,42
ds_viv	1 si pertenece a sector vivienda, 0 en otro caso	0,09	0,28
		N° observaciones	12369

En términos de distribución sectorial, las evaluaciones de proyecto relativas a pesca dan cuenta de 25% del total de iniciativas (más de 3.000 proyectos), lo que se debe principalmente a los proyectos asociados a cuotas de pesca, que resultan significativamente numerosos. Por otra parte, el sector sanitario cubre 22% del total de proyectos, lo que está relacionado en parte con una buena cantidad de iniciativas ingresadas por empresas de todos los sectores, para así ajustarse a los cambios en la normativa ambiental.

Las cifras de número de proyectos contrastan de manera importante con los volúmenes de inversión. Los sectores de minería, energía y vivienda, que concentran un 23% del total de iniciativas, corresponden al 65% de la inversión total en el sistema. La gran asimetría de proyectos hace que sea relevante la

inclusión del mayor nivel de variables posible, para capturar los posibles efectos en las resoluciones y duración de estas.

4. Resolución de los proyectos

Las estimaciones del modelo *multinomial* muestran los efectos marginales para los proyectos resueltos, de entre elegir las alternativas: aprobación, rechazo o desistimiento (Tabla 9). Los efectos marginales se entienden como el efecto de una variación pequeña en la variable independiente sobre la probabilidad de ser resuelto. En el caso de las variables dummy, implica el cambio discreto de 0 a 1 (donde 1 implica que pertenece a dicho grupo).

	Estimaciones Multinomial Logit					
	Aprobados		Desistidos		Rechazados	
Inversión (MM US\$)	0,000	<i>0,000</i>	0,000	<i>0,000</i>	0,000	<i>0,000</i>
Meses	-0,006 ***	<i>0,001</i>	0,004 ***	<i>0,000</i>	0,003 ***	<i>0,000</i>
DIA = 1	0,021	<i>0,018</i>	0,002	<i>0,013</i>	-0,023 *	<i>0,014</i>
Argopecuario	0,018	<i>0,030</i>	-0,020	<i>0,021</i>	0,002	<i>0,022</i>
Energía	0,084 ***	<i>0,016</i>	-0,047 ***	<i>0,013</i>	-0,037 ***	<i>0,009</i>
Equipamiento	0,004	<i>0,025</i>	0,022	<i>0,022</i>	-0,026 **	<i>0,013</i>
Forestal	0,066	<i>0,039</i>	-0,040	<i>0,030</i>	-0,026	<i>0,025</i>
Hidraulica	-0,003	<i>0,031</i>	0,002	<i>0,025</i>	0,001	<i>0,020</i>
Portuaria	0,051	<i>0,037</i>	-0,003	<i>0,035</i>	-0,048 ***	<i>0,014</i>
Transporte	0,068 ***	<i>0,018</i>	-0,032 **	<i>0,015</i>	-0,036 ***	<i>0,010</i>
Fabril	0,013	<i>0,025</i>	-0,017	<i>0,019</i>	0,004	<i>0,018</i>
Minería	0,037 **	<i>0,018</i>	-0,025 *	<i>0,014</i>	-0,012	<i>0,012</i>
Pesca	0,029 *	<i>0,017</i>	-0,046 ***	<i>0,012</i>	0,017	<i>0,013</i>
Territorial	0,053 ***	<i>0,017</i>	-0,017	<i>0,015</i>	-0,035 ***	<i>0,009</i>
Sanitaria	-0,019	<i>0,017</i>	0,018	<i>0,014</i>	0,002	<i>0,011</i>
Vivienda	0,007	<i>0,019</i>	-0,009	<i>0,015</i>	0,002	<i>0,013</i>

Nota 1: Se utilizan variables regionales como controles. Para las variables sectoriales, se utiliza como base el sector definido como "otros" que agrupa principalmente iniciativas de tipo voluntario.

Nota 2: Se presenta el cambio marginal en la media de la variable y la desv. estándar en cursiva. En las variables dicotómicas, se muestra la variación de un cambio de 0 a 1. Significancia estadística al 10% (*), 5% (**) y al 1% (***)

En primer lugar, se puede notar que el volumen de inversión del proyecto no guarda relación significativa con ninguno de los posibles resultados, mientras que, *ceteris paribus*, un proyecto tiene menor probabilidad de rechazo si es DIA, contra un EIA. Por otra parte, el tiempo dentro del sistema es un efecto importante en la probabilidad de salida, reduciendo su potencial de aprobación y aumentando el desistimiento y rechazo, lo que es consistente con la distribución empírica de las resoluciones.

En términos de sectores productivos, algunos sectores tienen importantes efectos positivos en la aprobación. Proyectos de energía, transporte, minería o planificación territorial tienen mayor probabilidad de ser aceptados respecto al caso base, todo lo demás constante. Es posible que esto ocurra porque existe un sesgo público proclive a potenciar ciertas actividades de interés nacional como es el caso de la minería y transporte, y más recientemente de la energía. De hecho, la actual administración de energía (Comisión Nacional de Energía, CNE) ha mencionado explícitamente su atención al proceso del SEIA en los proyectos del sector. En el caso de los instrumentos de planificación territorial este argumento es mucho más explícito.

Para los proyectos desistidos y rechazados, el impacto sectorial es menor, pero consistente con la evidencia anterior. Proyectos de transporte, energía, pesca y el sector portuario tienen menor probabilidad de ser desistidos y/o rechazados respecto a los otros sectores. Dado que las alternativas son complementarias, es natural que pertenecer a estos sectores "favorecidos", no sólo hace más probable su resolución favorable, sino también debe reducir la probabilidad de un desistimiento o rechazo.

Podemos notar que son las características sectoriales tienen mayor incidencia en la probabilidad de resolución, por sobre características comunes como duración en el sistema, monto de inversión y tipo de instrumento utilizado (EIA y DIA). La heterogeneidad percibida puede deberse tanto a la complejidad ambiental de cierto tipo de proyectos, como también a la intencionalidad de favorecer sectores estratégicos para el país.

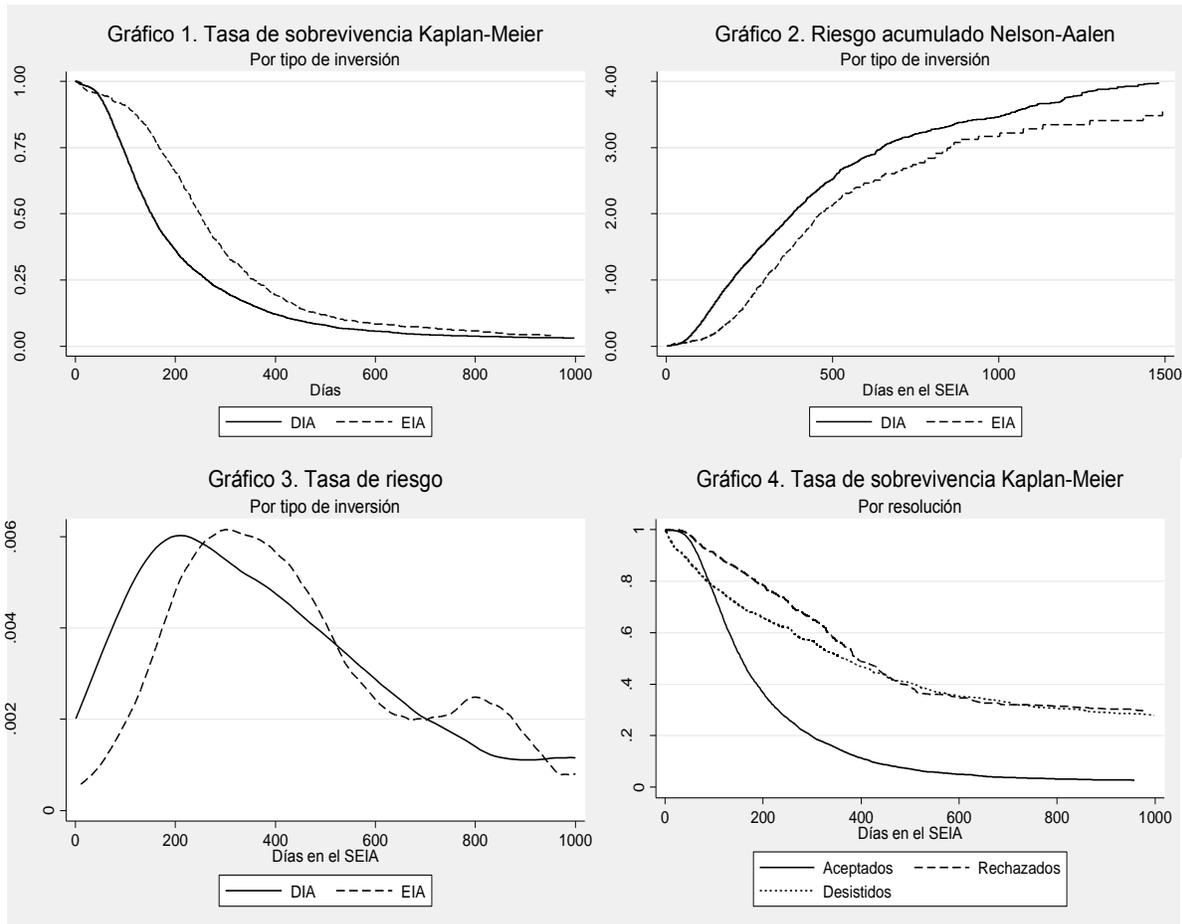
5. Duración del proceso de resolución

En primer lugar se analiza la duración del proceso de calificación de los proyectos viendo el estimador Kaplan-Meier (Gráfico 1) para la función de supervivencia, separando los proyectos con EIA de aquellos con DIA¹⁵. Se puede apreciar que la probabilidad de permanecer en calificación es casi siempre más alta para las inversiones EIA que DIA, lo cual parece lógico, debido a que en el primer caso, los proyectos tienen mayor potencial de impacto en el medio ambiente (por definición) y por lo tanto son tratados de manera distinta.

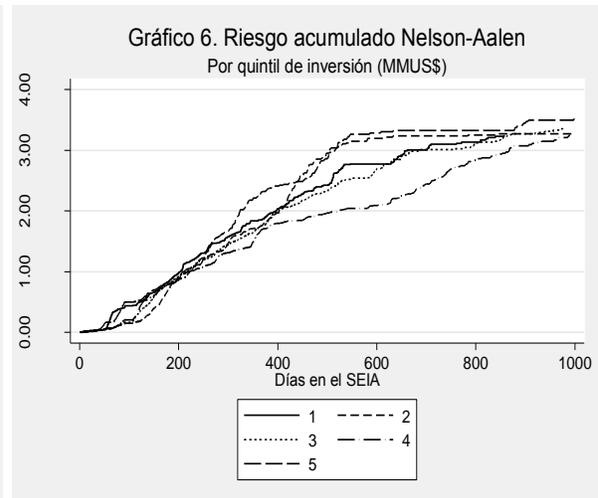
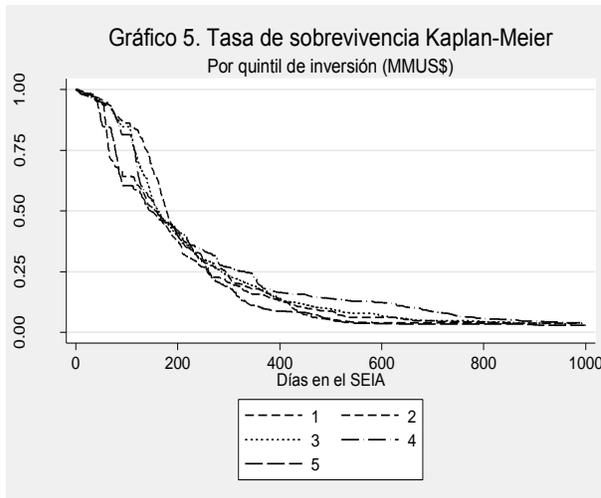
El estimador Nelson-Aalen de la función de riesgo acumulada confirma lo anterior (Gráfico 2). La tasa de riesgo va aumentando a una tasa mayor para los proyectos DIA, aunque ambos tipos lo hacen decrecientemente. Esta no linealidad en el estimador Nelson-Aalen es producto de la forma que toma la tasa

¹⁵ Para las estimaciones eliminamos los proyectos no admitidos a tramitación.

de riesgo estimada para ambos tipos de proyecto (Gráfico 3). Como se puede apreciar, la probabilidad instantánea de salida crece en un primero momento, más rápido para DIA, para luego descender, denotando así una cantidad de observaciones que llevan un período extremadamente largo en calificación.



En el Gráfico 4 se aprecia la tasa de supervivencia por tipo de resolución. Si bien la probabilidad de continuar en el sistema es mayor a los pocos días de empezado el proceso para los que eventualmente serán aceptados, ello cambia aproximadamente a los 3 meses. La gran persistencia que muestra la función de supervivencia para los proyectos rechazados y desistidos es consistente con lo que mostramos en el análisis de resolución de los proyectos (Tabla 9).



Otro factor que pudiera ser determinante en la duración del proceso es el monto de inversión. En el Gráfico 5 se muestran las funciones estimadas de supervivencia por quintil de inversión. Al parecer no hay mayores diferencias en la probabilidad de seguir en calificación según sea el monto involucrado del proyecto. El estimador Nelson-Aalen (Gráfico 6) muestra que el crecimiento de la tasa de riesgo sería mayor para los proyectos pertenecientes al último quintil de inversión, aunque esta diferencia es notoria sólo cuando los proyectos llevan aproximadamente un año en calificación.

Cabe destacar que el resultado anterior puede ser reflejo de que los proyectos que implican mayores montos de inversión son, en su mayoría, EIA. Para descartar aquello, realizamos los análisis paramétricos multivariados. En la Tabla 10 presentamos estos resultados. En el caso de los modelos de riesgo proporcional los coeficientes estimados los mostramos como *hazard ratio*: $\lambda(t/x) / \lambda_0(t, \alpha) = \phi(x, \beta) = \exp(x' \beta)$. Luego, para una variable dicotómica, el impacto desde 0 a 1 es igual a $\exp(x' \beta) - 1$, que mide el impacto relativo al riesgo base (Cameron y Trivedi, 2005).

En el caso de los modelos de falla acelerada, se muestra simplemente las estimaciones para β . Adicionalmente, mostramos la *log-likelihood* para cada modelo¹⁶. Como se aprecia, el mejor ajuste a los datos lo logran los modelos de falla acelerada (log-logística y log-normal). Además, las funciones de riesgo estimadas de estos modelos paramétricos se asemejan más al estimador Kaplan-Meier (ver en Anexo).

¹⁶ La *log-likelihood* del modelo de Cox no es comparable con la de los otros modelos, dado que éste es un modelo parcial que no da cuenta de la forma funcional del riesgo base.

Tabla 10. Modelos Paramétricos

	Cox		Exponencial		Weibull		Log-Logística		Log Normal	
Inversión (MMUS\$)	1,001 **	0,000	1,001 **	0,000	1,001 **	0,000	-0,001 **	0,000	-0,001 **	0,000
DIA	1,776 **	0,083	1,621 **	0,075	1,688 **	0,079	-0,545 **	0,034	-0,513 **	0,040
Agropecuaria	0,825 *	0,071	0,856	0,074	0,845	0,073	0,178 **	0,064	0,193 **	0,074
Energía	1,106	0,066	1,161 *	0,069	1,186 **	0,070	-0,067	0,044	-0,084	0,051
Equipamiento	0,812 **	0,059	0,665 **	0,048	0,619 **	0,045	-0,006	0,057	0,070	0,063
Forestal	1,077	0,147	1,121	0,153	1,145	-0,156	-0,029	0,099	-0,003	0,118
Hidráulica	0,737 **	0,065	0,711 **	0,063	0,684 **	0,060	0,170 *	0,067	0,144	0,075
Portuaria	0,745 *	0,092	0,786	0,097	0,776 *	0,096	0,205 *	0,093	0,234 *	0,105
Transporte	1,009	-0,066	0,905	0,059	0,872 *	0,057	-0,053	0,050	-0,039	0,057
Instalaciones fabriles	0,941	-0,068	0,904	0,066	0,888	0,065	0,059	0,054	0,067	0,062
Minería	0,978	-0,054	0,931	0,051	0,919	0,050	0,021	0,041	0,033	0,047
Pesca	0,718 **	0,036	0,767 **	0,038	0,750 **	0,037	0,282 **	0,038	0,300 **	0,043
Planificación territorial	0,711 **	0,042	0,681 **	0,040	0,648 **	0,038	0,228 **	0,045	0,244 **	0,051
Saneamiento	0,867 **	0,040	0,843 **	0,039	0,821 **	0,038	0,110 **	0,035	0,109 **	0,040
Vivienda	0,816 **	0,045	0,797 **	0,043	0,770 **	0,042	0,112 **	0,042	0,142 **	0,047
Log-Likelihood			-13405,321		-13350,779		-11768,855		-12357,246	

Nota: se presentan los parámetros estimados y sus desviaciones estándar (en los modelos Cox, Exponencial, Weibull y Gompertz se presentan los hazard ratios) . * Indica significancia al 10% y ** al 5%.

Todos los modelos señalan que existiría un efecto significativo sobre la tasa de riesgo por el hecho de ser calificado como DIA o EIA. El modelo de Cox indica que los proyectos DIA aumentan la probabilidad de salida en 77% (respecto a los EIA), mientras que los otros modelos fluctúan entre 54% y 70% (recordemos que los parámetros estimados de Cox son consistentes ante una mala especificación del riesgo base). Por otro lado, todos los modelos indican un impacto significativo y positivo sobre la probabilidad de obtener una resolución del tamaño de la inversión.

Respecto al desempeño sectorial, es altamente posible que los efectos encontrados se deban a las características típicas del proyecto. En algunos casos, como pesca, planificación territorial, vivienda y saneamiento, la estandarización de la metodología de evaluación, la baja heterogeneidad entre proyectos de un mismo tipo y la frecuencia de iniciativas, hacen mucho más expedita la evaluación, aumentando de manera significativa las resoluciones respecto a otros sectores¹⁷.

En las Tablas 11 y 12 se muestran los resultados para los modelos mixtures para reconocer la existencia de heterogeneidad no observada. Cabe destacar que en todos los modelos (exceptuando Gompertz) el estadístico para la hipótesis nula

¹⁷ Recordar que el sector base es el denominado "Otros" que involucra proyectos de diversa índole, debido a que son casi en su totalidad de ingreso voluntario.

de que la varianza de ν es 0 se rechaza fuertemente. Además estos modelos presentan un mejor ajuste respecto de los modelos base, lo cual es indicativo de que la heterogeneidad no observada es algo presente en los datos y es necesario dar cuenta de ella.

Nuevamente, los coeficientes correspondientes a la inversión asociada al proyecto son significativos y apuntan a una relación positiva entre esta variable y la tasa de riesgo. En ambos casos – donde la función de densidad de la heterogeneidad no observada se modela como una inversa Gaussiana y Gamma – los coeficientes estimados fueron prácticamente iguales, lo que implica que el no controlar por heterogeneidad no observada no causaba ningún efecto de importancia en el impacto de la inversión en la duración. Por su parte, al ver la variable DIA, los parámetros indican que cuando especificamos una distribución para la heterogeneidad no observada el impacto sobre la duración de esta variable es mayor.

La estimación del modelo *competing risks* revela grandes diferencias de los determinantes de la duración del proceso según sea el resultado del proceso de calificación (Tablas 13, 14 y 15). En todas las especificaciones¹⁸ la inversión y el tipo de proyecto (DIA o EIA) sólo afectarían a la duración del proceso en el caso de aquellos aceptados. En cambio, en el caso de las iniciativas rechazadas, el proceso no parece guiarse por ningún parámetro relevante.

Por otro lado, el hecho de ser DIA o EIA sólo tiene injerencia en los proyectos aceptados. Nuevamente, destacamos que el introducir heterogeneidad corrige al alza el impacto de esta variable sobre la cantidad de días en el SEIA.

Finalmente, a modo ilustrativo, en las Tablas 16 y 17 mostramos la predicción de la estimación sobre las medianas por el modelo que proporciona el mejor ajuste: mixture de log-logística con gamma¹⁹. En total, la mediana predicha de la duración del proceso de calificación para los proyectos DIA es de 160 días, mientras que los EIA de 249 días. Para el primer caso, los sectores de Energía, Equipamiento y Forestal son los que menor mediana poseen. El sector Pesquero, a su vez, es aquél que mayores tiempos de resolución se predicen. En el caso de los con EIA, Forestal y Energía siguen teniendo los menores tiempos, pero ahora le siguen los calificados como Otros.

En la Tabla 17 mostramos las predicciones a nivel regional. Ahí podemos comprobar que, por lejos, los tiempos de duración de mayor magnitud corresponden a la Región de Aysén, tanto para proyectos DIA como para EIA.

¹⁸ Nuevamente la función Log-Logística presenta el mejor ajuste. Las estimaciones con las funciones exponencial, Weibull y log-normal no se reportan, pero están disponibles vía petición a los autores.

¹⁹ Los números presentados corresponden al promedio de las medianas predichas según los grupos que se señalan en cada tabla respectiva.

Por su parte, la región de Tarapacá, también para ambos tipos de estudios, tiene los menores tiempos de resolución predicha.

6. Conclusiones

En el presente estudio presentamos evidencia sobre algunas variables relevantes que influyen en el resultado de resoluciones de los proyectos y la duración de éstas. Si bien los resultados encontrados no constituyen una evaluación de desempeño del SEIA, permite identificar indicadores generales sobre posibles aspectos a mejorar en el sistema.

Una conclusión importante que se desprende del análisis descriptivo es la existencia de ineficiencia conjunta del proceso, ya por parte del agente que ingresa el proyecto y la autoridad evaluadora, lo cual se deriva en tiempos de calificación por sobre lo que se estima una meta objetiva consistente con la disposición legal (120 y 240 días según instrumento).

Desde la perspectiva del fiscalizador, la cantidad de recursos, en especial el recurso humano, es la variable clave para mejorar la gestión de los procesos, sin embargo, una normalización y estandarización de criterios también implica una mejora significativa en el proceso. Como se mostró anteriormente, proyectos donde el criterio y la forma, en la evaluación, es más homogénea, tienden a procesarse de manera más expedita.

Respecto del agente, es claro que la calidad del proyecto presentado es clave, en dicho sentido, la autoridad debería rigidizar los criterios de rechazo de manera que no se inviertan recursos en analizar un proyecto exhaustivamente para posteriormente llevar a su rechazo. Además el significativo número de proyectos no admitidos a tramitación reflejan la despreocupación de los agentes al momento de cumplir los requisitos básicos en la presentación de los proyectos. Una medida positiva para mejorar la gestión puede ir de la mano de un reglamento o "manual de presentación" que permita a los agentes entender mejor el proceso y presentar iniciativas de manera más acorde a lo requerido.

También se comprobó que, controlando por una serie de variables, los proyectos que llevan más tiempo en el SEIA tienen, a todo evento, menor probabilidad de ser aceptados, en tanto que su probabilidad de rechazo o desistimiento aumenta. Además se encontró evidencia estadística sobre un mejor desempeño relativo de ciertos sectores productivos, en términos de probabilidad de resolución, lo cual puede deberse a una especialización y estandarización de los procesos evaluativos, debido a ventajas en la medición de los impactos ambientales o, a la experiencia profesional de los evaluadores.

En relación con el análisis de la duración de los procesos de evaluación, se comprobó que la probabilidad instantánea de resolución es creciente en un primer tramo, pero luego decreciente una vez transcurrido alrededor de 200 días en estado de calificación, denotando de esta forma una cantidad no despreciable de proyectos que permanecen en el sistema períodos extremadamente largos. Este patrón es similar tanto en las inversiones en DIA y en EIA. No obstante, el hecho de calificarse como DIA aumenta la probabilidad de salida más de 70% en promedio. La inversión también es un determinante en la permanencia en el sistema.

Por otro lado, la duración del proceso de aquellos proyectos que eventualmente serán rechazados no parece guiarse por ninguna variable relevante, a saber, si acaso son del tipo DIA o EIA o el monto de inversión involucrado. Si tomamos el supuesto (razonable) de que los proyectos rechazados constituyen inversiones que generan impacto ambiental, entonces deberían ser sacados rápidamente del sistema, de manera de agilizar aquellos que eventualmente serán aceptados, y materializar su inversión lo más rápido posible. En otras palabras, debería detectarse rápidamente la falla, en vez de tratar de corregir los proyectos dentro del sistema, utilizando adendas.

7. Referencias

1. Cameron, C. y Trivedi, P. (2005): "Microeconometrics: Methods and Applications" *Cambridge University Press*
2. Cox D. R. (1972): "Regression Models and Life Tables (with Discussion)", *Journal of the Royal Statistical Theory, B*, 24, 406-424.
3. Cox D. R. (1975): "Partial Likelihood", *Biometrika*, 62, 269-276
4. Self, S. y Liang, K. (1987): "Asymptotic properties of maximum likelihood estimators and likelihood-ratio tests under nonstandard conditions" *Journal of the American Statistical Association*, Nº 82.
5. Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, CONAMA. www.seia.cl

8. Anexos

Gráfico 7. Tasa de riesgo (Exponencial)

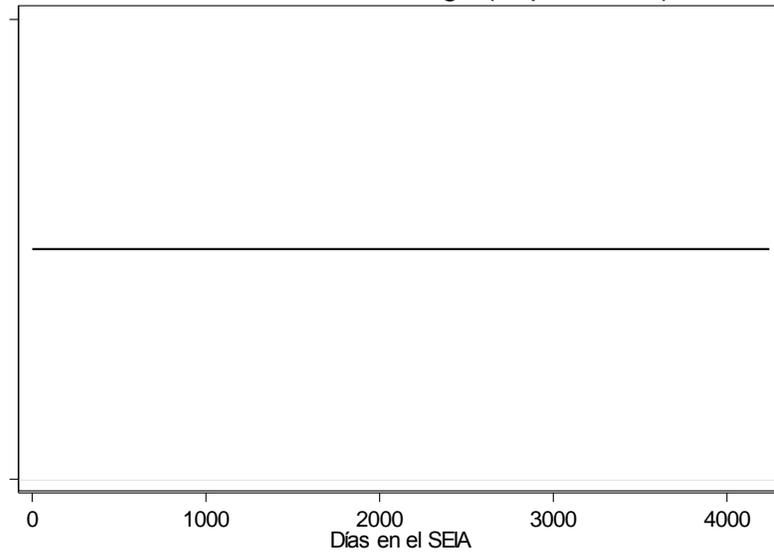


Gráfico 8. Tasa de riesgo (Weibull)

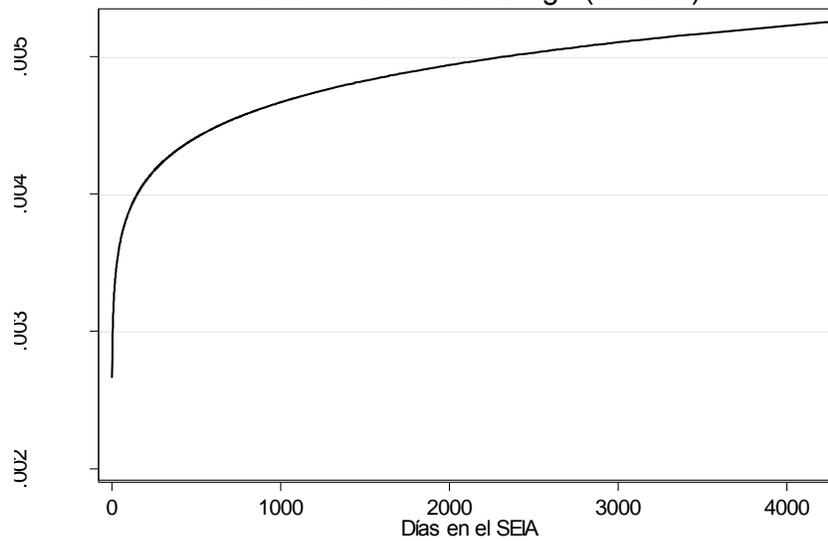


Gráfico 9. Tasa de riesgo (Log-Logística)

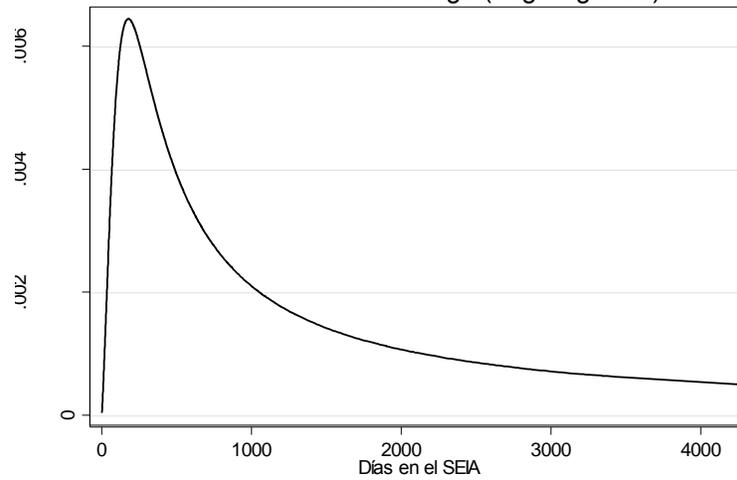


Gráfico 10. Tasa de riesgo (Log-Normal)

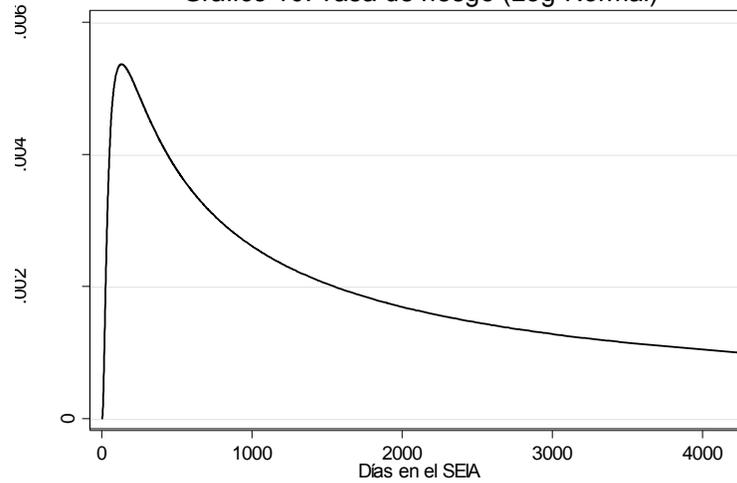


Tabla 11. Modelos Mixtures (Gamma)

	Exponencial		Weibull		Log-Logística		Log Normal	
Inversión (MMUS\$)	1,001 **	0,000	1,002 **	0,000	-0,001 **	0,000	-0,001 **	0,000
DIA	1,637 **	0,083	3,499 **	0,280	-0,562 **	0,033	-0,525 **	0,039
Agropecuaria	0,860	0,081	0,662 **	0,096	0,185 **	0,063	0,200 **	0,073
Energía	1,112	0,072	1,160	0,114	-0,062	0,043	-0,076	0,050
Equipamiento	0,798 **	0,066	1,040	0,133	-0,042	0,056	0,006	0,063
Forestal	1,076	0,159	1,051	0,233	-0,021	0,096	0,012	0,115
Hidráulica	0,755 **	0,074	0,696 *	0,106	0,148 *	0,066	0,108	0,074
Portuaria	0,780	0,105	0,636 *	0,134	0,194 *	0,091	0,226 *	0,103
Transporte	1,015	0,074	1,131	0,128	-0,058	0,049	-0,058	0,056
Instalaciones fabriles	0,944	0,075	0,865	0,105	0,064	0,052	0,063	0,061
Minería	0,970	0,058	0,950	0,087	0,021	0,040	0,027	0,046
Pesca	0,765 **	0,042	0,528 **	0,045	0,284 **	0,037	0,305 **	0,042
Planificación territorial	0,736 **	0,048	0,604 **	0,061	0,214 **	0,044	0,218 **	0,050
Saneamiento	0,883 *	0,045	0,781 **	0,062	0,109 **	0,034	0,098 *	0,039
Vivienda	0,850 **	0,051	0,783 **	0,074	0,102 *	0,041	0,126 **	0,047
Log-Likelihood	-13214,456		-11758,407		-11708,587		-12299,768	
LR test	381,73**		3184,74**		120,54**		114,96**	

Nota: se presentan los parámetros estimados y sus desviaciones estándar (en los modelos Exponencial y Weibull se presentan los hazard ratios) . * Indica significancia al 10% y ** al 5%.

Tabla 12. Modelos Mixtures (Inversa Gaussiana)

	Exponencial		Weibull		Log-Logística		Log Normal	
Inversión (MMUS\$)	1,001 **	0,000	1,001 **	0,000	-0,001 **	0,000	-0,001 **	0,000
DIA	1,630 **	0,081	2,187 **	0,140	-0,560 **	0,033	-0,522 **	0,040
Agropecuaria	0,857	0,080	0,771 *	0,090	0,185 **	0,063	0,199 **	0,073
Energía	1,125	0,071	1,192 *	0,096	-0,063	0,043	-0,078	0,050
Equipamiento	0,753 **	0,060	0,656 **	0,065	-0,038	0,056	0,022	0,063
Forestal	1,086	0,158	1,115	0,207	-0,021	0,096	0,009	0,116
Hidráulica	0,742 **	0,070	0,651 **	0,077	0,150 *	0,066	0,117	0,074
Portuaria	0,781	0,103	0,698 *	0,117	0,195 *	0,092	0,228 *	0,104
Transporte	0,981	0,070	0,942	0,084	-0,057	0,049	-0,053	0,057
Instalaciones fabriles	0,931	0,073	0,873	0,086	0,064	0,053	0,064	0,062
Minería	0,957	0,056	0,918	0,068	0,022	0,040	0,029	0,047
Pesca	0,766 **	0,041	0,651 **	0,044	0,284 **	0,037	0,304 **	0,043
Planificación territorial	0,719 **	0,046	0,601 **	0,048	0,216 **	0,044	0,224 **	0,050
Saneamiento	0,871 **	0,043	0,795 **	0,050	0,109 **	0,034	0,101 *	0,040
Vivienda	0,833 **	0,049	0,747 **	0,055	0,103 *	0,041	0,130 **	0,047
Log-Likelihood	-13264,837		-12587,699		-11716,326		-12314,793	
LR Test	280,97**		1526,16**		105,06**		84,91**	

Nota: se presentan los parámetros estimados y sus desviaciones estándar (en los modelos Exponencial y Weibull se presentan los hazard ratios) . * Indica significancia al 10% y ** al 5%.

Tabla 13. Modelo Competing Risks (Cox)

	Aceptado		Rechazado		Desistido	
Inversión (MMUS\$)	1,001 **	0,000	1,001	0,001	1,001	0,000
DIA	1,955 **	0,052	0,926	0,173	1,042	0,131
Agropecuaria	0,769 **	0,095	0,954	0,360	0,943	0,256
Energía	1,071	0,064	0,649	0,329	0,887	0,201
Equipamiento	0,980	0,081	0,596	0,348	0,962	0,186
Forestal	1,088	0,146	0,807	0,730	0,732	0,464
Hidráulica	0,750 **	0,098	0,519 *	0,335	0,735	0,240
Portuaria	0,682 **	0,133	0,154	1,015	0,841	0,354
Transporte	1,021	0,071	0,604	0,345	0,953	0,206
Instalaciones fabriles	0,920	0,080	1,174	0,284	0,958	0,216
Minería	0,939	0,060	1,024	0,237	0,943	0,167
Pesca	0,723 **	0,055	1,067	0,183	0,723 *	0,147
Planificación territorial	0,703 **	0,064	0,402 **	0,281	0,730	0,173
Saneamiento	0,857 **	0,052	1,185	0,184	1,111	0,129
Vivienda	0,837 **	0,061	1,122	0,210	0,946	0,156
rint	1,400 **	0,091	1,315	0,414	1,526	0,265

Nota: se presentan los parámetros estimados y sus desviaciones estándar. * Indica significancia al 10% y ** al 5%.

Tabla 14. Modelo Competing risks (Log-Logística)

	Aceptado		Rechazado		Desistido	
Inversión (MMUS\$)	-0,001 **	0,000	-0,001	0,001	-0,001	0,001
DIA	-0,600 **	0,033	0,141	0,161	0,044	0,204
Agropecuaria	0,209 **	0,062	0,029	0,317	0,020	0,362
Energía	-0,052	0,041	0,318	0,271	0,089	0,284
Equipamiento	-0,059	0,055	0,849 *	0,347	-0,101	0,303
Forestal	-0,072	0,094	0,161	0,587	0,497	0,629
Hidráulica	0,161 *	0,065	0,679 *	0,304	0,297	0,354
Portuaria	0,252 **	0,088	1,736 *	0,799	0,191	0,497
Transporte	-0,056	0,048	0,391	0,336	-0,221	0,320
Instalaciones fabriles	0,088	0,052	-0,202	0,258	-0,039	0,314
Minería	0,047	0,039	-0,025	0,212	-0,011	0,244
Pesca	0,230 **	0,037	0,000	0,170	0,430 *	0,216
Planificación territorial	0,224 **	0,043	0,940 **	0,259	0,386	0,253
Saneamiento	0,132 **	0,034	-0,216	0,167	-0,183	0,190
Vivienda	0,095 *	0,041	-0,170	0,191	0,019	0,231
Log Likelihood	-12834,3175					

Nota: se presentan los parámetros estimados y sus desviaciones estándar. * Indica significancia al 10% y ** al 5%.

Tabla 15 . Modelo Competing Risks (Log-Logística con heterogeneidad no observada Gamma)

	Aceptado		Rechazado		Desistido	
Inversión (MMUS\$)	-0,001 **	0,000	-0,001	0,001	-0,001	0,001
DIA	-0,639 **	0,030	-0,016	0,141	0,080	0,208
Agropecuaria	0,217	0,059	-0,002	0,268	-0,016	0,361
Energía	-0,047	0,039	0,225	0,234	0,087	0,283
Equipamiento	-0,072	0,052	0,553	0,361	-0,173	0,312
Forestal	-0,066	0,088	-0,027	0,514	0,503	0,617
Hidráulica	0,132 *	0,061	0,634 *	0,264	0,243	0,356
Portuaria	0,226 **	0,085	1,561 *	0,669	0,166	0,493
Transporte	-0,062	0,046	-0,030	0,284	-0,300	0,324
Instalaciones fabriles	0,110 *	0,048	-0,374	0,232	-0,064	0,315
Minería	0,044	0,037	-0,199	0,189	-0,045	0,244
Pesca	0,224 **	0,035	0,104	0,157	0,415	0,216
Planificación territorial	0,198	0,042	0,537 *	0,232	0,349	0,254
Saneamiento	0,138 **	0,032	-0,330 *	0,148	-0,191	0,190
Vivienda	0,091 *	0,039	-0,238	0,170	0,001	0,231
Log - Likelihood	-12607,8349					

Nota: se presentan los parámetros estimados y sus desviaciones estándar. * Indica significancia al 10% y ** al 5%.

Tabla 16. Predicciones modelo paramétricos por tipo de proyecto (log-logística con heterogeneidad no observada tipo gamma)

Tipo de proyecto	DIA	EIA	Total
Agropecuario	170 [23]	287 [50]	173 [29]
Energía	125 [18]	219 [29]	147 [45]
Equipamiento	132 [22]	265 [32]	135 [28]
Forestal	127 [17]	218 [24]	145 [41]
Infra. Hidraulica	163 [23]	298 [43]	171 [40]
Infra. Portuaria	165 [20]	265 [40]	183 [45]
Infra. Transporte	132 [17]	245 [35]	138 [31]
Instalaciones Fabriles	152 [18]	251 [32]	159 [33]
Minería	134 [23]	239 [42]	147 [43]
Otros	134 [20]	231 [32]	141 [32]
Pesca	195 [24]	343 [21]	196 [25]
Planif. Territorial	173 [24]	311 [40]	176 [30]
Saneamiento	152 [21]	268 [39]	158 [35]
Vivienda	154 [22]	292 [43]	159 [33]
Total	160 [33]	249 [45]	165 [39]

Nota: Por el tipo de proyecto se presentan las medianas predichas y las desviaciones estándar en paréntesis.

**Tabla 17. Predicciones modelo paramétricos por región
(log-logística con heterogeneidad no observada tipo
gamma)**

Región	DIA	EIA	Total
Primera	118 [13]	196 [13]	123 [23]
Segunda	131 [12]	224 [14]	148 [37]
Tercera	118 [15]	194 [14]	125 [26]
Cuarta	191 [22]	321 [22]	202 [43]
Quinta	175 [18]	293 [28]	186 [40]
Sexta	157 [12]	259 [22]	161 [24]
Séptima	127 [9]	214 [21]	129 [17]
Octava	130 [14]	222 [21]	136 [27]
Novena	136 [15]	221 [23]	141 [25]
Décima	176 [19]	279 [36]	178 [24]
Undécima	212 [17]	318 [38]	213 [20]
Duodécima	128 [17]	201 [16]	133 [25]
RM	165 [14]	283 [22]	172 [30]
Interregional	136 [13]	232 [15]	149 [35]
Total	160 [33]	249 [45]	165 [39]

Nota: Por región se presentan las medianas predichas y las desviaciones estándar en paréntesis.