



**UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

INGENIERÍA CIVIL EN MINAS

**“ESTUDIO DE PERSPECTIVAS SOBRE LAS COMPONENTES SOCIAL E
INDUSTRIAL Y LA IMPOTANCIA DE CRITERIOS ASOCIADOS A ESTAS EN
LA TOMA DE DECISIONES ESTRATEGICAS EN LA INDUSTRIA MINERA
NACIONAL, BASADO EN LA METODOLOGIA ANALYTIC NETWORK
PROCESS.”**

FELIPE IGNACIO ZELADA ARANCIBIA

PROFESOR GUÍA: ALEXIS OLMEDO

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL EN MINAS**

**SANTIAGO – CHILE
MARZO, 2018**



FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL EN MINAS
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD Y PROPIEDAD

Yo, **Felipe Ignacio Zelada Arancibia**, declaro que este documento no incorpora material de otros autores sin identificar debidamente la fuente.

Santiago, _ Marzo de 2018

Firma del alumno

*A mi novia Valentina que, sin su apoyo incondicional y paciencia, no podría
haber recorrido este camino*

A mis hijos, por ser la luz que me motiva a ser mejor cada día.

*A mi padre, por marcar mi vida con su herencia de valores, amor, superación,
comprensión y nunca dejar de ser mi héroe favorito,*

*A mi madre, por su profunda dedicación, ternura y apoyo incondicional en este
proceso*

A mis hermanos por ser el combustible emocional cuando más lo necesite,

“ESTUDIO DE PERSPECTIVAS SOBRE LAS COMPONENTES SOCIAL E INDUSTRIAL Y LA IMPOTANCIA DE CRITERIOS ASOCIADOS A ESTAS EN LA TOMA DE DECISIONES EN LA INDUSTRIA MINERA NACIONAL, BASADO EN LA METODOLOGIA ANALYTIC NETWORK PROCESS.”

“STUDY OF PERSPECTIVES ON THE SOCIAL AND INDUSTRIAL COMPONENTS AND THE IMPOTENCE OF CRITERIA ASSOCIATED WITH THESE IN THE DECISION MAKING IN THE NATIONAL MINING INDUSTRY, BASED ON THE ANALYTIC METHODOLOGY NETWORK PROCESS.”

FELIPE ZELADA.

ALEXIS OLMEDO.

Postulando al título de Ingeniero Civil en minas,

RESUMEN: Este estudio establece un análisis desde la perspectiva de la industria minera nacional y la comunidad que ha sido afectada por esta, considerando una evaluación donde se consultó a ambas partes bajo la utilización de “Analytic Network Process”, esta metodología tiene la particularidad de transformar criterios cualitativos a cuantitativos mediante lo cual es posible obtener una ponderación de los elementos y criterios a considerar. A través de metodología se procesó la información para la obtención de los criterios con mayor importancia y así se determinó una guía de criterios que es necesario considerar en la toma de decisiones bajo los elementos Político-Legal, Económico, Ecológico, Social y Tecnológico, es decir el análisis PESTEL.

PALABRAS CLAVE: Proceso analítico en redes (ANP), Anlisis Pestel, AHP.

ABSTRACT: This study establishes an analysis from the perspective of the national mining industry and the community that has been affected by it, considering an evaluation where both parties were consulted using the "Analytic Network Process", this methodology has the particularity of transforming criteria qualitative to quantitative through which it is possible to obtain a weighting of the elements and criteria to be considered. Through methodology the information was processed to obtain the criteria with greater importance and thus a guide of criteria was determined that is necessary to consider in the decision making under the Political-Legal, Economic, Ecological, Social and Technological elements, it is say the PESTEL analysis.

KEYWORDS: Analitic Network Process, Analytic PESTEL, Grupos encuestados.

1. Introduction

La minería ha sido sinónimo de desarrollo por muchos años estando estrechamente relacionada tanto con la

actividad industrial y el progreso en la evolución del ser humano, desde proporcionar materias primas para armas para la supervivencia de nuestros antepasados hasta piezas claves en la

acelerada industria tecnológica en que vivimos en la actualidad. Indudablemente el desarrollo del negocio minero conlleva un deterioro en el ecosistema que lo rodea, no solamente desde un punto de vista ambiental, sino también, social, económico, demográfico entre otros. A nivel país, la industria extractiva minera es una de las actividades económicas más importantes de Chile, debido a que es el principal productor de cobre en el mundo, alcanzando en el año 2016 una producción anual de 30% con 5,76 millones de TM. Esto se ve reflejado en los informes anuales que presenta “FRASER INSTITUTE ANNUAL”, el cual genera un índice de atracción a la inversión, posicionando a Chile en el onceavo lugar del ranking (Jackson & Green, 2015), siendo el mejor posicionado en el cono sur. La industria minera tiene como característica desarrollar proyectos de gran envergadura, con altas inversiones y con una vida útil definida debido a que se extrae un recurso natural no renovable. Sin embargo, esta industria ha evolucionado positivamente en su desarrollo apuntando no solamente a una retribución económica, sino que hoy en día ha incorporado una mirada transversal la cual contempla no solo **un aporte** económico a un sector, sino también afectar en forma marginal los ecosistemas que se sitúan próximos a esta actividad contribuyendo así a una buena relación empresa - comunidad. El desarrollo minero, además de contribuir de manera positiva al país por su importante aporte, ejemplo de esto es el PIB que en el año 2017 alcanzó un 9% al aporte del PIB país, como los ingresos

fiscales y generación de empleos, por otro lado, ha generado significativos impactos negativos, que han afectado a los stakeholders próximos a estas faenas y de esta manera en el bienestar de las comunidades que habitan en las zonas en que se realizan las operaciones, antecedente de esto es el informe “Mapa de conflictos socio ambientales en Chile”, elaborado por el Instituto Nacional de Derechos Humanos, donde expone un mapa que permite visualizar gráficamente en qué parte del territorio se ubican los 97 conflictos socio ambientales identificados por el INDH desde una perspectiva de derechos humanos, que han tenido lugar entre enero de 2010 y junio de 2012. Este informe expone entre muchos, los casos más emblemáticos de proyectos tanto exitosos como fallidos, algunos que han quedado en la retina por su carácter violento tanto para el medio ambiente, daños al patrimonio, comunidades y derechos humanos. Algunos de los casos de mayor impacto que se presentan en el registro son:

- Contaminación de la bahía de Chañaral, 1990.
Involucrado: CODELCO Chile - División Salvador
Problema: Descarga de relave al río Salado desembocando en la bahía.
- Pascua Lama, 1996.
Involucrado: Barrick Gold Corporation
Problema: Remoción de glaciares producto explotación a cielo abierto.
- Proyecto minero Cerro Casale, 2001.
Involucrado: Barrick Gold

Corporation

Problema:

- Parques nacionales.
- 69 sitios arqueológicos afectados.
- Relaves de cianuro.

- Tranque de relaves El Mauro, 2003.

Involucrado: Minera Los Pelambres

Problema:

- Contaminación agua río Choapa, estero Pupío.
- Derrame de relave contaminando humedales.
- Destrucción de sitios arqueológicos y contaminación de agua.

Es por esto que hoy en día la minería no solamente contempla capturar el valor de grandes reservas minerales y maximizar las utilidades a los inversionistas o como el caso de Codelco, para el país, hoy la minería engloba una serie de aristas que componen un negocio orientado a una visión muy diferentes de lo que fue, incorporando variables críticas desde el punto de vista social, ambiental, económico, legal y político que pueden significar tanto el éxito como el fracaso del desarrollo de un proyecto.

Las nuevas medidas legales que se han implementado generaron repercusiones como: multas, cambio en los procesos productivos, detención de proyectos y una gran inestabilidad e incertidumbre para inversionistas que contribuyen a la economía del país, esto sumado a la situación que se encuentra la industria minera a nivel global hace una mezcla desfavorable a la hora de evaluar posibles inversiones en esta industria. Lo anterior ha obligado a las empresas a implementar

planes de contingencia, cambios en sus estrategias enfocadas en redefinir su misión, su visión hacia el desarrollo sustentable, además mantenerse competitivo y rentable en el negocio, incorporando medidas viables medioambientales y sociales como estrategias para desarrollarse de manera eficiente en el futuro, y de esta manera no verse afectados por externalidades del macroentorno. La paralización, rechazo o aprobación de los proyectos no es más que una muestra clara de un compromiso fehaciente del estado de Chile por incorporar una evaluación de proyectos mineros conforme un estándar internacional, acudiendo a diferentes herramientas tales como nuevas normativas para el cierre de minas, evaluación de impacto ambiental, el tratado de la OIT, entre otros. Estos últimos han pasado a ser instrumentos fundamentales para el desarrollo sostenido de la industria minera en el país, sin embargo, por otro lado, ha creado un ambiente hostil para los inversionistas en consideración al escenario en el cual se encuentran los precios de los commodities.

A partir de lo mencionado anteriormente, el modelo presentado en este trabajo buscara una vez identificados los factores más influyentes en la toma de decisiones, realizar una estrategia de toma de estas en función de la planificación estrategia de la empresa. Analytic network process, es una herramienta útil para la predicción y para representar a una variedad de competidores con sus interacciones supuesta y sus fuerzas relativas para ejercer influencia en la toma de una decisión (Saaty, 1999), incorporando en el estudio perspectivas del análisis

PESTEL del macroentorno, el cual considera aspectos Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos Ecológicos y Legales.

Por lo tanto, el enfoque del actual trabajo es exponer un modelo de toma de decisiones considerando todas las variables que cada vez hacen más sensibles el desarrollo de proyecto de la industria minera local.

El diseño de decisiones estratégicas requiere de una responsabilidad mayor debido a que son medidas que se deben mantener vigentes a largo plazo, es por esto, que es fundamental contribuir de manera detallada hacia el estudio de los factores que inciden en las decisiones de las empresas y en el desarrollo productivo de estas, que traerá crecimiento al país, como así mismo a las organizaciones que se desarrollan en el rubro minero, para que sigan siendo competitivas y atractivas a través de los años.

Para desarrollar la metodología que permitirá interrelacionar los factores influyentes en la minería, se utilizará un sistema de toma de decisiones que mediante la metodología Analytic Network Process de Thomas Saaty, se determinará la ponderación de los aspectos del análisis PESTEL donde finalmente se obtendrá un ranking representativo de la recopilación de información. Posteriormente se realiza un proceso de recopilación de información a través de encuestas a expertos relacionados directamente con la industria minera de diferentes empresas y con distintos grados de experiencia laboral, cargos y motivaciones. Estos antecedentes otorgarán la base para definir los inputs

del desarrollo de modelo ANP y extraer la información clave para realizar las conclusiones correspondientes para la toma de decisiones estratégicas en minería chilena.

Esta metodología desarrollada por Thomas Saaty, es el eje central mediante el cual se asignará un ponderador representativo a los aspectos recabados por el análisis PESTEL, de esta manera se evaluarán las principales componentes en base a una serie de entrevistas, mencionadas anteriormente, a personas insertas en el rubro minero añadiendo una visión apegada al ámbito corporativo de manera de desenmarañar los puntos críticos en la gestión y la evaluación de proyectos mineros.

En virtud de lo anterior, es posible rescatar que el objetivo de investigación y el planteamiento del problema se orientan a la necesidad de evaluar correctamente las variables involucradas en la toma de decisión estratégica y de esta forma determinar la importancia que tendrá cada ponderador y su influencia en la evaluación de proyectos, de este modo establecer la incidencia que tendrán una vez tomada la decisión y ejecutado el proyecto.

Entonces este estudio busca resolver la siguiente incógnita: ¿Es posible situar esta idea de investigación y convertirla en una solución a través de este trabajo? La reflexión que invitamos a tomar es hacia la utilización de la herramienta ANP para la solución de la problemática presente actualmente en la minería y plasmar la siguiente interrogante ¿Es posible incorporar el ANP como un método eficaz para la toma de decisiones

de multicriterio y disminuir el riesgo a través de esta herramienta, enfrentando las principales barreras que presenta hoy en día el ámbito social, ambiental, político, económico y estratégico para las empresas mineras en la actualidad?

2. Revisión de la Literatura

Durante la ejecución de los proyectos mineros, especialmente los metálicos, se han ido realizando macro proyectos estructurales, los cuales han generado una gran alteración en la zona que se realiza dichas labores mineras, generando un desgaste notorio en el ambiente, tanto para la flora y fauna como para la sociedad residente de la zona. Aunque las empresas mineras contribuyen positivamente a los componentes sociales y económicos del desarrollo sostenible (SD) mediante la generación de empleo y riqueza, siguen contribuyendo negativamente al componente ecológico del SD (Shen, Muduli, & Akhilesh, 2013).

Lo anterior implica que en un mundo globalizado y con la gran demanda por parte de la industria minera, es necesario tomar en consideración factores que pueden repercutir negativamente en el desarrollo de proyectos, de manera de tomar medidas preventivas o evaluar distintos escenarios antes de operativizar un proyecto. Es acá donde es necesario emplear un sistema de toma de decisiones para manejar criterios correlacionados para evaluar alternativas (Mohammad Hussain, 2015)

No obstante, la minería es una actividad necesaria para el desarrollo a nivel global de diferentes áreas, debido a que, para la obtención de diferentes productos, requiere en su composición de materias

primas proveniente de minerales, que, en el caso de la minería metálica, podría estar directamente relacionado con tecnología, electrodomésticos, y en general con el desarrollo como tal. La minería puede ser vista como una actividad importante para el crecimiento y desarrollo de la sociedad, proporcionando materias primas necesarias para producir artículos de uso diario (Shen, Muduli, & Akhilesh, 2013). Esta industria está sujeta a muchos peligros inherentes que la hacen un rubro de alto riesgo para el personal que desarrolla las actividades de extracción minera. Esta problemática la expone Badri et al., 2013, donde menciona que la industria minera en todo el mundo está experimentando actualmente un auge económico que está contribuyendo a la recuperación económica y el progreso social en muchos países. Sin embargo, según Asfaw et al., 2013, Patterson y Shappell, 2010, considera que la minería es una ocupación peligrosa o incluso tremenda. Según un informe de Wikipedia expone que hay miles de muertes causadas por accidentes mineros anualmente, generalmente en los procesos de minería de carbón y minería de roca competente, por nombrar algunos. La mayoría de ellos ocurren hoy en día en países en desarrollo, especialmente China y partes rurales de países desarrollados. China es uno de los países con mayor frecuencia de accidentes de minas de carbón.

Pero el desarrollo de la minería es clave, ya que esta industria proporciona materias primas vitales para un gran número de industrias, incluyendo cerámica, construcción, cosméticos, detergentes, medicamentos, la

electrónica, vidrio, metal, pintura, papel y plásticos (Azapagic, 2003).

No obstante, y pese a generar un consumo de recursos naturales no renovables, el valor agregado que la minería puede generar son beneficios tecnológicos, médicos y de calidad de vida para las futuras generaciones. Sin embargo, los recursos minerales de una nación sólo pueden generar prosperidad si se emplean activos tecnológicos específicos de manera que desarrollen efectivamente su sector de recursos, capturen valor de ella y transformen ese valor en beneficios a largo plazo (Santos, Santibanez, & Barbosa, 2015).

El proceso de transformación de un recurso mineral en un potencial económico y desarrollo implica una serie de actividades que no solamente menos cavan el medio ambiente, sino a su vez la seguridad y salud de sus operadores en la etapa de extracción, como se mencionó anteriormente. Esto último forma parte esencial de las variables de decisión a la hora de evaluar proyectos y elaborar un análisis multi criterio, por lo que la seguridad es un elemento central de la cultura minera y especialmente la gran minería en Chile es líder en la materia. En 2015 la industria alcanzó la tasa de fatalidad más baja desde que se tiene registro, con 0,04 trabajadores fallecidos por cada millón de horas-persona trabajadas. En todo caso, este logro no significa satisfacción en el desarrollo de una industria cada vez más segura.

Los constantes esfuerzos para avanzar en la profesionalización de la seguridad y control de riesgos han derivado en una disminución de los índices de frecuencia (de accidentes con pérdida de tiempo) en los últimos 30 años.

Por lo tanto, hoy en día, el desarrollo de una minería amigable no solo con la seguridad y salud de los trabajadores, sino también con el medio ambiente, tanto a nivel interno como externo es premiado por la industria, fortaleciendo la imagen de la empresa. Es así como condiciones de seguridad y salud mejoran el rendimiento de la empresa a nivel interno, como un buen manejo de situaciones que generen contaminación, perjuicio a la salud de los trabajadores o cualquier stakeholders, genera una fortaleza de la empresa a nivel externo.

Según el reporte anual del año 2015, elaborado por el consejo minero expone que Chile en los últimos años ha incorporado regulaciones que apoyan el fomento del cuidado medioambiental con el foco de disminuir el impacto de los proyectos y a su vez regular el comportamiento empresarial a través de diferentes herramientas legislativas como por ejemplo: Ley de fomento al reciclaje establece un marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor, Proyecto de ley que busca regular el transporte, descarga y acopio de concentrado de minerales, Modificaciones al Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas (DS N°78) y Regulación sobre cargas peligrosas para el medio ambiente marino, Convenio de Minamata sobre mercurio.

Debido a lo anterior, la gestión de residuos ha tomado mucha relevancia hoy en día, donde utilizar la mejor opción para desechar, es reconocido por la industria y puede generar problemas legales. Si bien la mala gestión de los residuos puede dar lugar a importantes pasivos para el público, también puede

imponer costos a las empresas mineras y de procesamiento de minerales al erosionar el valor de las acciones, aumentar los riesgos de cierre temporario o permanente, perdiendo oportunidades futuras y aumentando la remediación y el monitoreo, por nombrar algunos (M.Franks, V.Boger, M.Cote, & R.Mulligan, 2010).

Considerando el auge que ha protagonizado la industria minera en las últimas décadas tanto en Chile como en el mundo, estrechamente ha tomado gran participación las energías renovables no convencionales en contraparte a las energías convencionales o no renovables, donde el principal actor de esta última es el petróleo. Se expone a través del siguiente estudio que estos hallazgos es decir de estas dos alternativas de suministro energético pueden surgir dos conclusiones, una de las cuales es que la energía renovable está bien comprendida por los gobiernos y el público en una economía desarrollada y los conductores técnicos están detrás de los precios, mientras que la energía renovable todavía se debate en una economía en desarrollo (Ibrahim Iskin, 2012).

Esto se puede asociar a la visión de una política inclusiva considerando las variables medioambientales y otra arista que no considera estos factores, como en los países con menos desarrollo, sin embargo, esta alternativa energética no convencional es una realidad que cada vez va tomando más protagonismo producto de la menor cantidad de impacto que generan su utilización y va ligado al nuevo paradigma en la toma de decisiones en la evaluación de proyectos.

2.1 La toma de decisión y los modelos de multicriterio

Las organizaciones se ven constantemente en la necesidad de tomar nuevas decisiones con la finalidad de formular estrategias que afectarán directamente el desempeño empresarial, por lo que los tomadores de decisiones de las organizaciones se ven en la obligación de incorporar variables que influirán en las estrategias a desarrollar, de modo de minimizar los escenarios de incertidumbre y maximizar la eficiencia en sus procesos. Para entender la problemática de las organizaciones que llevan a la implementación de nuevas estrategias es necesario la recopilación de información que les permita tomar de forma eficiente las decisiones, esto se debe realizar por medio de una metodología para entender el problema en toda su magnitud, estas decisiones pueden enmarcarse en un ámbito que contemple la estrategia de la compañía. En base a lo anterior, las organizaciones deben poseer herramientas que les permita la toma de decisiones eficaz y eficiente. Como propone González et al (2015), como solución hoy en día son muy utilizados los modelos multicriterios para la toma de decisiones debido a que son un instrumento que le brinda ayuda en la toma de decisiones en el proceso de planificación permitiendo integrar criterios, estableciendo relaciones y prioridades para alcanzar la seguridad en la toma de decisiones. Otros estudios han evidenciado la utilidad de la implementación de los modelos multicriterios como la investigación que propone lo siguiente. Los métodos existentes para la selección de proyectos no reflejan las

interdependencias de los criterios y los métodos candidatos. La consideración de las interdependencias de los criterios permite un ahorro de costos valioso y grandes beneficios para el medio ambiente. Cuando se evalúan estos problemas, es necesario recoger la opinión de los grupos porque conocen la relación de interdependencia entre los criterios y es muy importante considerar estos para la resolución de problemas y la toma de decisiones. Con el fin de recopilar opiniones en grupo para problemas de proyectos interdependientes, se realizan entrevistas de expertos. El proceso de red analítica (ANP) se aplica para medir la dependencia entre los factores estratégicos, lo que puede ayudar al ingeniero a determinar sus decisiones. (Xingyu Liang, 2012)

También en el análisis de recuperación de pérdidas de energía en motores se valida la utilización de ANP, la utilización de esta herramienta implica una relación entre varios factores desde el punto de vista económico, rendimiento, impactos ambientales y estrategia empresarial. Para el desarrollo de esta problemática es necesario utilizar un sistema de multicriterio para tomar la mejor decisión tanto en el corto como en el largo plazo, lo cual se expone a través del siguiente párrafo que hace referencia una vez más que el ANP es un método que sirve para abarcar problemáticas que incorporan múltiples variables, con varias interdependencias involucradas lo que hacen al ANP un instrumento adecuado para evaluar juicios en la toma de decisiones. Esto significa que es posible realizar un análisis cuantitativo de ANP en el que se incluyen las posibles dependencias entre factores de criterio.

Durante los últimos años se han desarrollado diversas investigaciones involucrando modelos multicriterios revelando su importante grado de efectividad, observando algunas investigaciones que desarrollan la metodología a utilizar en este paper, estos se apoyan en modelos como el que se propone Ostrega et al (2011), en el cual le dan un enfoque integrado basado en el análisis FODA y la metodología de Proceso de Red Analítica (ANP) para la toma de decisiones que les permita minimizar el impacto ambiental producido por la actividad minera. Para el modelo usado, inicialmente se utilizaron los criterios de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (FODA) en combinación con el proceso analítico en red (ANP) para evaluar los efectos, utilizando factores ambientales, económicos y sociales relacionados con una industria minera típica. La metodología ANP les permitió evaluar comparativamente los factores ordenados en grupos de pares, y cuantificar la importancia relativa de cada factor en la toma de la decisión, utilizando datos entregados por líderes de opinión de la industria minera, obteniendo de esta relación recomendaciones de políticas tanto para el gobierno como para la industria que podría facilitar la mejora del desempeño ambiental, desarrollando un marco con los indicadores de desarrollo sostenible para la industria minera.

Así como también se han realizado estudios utilizando la metodología ANP en la gestión de la cartera de sustentabilidad de las organizaciones, como se ve en el trabajo realizado por (Turan, Scala, & Besterfield-Sacre,

2009), el cual propone un modelo genérico ANP a través del marco Triple Bottom Line (TBL) para la evaluación y priorización de proyectos basados en su potencial contribución a la iniciativa de sostenibilidad de una organización, destacando que ANP es una metodología apropiada para la gestión de la cartera de proyectos para el éxito en la sostenibilidad organizacional.

Dada la importancia en la toma de decisión y el alineamiento de estas decisiones hacia los objetivos corporativos y las estrategias de la empresa el trabajo de (Mónica García-Melón, 2015) propone que otro de los propósitos para los cuales se utiliza la herramienta ANP, que es para evaluar proyectos en función de cuan asociados están estos a los objetivos corporativos de las empresas. En este caso particular se utilizó ANP para la selección de un portafolio de proyectos en función del grado de alineación de estos a los objetivos estratégicos corporativos. Al utilizar AHP es posible considerar la influencia de los elementos claves dentro de las decisiones corporativas como los son objetivos estratégicos y la selección de proyectos para un portafolio, por ejemplo.

Algunas investigaciones realizadas en los últimos años utilizan la metodología a implementar en este paper, basándose en modelos como los que proponen (Dočkalíková & Kashi, 2014), quienes para la toma de decisiones de diversos sectores que desean expandir su negocio a otros países, utilizan el análisis PESTEL, del cual determinan factores del macroentorno que deben estudiar las empresas para expandirse a otros países y junto a la implementación de la metodología ANP. Para el desarrollo del

modelo, definen aquellos criterios del análisis PESTEL, con el fin de descubrir posibles relaciones causales entre criterios, luego para la determinación del ranking de prioridades entre los criterios evaluados, se utiliza la metodología ANP el cual se encarga de relacionar cada criterio y definir aquellos que tienen mayor ponderación o influencia para la toma de decisiones a la hora de expandir el negocio hacia otros países. Por otra parte, y diferente al estudio realizado por (Dočkalíková & Kashi, 2014), se desarrolla un modelo para generar un mapa estratégico de una empresa manufacturera, el cual mediante la utilización de la metodología estratégica, Balanced Scorecard (BSC), la cual permite una visualización general de las estrategias de una organización para el logro de sus metas, Quezada et al (2014) la utiliza para definir aquellos procesos que le generan valor a las organizaciones mediante relaciones de causa efecto y junto al uso de la metodología ANP relacionar los objetivos estratégicos de la empresa. Con los resultados obtenidos es posible eliminar aquellos objetivos con menor importancia y elaborar un mapa estratégico con aquellos factores de mayor importancia.

En dicho estudio, determinan que la utilización de la metodología ANP es una buena herramienta para modelar e identificar las relaciones importantes de un mapa estratégico.

Desde el punto de vista de estrategia empresarial cabe señalar que este será el principal foco mediante el cual se tomen las decisiones multicriterio antes mencionadas, es por esto que Liu et al 2011 plantea que la estrategia de diseño se refiere a un conjunto de directrices específicas para las actividades que se

deben desarrollar, propuestas por las empresas basadas en una evaluación del entorno de productos específicos antes de la actividad de diseño, con el fin de asegurar un diseño exitoso, esto considera esta orientación como un enfoque estratégico por parte de la compañía. También Hsu et al 2012 plantea otro punto de vista donde la estrategia de diseño es adoptada por las empresas como un método para lograr el objetivo de la innovación de productos. Por otro lado, dada la influencia que presentan diferentes involucrados en el desarrollo de proyectos de muchas industrias, no solamente de la industria minera, en el presente trabajo los llamaremos stakeholders. Este término se popularizó posteriormente, al ser utilizado por R. E. Freeman en su obra: “Strategic Management: A Stakeholder Approach” (Pitman, 1984), para referirse a «quienes son afectados o pueden ser afectados por las actividades de una empresa». Como lo plantea el trabajo “Como evaluar la influencia de los interesados en la gestión de proyecto”, en este trabajo se expone el interés global de una compañía de no solamente considerar los actores que se tomaban en cuenta en un antiguo paradigma, sino también que hoy en día, que han aparecido diferentes involucrados a la hora de evaluar la viabilidad de un proyecto. El concepto de influencia se desglosa en criterios, evaluando diferentes aspectos que en conjunto definen un índice que mide la influencia de cada parte interesada con respecto al resto del equipo del proyecto. Este índice se calcula con el proceso de red analítica (ANP). (Pablo Aragonés-Beltrán, 2017)

Con el apoyo de la importante recopilación de estudios realizados con la metodología ANP, queda en evidencia que los modelos multicriterios son una buena solución que permite apoyar a los tomadores de decisiones para obtener soluciones estratégicas que conllevan al aumento de la competitividad de las empresas. Como los vistos anteriormente, existen diversos estudios relacionados con la utilización de los modelos multicriterios de Thomas Saaty, AHP (1980) y ANP (1996), siendo el último, el utilizado en este estudio.

3. Objetivos

Este trabajo busca implementar la metodología antes descrita de toma de decisiones estratégicas para las grandes empresas mineras en Chile, basado en el método propuesto y desarrollado por Thomas Saaty, Analytic Network Process (ANP), el cual es un modelo de toma de decisiones, que se caracteriza por generar una comparación dinámica, es decir de cada elemento seleccionado, transformando datos cualitativos a cuantitativos. La particularidad del modelo de decisión es que permite elaborar la toma de estas, mediante criterios cuantitativos (debido a la asignación de una ponderación a criterios) y estimar la importancia de un criterio por sobre otro. El modelo ANP requiere de la asignación de clusters para agrupar elementos semejantes. Para definir los clusters se seleccionaron las 6 perspectivas que consideran los elementos del análisis PESTEL para el estudio del macroentorno. Los criterios asignados que irán en cada perspectiva (cluster) seleccionada del análisis PESTEL, fueron recopilados mediante

estudios y selección de publicaciones relacionadas con desarrollo sustentable de minería, innovación en minería, y desarrollo de metodologías para toma de decisiones en base a modelos jerárquicos (AHP), junto con encuestas para la preparación de los criterios antes de la realización de comparaciones pareadas.

A su vez, el análisis para la toma de decisiones tiene un enfoque en los aspectos de la economía ambiental.

Para poder conseguir el objetivo general, se deben desarrollar los siguientes objetivos específicos:

- Discretizar y clasificar mediante revisión de diferentes estudios y publicaciones relacionadas con minería los criterios del análisis PESTEL (Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico, Legal) que influyen en la gran minería del cobre de Chile.
- Revisión de bibliografía relacionada con las características tanto positivas y negativas de la minería y estudios que lo validen para incorporar un análisis de las variables decisivas para la aprobación de estos. Además, elaborar un listado de criterios consultando a profesionales jóvenes en la industria.
- Seleccionar en base a revisión bibliográfica gran cantidad de criterios, posteriormente realizar consulta sobre estos y seleccionar los de mayor interés en base a la percepción de profesionales insertos en la industria seleccionando 20 criterios, esto se hace previo a las comparaciones pareadas, de esta

forma considerar cuales criterios es necesario incluir dentro del estudio.

- Proponer un modelo de decisiones basado en la metodología ANP, considerando dos grupos, uno perteneciente a la industria y otro a la comunidad.
- Validar el modelo planteado mediante la realización de encuesta a personas insertas en la industria minera nacional y por otro lado la comunidad afectada por esta. Con un enfoque a individuos relacionados directamente con la industria y con diferentes horizontes de experiencia.
- Desarrollar la metodología en el software “*Super Decision*™” en base a la información obtenida de las encuestas realizadas a los distintos grupos.

4. Diseño de la investigación/metodología.

El modelo utilizado para el desarrollo del presente trabajo se basa en la utilización de la metodología de decisiones propuesta por Thomas Saaty, llamada “Analytic Network Process” (Saaty T. L., 1999). Esta metodología jerárquica también propuesta por Thomas Saaty “Analytic Hierarchy Process” (Saaty T. , 1990) nace en precedencia del ANP, el cual se basa en un modelo de interdependencia que tiene como principio la jerarquía entre criterios de decisión. Las metodologías antes mencionadas funcionan en base al desarrollo de diferentes matrices en donde cada valor es asignado por quien realiza el modelo o por un grupo de

personas (comité experto) quienes respaldan su opinión en base a la trayectoria que puede ser tanto académica como laboral, directamente ligada al tema de interés a tratar y son ellos quienes asignan la ponderación de los criterios y elementos de la matriz.

4.1 Clasificación de metodologías multicriterio

Según el flujo de información existente entre dos de los actores más destacados del proceso de toma de decisiones, el analista y el decisor (Moreno-Jiménez, 1989), las técnicas multicriterio pueden clasificarse en:

1. Técnicas sin información a priori (generadoras): Son aquellas en las que el flujo de información va desde el analista al decisor. Entre estas técnicas destacan: el método de ponderaciones, el de la ϵ -restricción y el simplex multicriterio.

2. Técnicas con información a priori: El flujo de información es en el sentido contrario, del decisor al analista.

3. Dentro de este grupo de técnicas se suele hacer otra distinción, según el número de alternativas que tenga el problema: finito o infinito. Si el conjunto de alternativas es infinito se suelen aplicar aproximaciones basadas en optimización, en las que se supone que los distintos objetivos pueden ser expresados en un denominador común mediante intercambios. Destacan en este apartado los métodos de Programación por Compromiso o Programación por Metas. Si el conjunto de alternativas es discreto, hacemos la siguiente diferenciación:

i. Métodos de Agregación: En este tipo de Métodos se modelizan las

preferencias a través de una función valor:

· Directos: Teoría de Utilidad Multiatributo (MAUT).

· Jerárquicos: Proceso Analítico Jerárquico (AHP).

ii. Métodos basados en relaciones de orden: Se modelizan las preferencias a través de un sistema de relaciones binarias:

· Métodos de Superación (MS).

4. Técnicas en las que el flujo de información es en dos sentidos, dando lugar a las denominadas técnicas interactivas. Dentro de este conjunto de métodos, los más utilizados han sido: STEM y Método de Ziots-Wallenius. En la actualidad, casi todos los métodos pueden considerarse dentro de este último grupo, bastando para ello que el decisor revise sus juicios dentro del proceso de toma de decisiones.

Respecto de los tres métodos discretos mencionados anteriormente, se puede indicar que, a pesar de los duros enfrentamientos que han tenido los respectivos seguidores, recientemente se está buscando la integración de estas, o por lo menos, la integración de las dos técnicas consideradas de la escuela americana (MAUT y AHP).

Aquellos problemas en los que el conjunto de alternativas es finito, además de discreto y, cuya decisión se basará en las diversas características o atributos de las alternativas respecto de los criterios de decisión relevantes, se llamarán Decisión Multicriterio Discreta y les son aplicables algunos de los métodos de la Decisión Multiobjetivo. No obstante, existen para ellos métodos específicos como el AHP, entre muchos otros.

5. Por último existe otra metodología de análisis multicriterio, pero en este caso

tiene posee una flexibilidad con respecto al AHP, este es una metodología que nace del AHP con la particularidad de no necesitar jerarquización dentro de los

La finalidad del modelo AHP es generar una decisión en base a un objetivo a cumplir. Esta metodología está diseñada para resolver problemas de múltiples

Tabla 1: Escala fundamental para comparaciones pareadas de Saaty.

Intensidad	Definición	Explicación
1	Igual	Dos actividades contribuyen de igual forma al cumplimiento del objetivo
3	Moderada	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra; su predominancia se demostró
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2,4,6,8,	Para transar entre los valores anteriores	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
Recíprocos	Si la actividad i se le ha asignado uno de los números distintos de cero mencionados cuando se compara con la actividad j, entonces j tiene el valor recíproco cuando se la compara con i ($a_{ij} = 1/a_{ji}$)	Hipótesis del método

Fuente: "Toma de decisiones para líderes" (Thomas Saaty)

criterios de decisión lo cual hace más amigable y aplicable en problemas donde no existe interdependencia jerárquica en los distintos niveles del problema, por lo tanto, este es un modelo de red que no necesita especificar niveles de jerarquía. Esto es señalado y explicado por (Sara Arancibia)

4.2 El modelo "Analytic Hierarchy Process" (AHP).

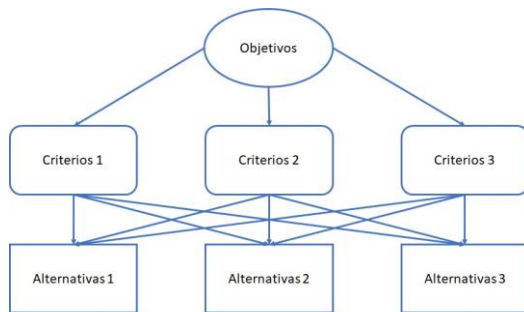
¿Por qué utilizar un modelo jerárquico? Cuando las personas enfrentan un problema complejo para comprender mejor este, deben descomponer el problema en sus partes constituyentes más pequeñas y construir un modelo jerárquico para representarlo. El problema de la toma de decisiones debe describirse lo más exhaustivamente posible:

La jerarquía construida que ordena los factores en niveles apropiados debe incluir suficientes detalles relevantes. Lo antes mencionado es explicado por Y. Ilker TOPCU.

criterios con una dependencia basada en una jerarquía establecida. Para implementar esta metodología es necesaria la incorporación de personas expertas quienes tomaran un papel importante en la ponderación de las alternativas establecidas, estos evaluarán la importancia de cada uno de los criterios y a su vez las preferencias frente a cada una de las alternativas de decisión que se vinculan a cada criterio contenido en el cluster. Los criterios están en un nivel superior a las alternativas, para posteriormente desarrollar el modelo, el cual funciona desde una jerarquía descendente como muestra la figura 1. Los criterios son evaluados por quien aplica el modelo. Esto permite la flexibilidad de considerar en el análisis características cualitativas, lo cual sería difícil de realizar en base a un algoritmo matemático. Respecto a las ideas, permite realizar un análisis de multicriterios, a diferencia de otros modelos. Esto significa que se analiza

cada variable, según la cantidad de criterios que contenga y según la importancia de cada uno, después se genera un resultado, tomando la decisión de que variable es la óptima según lo definido por quien utilice la metodología. Para valorar los criterios, se utiliza la tabla 1 (Saaty T. , 1990).

I. Figura 1: Diagrama jerárquico AHP.



Una cualidad del presente método es contribuir a la incorporación de datos cualitativos relacionados con las alternativas de decisión. También una ventaja de este método es permitir la incorporación de estos aspectos cualitativos que no suelen ser considerados en los análisis debido a la complejidad y poca exactitud para ser medidos, sin embargo, esta subestimación puede ser determinante para el proyecto. Además, permite seleccionar una alternativa mediante un proceso matemático de decisión en base a multicriterios. En comparación a otros métodos de decisión, el cual como se explicó anteriormente, también considera criterios cualitativos que puedan ser relevantes por quien realiza el análisis. Esta metodología a través de su principio funciona mediante la construcción de un modelo jerárquico

que permite gráfica y eficientemente la organización de los datos respecto al problema, descomposición de la información, análisis por partes, visualizar los efectos de cambios en los niveles y sintetizarla.

En síntesis, este método trata de desmenuzar y posteriormente unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión, según lo planteado por Toskano Hurtado y Gérard Bruno.

Para la valoración de las características, Saaty estableció ponderaciones desde el 1 al 9 como muestra la tabla 1.

La ponderación establecida para asignar en las matrices a los criterios es ocupada tanto para la metodología AHP y ANP.

Se debe realizar un análisis de consistencia para la toma de decisiones. Se puede tener un grado aceptable o inaceptable de consistencia. Para tomar la decisión el grado de consistencia debe ser aceptable. Para que la razón de consistencia sea aceptable debe ser menor o igual a un valor de 0.1, de lo contrario, su razón de consistencia es inaceptable. Cuando es inaceptable, presenta errores (sesgos) por lo que puede presentar decisiones erróneas. Para ellos se debe volver a evaluar las ponderaciones de cada variable y volver a estimar. La razón de consistencia se calcula de forma cuantificable como muestran en las ecuaciones 2, 3 y 4, según lo propuesto por (Hurtado & Bruno).

I. Ecuación 1: Muestra el cálculo de la razón de consistencia.

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

RC = Razón de consistencia.

IC = Índice de consistencia.

IA = Índice de consistencia aleatoria.

II. Ecuación 2: Muestra el cálculo del índice de consistencia.

$$CI = \frac{n_{max} - n}{n - 1}$$

CI = Índice de consistencia.

n = Dimensión de la matriz.

n_{max} = Es la suma de cada fila del resultado de la multiplicación de la matriz original de criterios o alternativas por sus respectivas vector propio o prioridad de cada variable.

III. Ecuación 3: Muestra el cálculo de índice de consistencia aleatoria.

$$RI = \frac{1.98 * (n - 2)}{n}$$

RI = Índice de consistencia aleatoria.

n = Dimensión de la matriz cuadrada.

4.3 El modelo “analytic network process” (ANP).

El proceso analítico de redes a diferencia del método de jerarquía, en este caso las alternativas afectan o son dependientes del criterio, y el criterio afecta al objetivo. En sistemas de decisión complejos existe dependencia y retroalimentación. El modelo de redes con dependencias y retroalimentación mejora las prioridades derivadas de los juicios y hace la predicción mucho más exacta.

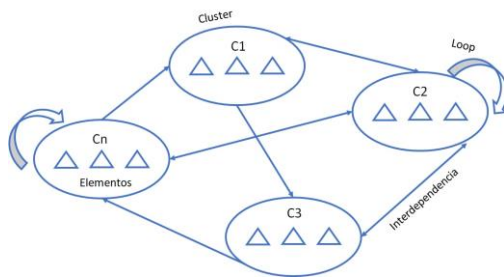
El modelo propuesto por Thomas Saaty, para la decisión en base a multicriterios involucrados en un proceso determinado

a analizar, es una generalización del proceso analítico jerárquico AHP (Analytic Hierarchy Process), que permite agregar al análisis las correspondencias o vínculos de dependencia recíproca (feedback) entre variables del sistema. Esta metodología permite individual o grupalmente acuerdos con las interconexiones (dependencias y retroalimentación) entre factores de estructura compleja en el proceso de toma de decisiones. ANP realiza el análisis con una red de variables que no están jerarquizadas. Un método de toma de decisión multicriterio se utiliza para problemas sin estructura y complejos. Un enfoque para el uso de modelo de redes es para clusters o elementos, según lo señalado por Y.Ílker TOPCU.

La ANP proporciona un marco general para hacer frente a las decisiones sin hacer suposiciones sobre la independencia de los elementos de nivel superior de los elementos de nivel inferior y sobre la independencia de los elementos dentro de un nivel. De hecho, el ANP utiliza una red sin la necesidad de especificar niveles que en una jerarquía (Saaty T. L., 1999).

El ANP en comparación del AHP es más flexible al no funcionar de forma jerárquica. También permite la interrelación y feedback entre las variables del modelo. Debido a lo antes mencionado obtienen resultados más objetivos y de mayor precisión, no obstante, el modelo ANP es más complejo que el AHP, por lo que su utilización está enfocada a modelos de mayor interdependencia y que carecen de un orden rígido.

II. Figura 2: Diagrama ANP.



Para desarrollar el cálculo del modelo ANP, se deben desarrollar cuatro matrices, una matriz de denominación interfactorial y tres Supermatrices, entre ellas la Supermatriz original, la Supermatriz ponderada y la Supermatriz límite. Dichas matrices deben tener identificadas las alternativas y criterios, para la posterior agrupación de los elementos, lo cual se explicará más adelante, desde el ítem

4.4 Definición de las perspectivas y los criterios para realizar el análisis de la propuesta de decisiones estratégicas.

Para utilizar el modelo de decisiones ANP, se deben seleccionar ciertos elementos que contengan a los criterios, llamados clusters. Para ello se decide el uso del análisis PESTEL (político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal), para así definir cada perspectiva (cluster) y su grupo de criterios asociados. Debido a la semejanza e interdependencia de los elementos político y legal, se decidió unirlos, generando un solo cluster. La selección de los criterios que componen cada cluster, está basado en literatura (papers), como también informes y revistas asociadas a la minería chilena, desde una vista contemporánea,

considerando las problemáticas actuales en minería. Por otro lado, para la elección de estas alternativas además se solicitó colaboración y opinión de estudiantes egresados y con poca experiencia, pero insertos en el mundo laboral, ejerciendo la profesión de ingeniero civil de minas con la finalidad de conocer los requerimientos en el desarrollo del negocio minero y las inquietudes que esta nueva generación posee. Básicamente se buscaba generar la contribución de personas jóvenes con una visión diferente e integradora, donde el nuevo paradigma en la formación de estos contempla una mayor conciencia y diferentes perspectivas a diferencias de personal más antiguo en la industria que posee otro tipo de formación académica, donde la componente social o ambiental no era una variable de gran relevancia. Lo antes mencionado se sustenta en tener una mirada más amplia con lo que se requiere como objetivo y en base a los distintos intereses de cada profesional considerar la importancia de incorporar el análisis del presente estudio a la evaluación de proyectos minero. Una vez validados los criterios que componen cada cluster fue necesario proceder al siguiente paso del estudio donde se insertó la opinión de expertos relacionados directamente con la industria tratada. Siguiendo la misma línea, se consideró una nueva componente para realizar el presente estudio, donde se incorporó la opinión de individuos afectados por el desarrollo u operación de labores mineras, a estas personas se les llamo "Implicados". Con este ejercicio se busca tener un punto de vista diferente de la evaluación de proyectos mineros de una perspectiva orientada al ámbito social y la influencia

que pueden aportar las comunidades al desarrollo y entendimiento de este trabajo desde su experiencia.

4.5 Grupos encuestados.

El estudio se realizó con la conformación de un grupo, el cual permitió desarrollar el modelo de toma de decisiones estratégicas propuesto en la presente investigación. Este es un tipo de técnica de estudio empleada en las ciencias sociales y en trabajos comerciales que permite conocer y estudiar las opiniones y actitudes de un público determinado. Para ello el grupo está constituido por diferentes ingenieros civiles y ejecución en minas con experiencia y una trayectoria ligada a esta industria, con la finalidad de considerar su juicio y decisión como elemento clave para el desarrollo de la metodología. En contraparte se sitúan los implicados, que son individuos pertenecientes a la comunidad y no tienen directa relación con la industria, pero si poseen una opinión diferente con relación a los expertos encuestados en base al impacto que ha tenido el emplazamiento de operaciones mineras o ligadas a esta industria como lo es la localidad de Ventana, que pertenece a la provincia de Puchuncaví, región de Valparaíso que hablaremos más adelante. Como se estableció anteriormente las profesiones del grupo están compuestas por ingenieros civiles en minas y ejecución, y sus antecedentes personales son:

Ph.D. Enrique Rubio: Ing. Civil de minas de la Universidad de Chile, Ph.D y Ms.C. en la Universidad de British Columbia, el cual se ha desempeñado

como director ejecutivo de la empresa REDCO, desempeñándose en la consultoría de ingeniería de minas por más de 15 años.

Ing. German Salazar: Ing. Civil de minas, Actualmente se desempeña como Superintendente de Chuquicamata Rajo.

Ing. Benjamín Ibacache: Ing. Civil de minas, actualmente se desempeña como jefe de turno en la mina esmeralda de División El Teniente.

Ing. Felipe Concha: Ingeniero de ejecución en minas, de la Universidad de Santiago de Chile. Cuenta con más de 9 años de experiencia como especialista en perforación y tronadura de la empresa Orica.

Ing. Luis Castillo: Ing. Civil de minas, de la Universidad de Chile, se ha desempeñado como planificados de corto, mediano y actualmente de largo plazo en la Gerencia de proyectos de Codelco Norte.

Desde el grupo de los implicados o comunidades pertenecientes a la comunidad de ventanas son:

Nielzs Cortes: Ing. En Acuicultura, de la Universidad Andres Bello, Magister en Medio ambiente y Ambientalista de la zona.

Pricilla Pacheco: Vocera de la organización, salvemos Quintero.

Carlos Vega: Pescador artesanal de caleta Ventanas, presidente del sindicato de pescadores de la localidad.

Camila Parra: Trabajadora Social, coordinadora del programa mujeres jefas

de hogar, activista en la campaña “Ni un fierro más”

4.6 Visita a implicados y realización de encuestas por grupo.

Para elaborar un análisis completo del estudio se considera la opinión de la comunidad de Ventana debido al gran deterioro del ecosistema local y ambiental producto a la gran cantidad de agentes contaminantes producto al emplazamiento de distintas empresas como se aprecia en la siguiente imagen:

III. Figura 3: Cordón Industrial Bahía Quintero.



Fuente: Libro “En el oleaje del olvido”

Con la ayuda de distintas personas y organizaciones del sector de la comuna de Quinteros, Puchuncaví, Ventanas se fue recopilando información y antecedentes para conocer un poco de la historia del lugar y los hitos que han marcado drásticamente la economía, medio ambiente y la comunidad que se emplaza en esta zona.

Antiguamente la caleta Ventanas fue un lugar donde se congregaban simultáneas actividades productivas entre ellas, la pesca artesanal con escafandra,

agricultura y turismo. La caleta de Ventanas fue un lugar donde se heredó el oficio de la pesca artesanal durante generaciones. Hoy en día la actividad pesquera es cosa del pasado, debido a la contaminación indiscriminada del complejo industrial Ventana en la zona, el cual ha encargado de deterioro progresivo del ecosistema marino lo cual hace inviable cualquier comercialización o uso de los recursos naturales marítimos debido a la gran concentración de metales pesados y otros agentes contaminantes en el lecho marino a lo largo de toda la bahía.

4.6.1 Historia.

Quinteros pertenece a la provincia de Valparaíso, y su nombre se debe a su descubridor Alonso de Quintero, quien desembarca en 1536 en la pequeña nave “Santiaguillo” en la bahía y se percató que este sitio no se encuentra en los rastros de los mapas de la época. Su misión era apoyar la expedición de Diego de Almagro. Una vez que Alonso esta tierra no estaba en los mapas procedió a consignarla como “La Bahía de Quintero” a través de las cartas de navegación.

4.6.2 Experiencia con la comunidad

La zona más emblemática y por lo tanto, el objetivo de estudio es el puerto de Ventana, localidad costera de la provincia de Puchuncaví donde gracias a la invitación de miembros del consejo ecológico de Ventana y el presidente del sindicato de pescadores de Ventana se visitó una charla informativa del colegio médico hacia la comunidad con la intención de informar un plan de organización para enfrentar los actuales

problemas que presenta la comunidad producto del cluster empresarial que se encuentra en la zona. Desde ya hace algunos años hubo un hecho que marco un precedente, la contaminación por emanación de gases a los niños de la escuela la greda, situación que desato una histeria mediática tanto de la ciudadanía como las autoridades competentes, sin embargo, una vez pasada esta situación y establecidas medidas de mitigación se han repetido episodios de similar magnitud.

Las problemáticas en la zona comienzan con la llegada de grandes industrias, en la década de los 50', las cuales vendrían a establecer mayor desarrollo económico junto con nuevos puestos de trabajo entre otras cosas.

En la localidad de ventana se sitúa la caleta, lugar que congregaba la industria pesquera artesanal con escafandra, actividad que se ha transferido y arraigado de generación en generación en la caleta. En esta línea se desarrolla la historia de Carlos Vega, pescador artesanal de profesión quien relata con su testimonio el transcurso del tiempo en la zona y el impacto de la llegada de las grandes industrias. Carlos se ha desempeñado además como presidente del sindicato de pescadores de Ventana por más de 30 años y activista por los derechos de estos.

Cuenta que en un inicio hasta a mediados del siglo XX la pesca, agricultura y turismo eran las actividades productivas del lugar y el asentamiento de un parque industria traía consigo el augurio de un centro de desarrollo industrial importante para la época. A partir de los 60' este

sector se consideró privilegiado para el desarrollo industrial, por ende, se situó un cordón de industrias que vendría a impactar irremediamente la biota local.

Los pescadores de la zona en miras al futuro en el año 1992 decidieron realizar cultivo de Gracilaria, producto de gran demanda y utilización en la industria alimenticia, sin embargo, el ya deteriorado lecho marino no permitía el normal desarrollo de esta alga la cual ante fuertes corrientes era arrastrada producto a la nula adherencia de sus raíces al suelo lo cual se puede explicar debido a la contaminación del fondo marino. Este proyecto fue financiado por una ONG alemana Agro Acción Alemana, sin embargo, después de este intento de cultivo fracasó debido a la falta de un estudio de suelo antes de realizar el cultivo, pero los recursos no se consumieron del todo en este proyecto por lo tanto se construyó con colaboración de todos los pescadores la cede que hoy alberga el sindicato de pescadores de ventana.

Posteriormente otra iniciativa se puso en marcha por parte de los pescadores, pero ahora no en el lecho marino sino en superficie, se realizó la técnica de cultivos suspendidos (Longline) donde se sembraron cultivos de ostras japonesas, Choros, Ostiones y piures que crecieron en forma natural. Con esta iniciativa hubo una gran cantidad de recurso marino para los pescadores quienes salieron muy beneficiados de aquella iniciativa.

Al pasar del tiempo una gran cantidad de personas de la zona comenzaron a

enfermar por causas desconocidas, es donde interviene el ministerio de salud y

Una vez recibida esta sentencia, la localidad entra en una precariedad

III. Figura 4: Matriz de comparaciones pareadas.

		Político-Legal					Ecológico			Económico			Social		Tecnológico						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Político-Legal	Políticas de gobierno e institucionalidad	1	1																		
	Estabilidad política de la nación	2		1																	
	Fomento gubernamental a la inversión extranjera y a las alianzas estratégicas.	3			1																
	Convenios Internacionales	4				1															
	Regulaciones Legales Laborales	5					1														
Ecológico	Tratamiento de pasivos ambientales	6					1														
	Ley de institucionalidad Ambiental 20.417	7						1													
	Salud de poblados aledaños(control de contaminantes y medidas de mitigación)	8							1												
	Impacto de combustibles fósiles	9								1											
Económico	Precio Metales (Principalmente el cobre)	10								1											
	Tasa de rentabilidad exigida por inversionistas para industria minera	11									1										
	Costo y disponibilidad de recursos estratégicos (agua, electricidad, etc)	12										1									
Social	Responsabilidad social corporativa	13											1								
	Participación ciudadana en la toma de decisiones frente a proyectos	14												1							
	Nivel educacional comunidades aledañas a las operaciones mineras	15													1						
	Contratación de mano de obra local a nivel regional o comunal	16														1					
Tecnológico	Automatización y Control de la filosofía operacional	17															1				
	BigData	18																1			
	Nuevas tecnologías para el procesamiento de minerales	19																	1		
	Consideración Roadmap tecnológico Programa alta ley	20																		1	

exige muestra de los mariscos extraídos a los pescadores de ventana, estos desconfiados e incrédulos no se imaginaban el motivo de los requerimientos del organismo fiscalizador, es por esto que después de oponerse a facilitar los productos del mar y bajo la presión y las severas palabras del ministerio que decían que si no entregaban las muestra les prohibirían la comercialización de sus productos accedieron a facilitar lo solicitado bajo un acuerdo de obtener los resultados de los análisis. En base a este análisis se enteran de una noticia que sepultaría la actividad pesquera en la zona, los estudios en los productos marinos arrojaron niveles de concentración de metales pesados muy por sobre la normativa vigente es cuando se prohíbe la pesca y su comercialización en la caleta de Ventanas.

económica dejando al poblado a la deriva en cuanto al sustento económico que se acostumbraba a adquirir de la bahía, algunos pescadores, los más jóvenes, tuvieron la posibilidad de ingresar a ocupar algunos puestos de trabajo en las industrias del cordón, sin embargo, los pescadores más longevos quedaron sin ingreso y sumidos en la pobreza.

Carlos considerando el estado en que se encontraba la economía local se ve obligado a tomar una decisión junto a su hermano también pescador de realizar un curso de buzo profesional, en consecuencia, a esto debe emigrar al sur de Chile en busca del sustento para su familia. En esta situación, buscando nuevas oportunidades estuvo 15 años trabajando lejos de su familia y su tierra debido a que las industrias de la zona cuartaron el desarrollo de la actividad pesquera, como bien lo dijo Carlos al

momento de la conversación.” Cuando la bahía se convirtió en puerto, la pesca murió”.

Fue así como se trazó la historia de la comuna y se sentenció la actividad de pesca artesanal bajo el estándar de desarrollo y progreso que traía consigo la industrialización de la zona. Cabe señalar que a lo largo de todos los gobiernos de turno ningún ministerio de salud se ha pronunciado y tampoco establecidos planes de inserción laboral para las familias afectadas, como medidas reparatorias.

4.7 Metodología de trabajo de la información

Antes de comenzar el desarrollo metodológico fue necesario crear un flujograma para ir cumpliendo las etapas necesarias de este trabajo. Fue donde cada tarea a realizar se definió como una etapa la cual debía culminar para posteriormente comenzar con la precedente. Las metodologías bases para el desarrollo de este trabajo son principalmente encuestas por grupo, PESTEL y ANP, fue necesario realizar una recopilación de información significativa de manera de encontrar como se desarrollaría el presente trabajo. La recopilación de información se basó en primer lugar para determinar los criterios contenidos en los cluster a través del análisis PESTEL, en base a esto se comenzó a desarrollar el trabajo, donde las etapas de este se describen a continuación:

- I. Análisis de la industria minera nacional e internacional búsqueda bibliográfica.

- II. Definición de los criterios de evaluación en base a los cluster del análisis PESTEL.
- III. Validación de los criterios con ingenieros de minas.
- IV. Búsqueda de expertos para este grupo.
- V. Búsqueda de implicados en problemas con compañías mineras.
- VI. Elaboración de encuestas a grupo de expertos e implicados para establecer las comparaciones pareadas.
- VII. Implementación de ANP
- VIII. Validación de los resultados
- IX. Presentar planes de mejora, limitaciones y conclusiones.

4.8 Comparación de las perspectivas y criterios del modelo.

La comparación de perspectivas y criterios del modelo propuestos, se realizó mediante encuestas con respuestas asignando la escala Saaty para transformar un aspecto cualitativo a uno cuantitativo, en donde el encuestado entregaba su opinión sobre qué criterio era preferible sobre otro, es decir aplicando el concepto dominancia el que describe este ejercicio según Saaty, de esta manera se realiza una comparación de criterio a criterio y posteriormente se realiza el mismo ejercicio, pero entre clusters. Del mismo modo, se realizó la encuesta a los implicados, para esto fue necesario visitar el lugar y así poder transmitir en forma grupal el objetivo del estudio. Es así como se fue desarrollando una matriz superior, como se muestra en la figura 4. La comparación se realiza con

la tabla 1, donde se expone la escala de Saaty.

Los criterios seleccionados, fueron validados por los profesionales consultados, previo a las encuestas realizadas al grupo, los cuales están en la tabla 2.

Tabla 2: Criterios de comparación.

Descripción
Políticas de gobierno e institucionalidad
Estabilidad política de la nación
Fomento gubernamental a la inversión extranjera y a las alianzas estratégicas.
Convenios Internacionales
Regulaciones legales Laborales
Tratamiento de pasivos ambientales
Ley de institucionalidad Ambiental 20.417
Salud de poblados aledaños(control de contaminantes y medidas de mitigación)
Impacto de combustibles fósiles
Precio Metales (Principalmente el cobre)
Tasa de rentabilidad exigida por inversionistas para industria minera
Costo y disponibilidad de recursos estratégicos (agua, electricidad, etc)
Responsabilidad social corporativa
Participación ciudadana en la toma de decisiones frente a proyectos
Nivel educacional comunidades aledañas a las operaciones mineras
Contratación de mano de obra local a nivel regional o comunal
Automatización y Control de la filosofía operacional
BigData
Nuevas tecnologías para el procesamiento de minerales
Consideración Roadmap tecnológico Programa alta ley

4.9 Tendencia de respuestas en la propuesta metodológica por parte del grupo encuestado.

En el análisis y obtención de respuestas de los expertos en minería se recabaron las opiniones de los integrantes del grupo de diferentes lugares y empresas a lo largo del país, por otro lado la opinión de los implicados desde la perspectiva de la comunidad, se realizó visitando la localidad de Ventana en la provincia de Puchuncaví, posterior a esto se procedió a ingresar los valores al software “*Super Decisionstm*”, considerando un promedio geométrico de las encuestas realizadas a cada grupo previamente al

ingreso de los datos y controlando de forma individual la consistencia para cada ingreso es decir implicados y expertos, obteniendo un ranking y la ponderación por cada criterio. El grupo encuestados, en este caso se constituyó de 9 encuestas con ponderaciones de importancia por criterio, obteniendo los resultados de la tabla 3.

Tabla 3: Ponderadores de criterios.

Criterios	Expertos	Implicados	Promedio
C1	0.016681	0.041553	0.029117
C2	0.042344	0.185586	0.113965
C3	0.048913	0.288609	0.168761
C4	0.062093	0.059646	0.0608695
C5	0.022867	0.017824	0.0203455
C6	0.111353	0.011286	0.0613195
C7	0.029339	0.004139	0.016739
C8	0.037328	0.04505	0.041189
C9	0.179298	0.076711	0.1280045
C10	0.032785	0.008126	0.0204555
C11	0.091343	0.023405	0.057374
C12	0.038007	0.021936	0.0299715
C13	0.022372	0.019602	0.020987
C14	0.037908	0.029508	0.033708
C15	0.054512	0.062194	0.058353
C16	0.091897	0.057225	0.074561
C17	0.019795	0.009927	0.014861
C18	0.010269	0.008397	0.009333
C19	0.02602	0.009347	0.0176835
C20	0.024875	0.019928	0.0224015
Total	0.999999	0.999999	0.999999

Fuente: Elaboración propia.

4.10 Consistencia de las encuestas.

Posterior a la realización de las encuestas, se procedió el ingreso de estas al software, “*Super Decisionstm*”, para obtener una respuesta aceptable, se estableció una consistencia mínima, menor del 10%, es decir 0,1. Controlando el nivel de este indicador y bajo este parámetro se puede avanzar en el ingreso de la comparación del siguiente grupo de criterios. Lo anterior fue aplicado para el ingreso de los dos grupos, una vez obtenido el promedio geométrico de los criterios se procede a realizar el ingreso al software de manera separada, por un lado, los expertos y por el otro los implicados.

4.11 Matriz de denominación interfactorial.

Esta matriz permite comparar criterios de la misma perspectiva o cluster, como criterios de diferentes perspectivas o clusters, como muestra la tabla 4.

Tabla 4: Matriz de denominación interfactorial comparando dos criterios.

		C1				C2			
		E11	E12	...	E1n1	E21	E22	...	E2n2
C1	E11	A11				A12			
	E12								
	...								
	E1n1								
C2	E21	A21				A22			
	E22								
	...								
	E2n2								

Fuente: FUNDAMENTALS OF THE ANALYTIC NETWORK PROCESS.

Cuando un elemento influye sobre otro, se rellena la matriz con el valor 1 y cuando no, se rellena con un valor 0, como se ejemplifica en la tabla 5.

Tabla 5: Relación de elementos del mismo criterio con otros.

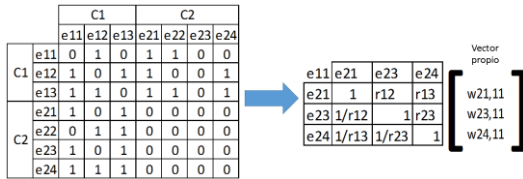
		C1			C2			
		e11	e12	e13	e21	e22	e23	e24
C1	e11	0	1	0	1	1	0	0
	e12	1	0	1	1	0	0	1
	e13	1	1	0	1	1	0	1
C2	e21	1	0	1	0	0	0	0
	e22	0	1	1	0	0	0	0
	e23	1	0	1	0	0	0	0
	e24	1	1	1	0	0	0	0

Fuente: FUNDAMENTALS OF THE ANALYTIC NETWORK PROCESS.

4.12 Supermatriz original.

La generación de una supermatriz original o matriz no ponderada, se debe realizar en base a una matriz de denominación interfactorial, como se explicó anteriormente. Las entradas de la supermatriz recogen los pesos de la influencia relativa de los elementos situados en las filas de la matriz sobre los elementos situados en las columnas (Amparo Baviera-Puiga, Propuesta metodológica mediante ANP para la evaluación de las memorias de sostenibilidad, 2014). Al igual que lo explicado en el proceso de AHP, se deben calcular los pesos de la matriz, y así se obtiene la Supermatriz original. Para ello, se debe calcular el vector propio de los elementos que tienen influencia sobre un elemento, como se muestra en la Figura 4. La principal importancia de la supermatriz original es el cálculo de prioridades entre los elementos.

V. Figura 6: Comparación pareada de elementos de diferentes componentes.



Fuente: FUNDAMENTALS OF THE ANALYTIC NETWORK PROCESS.

Los valores del vector propio son los que reemplazan los valores 1 y 0 de la matriz que, para el caso de la imagen, sería de la columna uno, ya que son los ponderadores para el elemento e11. Dichos valores son los pesos asignados a cada variable.

Tabla 6: Supermatriz original, donde se tiene calculados los pesos de las influencias.

	C1			C2			
	VE11	VE12	...	VE1n1	VE1n-1.1	VE1n-1.2	...
C1	VE11						
VE12							
...							
VE1n1							
C2	VE21						
VE22							
...							
VE2n2							

Fuente: FUNDAMENTALS OF THE ANALYTIC NETWORK PROCESS.

4.13 Supermatriz ponderada.

Para obtener la supermatriz ponderada se debe utilizar la matriz original (no ponderada). Esta matriz a diferencia de la anterior es estocástica. La matriz original no es estocástica, ya que los valores que la componen son los parámetros ingresados por las encuestas realizadas, para realizar el cambio de matriz original a ponderada, se calcula la influencia de cada criterio sobre otro mediante una matriz de comparación pareada. Posteriormente se multiplica el vector propio calculado de los criterios por los pesos calculados anteriormente,

en la Supermatriz original. Acá se normaliza la supermatriz ponderada, dividiendo cada valor por la suma de las columnas. De esta forma, se obtiene una matriz estocástica por columnas, es decir, cuyas columnas sumen la unidad (supermatriz ponderada estocástica).

En síntesis, consiste en ponderar los bloques de la supermatriz no ponderada, mediante los pesos correspondientes de los componentes, para transformarla en la supermatriz ponderada. (Amparo Baviera-Puiga, Propuesta metodológica mediante ANP para la evaluación de las memorias de sostenibilidad, 2014)

Tabla 7: Comparación entre criterios para el cálculo de la supermatriz ponderada.

Importancia	C1	C2	Vector propio
C1	1	r12	W11
C2	1/r12	1	W12

Fuente: FUNDAMENTALS OF THE ANALYTIC NETWORK PROCESS.

4.14 Supermatriz limite.

La Supermatriz limite se consigue al elevar la Supermatriz ponderada a tantas potencias como sea necesario para conseguir que todos los valores de las columnas puedan converger en un valor y permanezcan estables. Generalmente la Supermatriz limite es única es decir todas sus columnas son iguales, sin embargo, en ciertos casos se pueden generar más de una Supermatriz limite. Cuando suceda esto, se debe calcular las prioridades bajo el promedio de cada prioridad.

4.15 Calculo del ranking de criterios y comparación de importancia de relativa de perspectivas.

Una vez lograda la súper matriz limite, se pueden obtener las ponderaciones de importancia de cada criterio comparado en el modelo. Así se puede contar con la importancia e influencia de cada criterio en el modelo establecido. De esta manera analizar los datos en función de los parámetros más importantes a considerar, tanto desde las perspectivas de la comunidad como la industria.

5. Análisis de los resultados

Este Trabajo consta de la evaluación y colaboración de diferentes actores de la industria y de personas de la localidad de la caleta de ventana, como también las organizaciones aledañas quienes amablemente dieron su opinión en la encuesta.

5.1 Definición de la industria minera en Chile.

En el presente estudio se realizó recopilación de la información, con un enfoque principalmente orientado a la industria minera nacional. Desde esta perspectiva fue necesario comprender las variables críticas desde los elementos considerados en el análisis PESTEL, es decir los ámbitos contenidos en él.

La industria minera, a lo largo del tiempo ha generado gran cantidad de excedentes a nivel tanto nacional como en el resto del mundo, sin embargo, ha generado un gran impacto en otros ámbitos como el social, ambiental y político.

Como se mencionó, la elección de los criterios se decidió desde una perspectiva ligada a la industria minera, por lo tanto, el entendimiento de estos no debería

implicar mayor complicación, sin embargo, al considerar la componente social para las encuestas se debió explicar cada uno de los criterios y su importancia en el estudio cuidando no incidir en la importancia de un criterio por sobre otro.

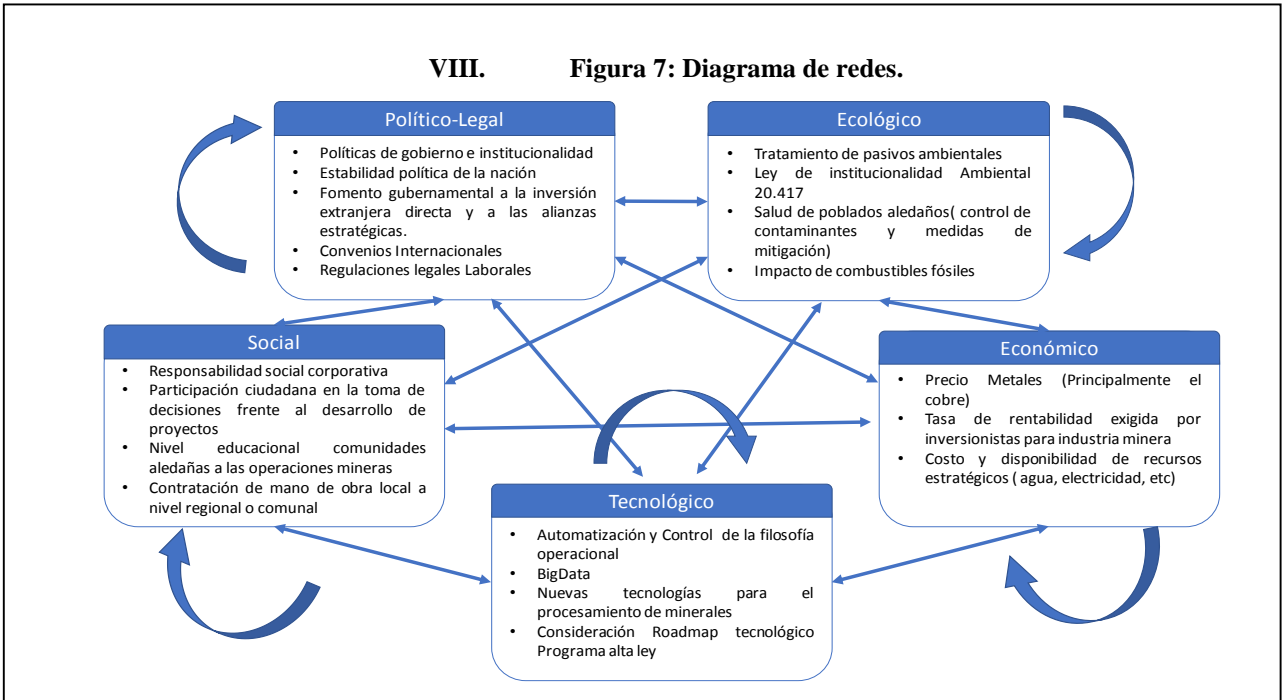
Para la selección de estos criterios, como se ha mencionado, se consultó a través de literatura relacionada, estudios referentes a las necesidades del futuro, iniciativas gubernamentales y consulta a personal que trabajan en la industria. Una vez obtenida la información, y considerando la gran cantidad de criterios se decidió comprimir la mayor cantidad de variables posibles dentro de un criterio, como por ejemplo el criterio N°4 convenios internaciones, donde se comprimen todos los convenios desde la perspectiva ambiental donde Chile esta adherido.

Bajo la misma lógica de comprimir la encuesta se decidió unir los criterios Político y Legal dada la similitud entre criterios contenidos dentro de estos cluster y de esta forma disminuir la cantidad de criterios considerando que de lo contrario la encuesta se desarrollaría en un tiempo demasiado prolongado lo cual podría ser un inconveniente a la hora de su realización.

5.2 Construcción de la red del modelo ANP.

Para la construcción del modelo, se debe asumir que tanto todos los criterios y las perspectivas seleccionadas tienen una influencia entre sí, por ende, existe relación entre toda la red del modelo propuesto. Para ello se establece lo que muestra la figura 6.

VIII. Figura 7: Diagrama de redes.



Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración Propia. group, de los dos grupos analizados, con lo que se realizó el promedio de las encuestas obtenidas para cada criterio, en secuencia se procede a ingresar los datos al software controlando encuesta a

5.3 Construcción de la red del modelo ANP.

Para dar comienzo al estudio una vez elaborados los criterios se obtuvieron las preferencias de cada integrante del focus

IX. Figura 8: Control de consistencia en el Software

The screenshot shows the software interface for ANP consistency control. It is divided into three main sections:

- 1. Choose:** Shows the selected cluster 'Ecologico'.
- 2. Cluster comparisons with respect to Ecologico:** Displays a comparison matrix between 'Ecologico' and 'Economico'. A red box highlights the 'Control de consistencia' section.
- 3. Results:** Shows the calculated inconsistency values for each cluster comparison. A red box highlights the 'Inconsistency: 0.07318' value.

Cluster 1	Cluster 2	Inconsistency
Ecologico	Economico	0.20136
Economico	Politico-Legal	0.16897
Politico-Legal	Social	0.37060
Social	Tecnologico	0.17303
Tecnologico	Ecologico	0.08604

encuesta la inconsistencia, como se muestra en la siguiente imagen:

5.4 Resultados.

5.4.1 Supermatriz original.

El primer reporte del software “Super decisión” es la super matriz no ponderada o supermatriz original, la cual se genera posterior a ingresar los datos obtenidos del promedio de las encuestas realizadas de los grupos, cabe señalar que para efectos de cada grupo de encuestados los análisis se hicieron por separado. Es la supermatriz original, la cual entrega la ponderación en las comparaciones de cada criterio (par a par), con lo que se obtienen los vectores principales para cada criterio, es decir la influencia que tiene un criterio sobre otro, que de forma grupal generan la supermatriz. La supermatriz original, como se dijo anteriormente, no es estocástica. Es

importante aclarar que para este estudio se realizaron dos análisis, primero el de los expertos y después el de los implicados donde en forma separada se ingresaron los datos para analizar y comparar las diferentes visiones de cada uno de ellos. Lo anterior se aprecia en las siguientes Tablas 8 y 9.

5.4.2 Supermatriz ponderada.

Para estimar los valores de la supermatriz ponderada, se deben tener las comparaciones de las perspectivas (clusters), es decir político-legal, económico, social, tecnológico y ecológico. Esta es normalizada con la división de cada valor por la suma de la columna. Las comparaciones se pueden observar en la tabla 10.

Al multiplicar la matriz obtenida anteriormente por la supermatriz original o también denominada supermatriz no ponderada se logra obtener la supermatriz ponderada. La supermatriz

Tabla 8: Supermatriz original Expertos.

Cluster / Criterios		UNWEIGHTED SUPERMATRIX																			
		Político-Legal					Ecológico				Económico				Social				Tecnológico		
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
Político-Legal	C1	0	0.105	0.135	0.210	0.091	0.091	0.091	0.091	0.094	0.129	0.083	0.094	0.076	0.075	0.078	0.060	0.091	0.091	0.120	0.094
	C2	0.260	0	0.367	0.240	0.262	0.262	0.262	0.262	0.306	0.271	0.156	0.306	0.280	0.191	0.335	0.226	0.262	0.262	0.272	0.162
	C3	0.413	0.258	0	0.550	0.215	0.215	0.215	0.215	0.182	0.191	0.275	0.182	0.415	0.422	0.215	0.602	0.215	0.215	0.207	0.285
	C4	0.327	0.637	0.498	0	0.431	0.431	0.431	0.431	0.418	0.409	0.485	0.418	0.229	0.312	0.373	0.111	0.431	0.431	0.401	0.459
	C5	0.096	0.096	0.121	0.121	0	0.500	0.143	0.096	0.096	0.117	0.106	0.106	0.096	0.096	0.096	0.106	0.151	0.096	0.261	0.096
Ecológico	C6	0.760	0.760	0.764	0.764	0.875	0	0.857	0.760	0.760	0.614	0.701	0.701	0.760	0.760	0.701	0.758	0.760	0.630	0.760	0.760
	C7	0.144	0.144	0.115	0.115	0.125	0.500	0	0.144	0.144	0.268	0.193	0.193	0.144	0.144	0.193	0.091	0.144	0.108	0.144	0.144
	C8	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0.073	0	0.153	0.076	0.171	0.079	0.107	0.077	0.108	0.087	0.048	0.063	0.044	0.073
Económico	C9	0.564	0.565	0.565	0.564	0.564	0.564	0.564	0.614	0	0.623	0.697	0.626	0.594	0.575	0.600	0.546	0.526	0.534	0.546	0.564
	C10	0.085	0.068	0.068	0.085	0.085	0.085	0.085	0.071	0.158	0	0.051	0.074	0.053	0.065	0.047	0.042	0.214	0.099	0.119	0.085
	C11	0.192	0.211	0.211	0.192	0.192	0.192	0.224	0.224	0.488	0.242	0	0.222	0.166	0.224	0.183	0.243	0.148	0.214	0.214	0.192
Social	C12	0.086	0.083	0.083	0.086	0.086	0.086	0.086	0.090	0.201	0.059	0.081	0	0.080	0.059	0.062	0.081	0.064	0.090	0.077	0.086
	C13	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.102	0.108	0.075	0.083	0	0.140	0.196	0.137	0.100	0.235	0.090	0.100
	C14	0.157	0.135	0.135	0.157	0.157	0.157	0.157	0.157	0.160	0.133	0.142	0.124	0.493	0	0.493	0.238	0.126	0.080	0.231	0.126
	C15	0.257	0.318	0.318	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.202	0.202	0.251	0.196	0.528	0	0.625	0.229	0.150	0.171	0.229	0.229
	C16	0.521	0.446	0.446	0.521	0.521	0.521	0.521	0.521	0.536	0.531	0.581	0.542	0.311	0.333	0.311	0	0.544	0.536	0.507	0.544
Tecnológico	C17	0.192	0.241	0.237	0.241	0.241	0.237	0.237	0.237	0.200	0.237	0.237	0.282	0.153	0.183	0.157	0.451	0	0.163	0.558	0.238
	C18	0.134	0.142	0.139	0.142	0.142	0.139	0.139	0.139	0.135	0.139	0.139	0.107	0.124	0.119	0.088	0.094	0.094	0	0.122	0.137
	C19	0.257	0.309	0.260	0.309	0.309	0.260	0.260	0.260	0.357	0.365	0.260	0.255	0.461	0.477	0.483	0.257	0.627	0.297	0	0.625
	C20	0.417	0.309	0.365	0.309	0.309	0.365	0.365	0.365	0.308	0.260	0.365	0.356	0.262	0.221	0.272	0.198	0.280	0.540	0.320	0

Tabla 10: Supermatriz original Implicados.

UNWEIGHTED SUPERMATRIX																						
Cluster / Criterios		Político-Legal					Ecológico				Económico				Social				Tecnológico			
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	
Político-Legal	C1	0	0.081	0.081	0.081	0.059	0.059	0.059	0.058	0.065	0.085	0.059	0.059	0.060	0.059	0.077	0.069	0.065	0.059	0.054	0.124	
	C2	0.122	0	0.784	0.135	0.171	0.171	0.171	0.185	0.215	0.222	0.233	0.171	0.180	0.171	0.157	0.171	0.122	0.171	0.181	0.163	
	C3	0.804	0.784	0	0.784	0.687	0.687	0.687	0.681	0.615	0.624	0.618	0.687	0.668	0.687	0.695	0.691	0.653	0.687	0.684	0.645	
	C4	0.074	0.135	0.135	0	0.083	0.083	0.083	0.077	0.105	0.069	0.089	0.083	0.092	0.083	0.071	0.069	0.160	0.083	0.080	0.068	
	C5	0.458	0.458	0.614	0.637	0	0.857	0.333	0.558	0.458	0.625	0.458	0.458	0.458	0.558	0.571	0.614	0.558	0.458	0.466	0.637	
Ecológico	C6	0.416	0.416	0.268	0.258	0.750	0	0.667	0.320	0.416	0.238	0.416	0.416	0.416	0.320	0.286	0.268	0.320	0.416	0.433	0.258	
	C7	0.126	0.126	0.117	0.105	0.250	0.143	0	0.122	0.126	0.137	0.126	0.126	0.126	0.122	0.143	0.117	0.122	0.126	0.101	0.105	
	C8	0.223	0.282	0.260	0.228	0.243	0.247	0.224	0	0.469	0.143	0.188	0.286	0.226	0.207	0.226	0.244	0.205	0.223	0.164	0.221	
	C9	0.494	0.461	0.480	0.500	0.456	0.482	0.479	0.567	0	0.575	0.572	0.499	0.452	0.487	0.492	0.483	0.493	0.494	0.465	0.474	
Económico	C10	0.043	0.039	0.041	0.043	0.054	0.077	0.061	0.050	0.068	0	0.056	0.060	0.044	0.041	0.037	0.042	0.047	0.043	0.063	0.093	
	C11	0.113	0.116	0.123	0.131	0.132	0.125	0.115	0.233	0.166	0.210	0	0.155	0.166	0.151	0.147	0.131	0.119	0.113	0.147	0.090	
	C12	0.127	0.103	0.096	0.099	0.115	0.069	0.122	0.151	0.297	0.072	0.184	0	0.112	0.114	0.098	0.100	0.136	0.127	0.161	0.121	
Social	C13	0.127	0.078	0.075	0.095	0.130	0.127	0.127	0.093	0.101	0.110	0.115	0.108	0	0.200	0.260	0.174	0.089	0.108	0.147	0.102	
	C14	0.159	0.134	0.132	0.115	0.137	0.159	0.159	0.130	0.214	0.126	0.160	0.138	0.550	0	0.327	0.192	0.483	0.445	0.228	0.106	
	C15	0.444	0.453	0.330	0.338	0.350	0.444	0.444	0.348	0.507	0.358	0.509	0.420	0.240	0.400	0	0.634	0.224	0.190	0.449	0.364	
	C16	0.269	0.335	0.463	0.452	0.384	0.269	0.269	0.429	0.177	0.406	0.216	0.334	0.210	0.400	0.413	0	0.203	0.258	0.176	0.428	
Tecnológico	C17	0.315	0.183	0.282	0.194	0.152	0.320	0.395	0.124	0.142	0.273	0.144	0.288	0.447	0.153	0.162	0.146	0	0.249	0.169	0.174	
	C18	0.224	0.221	0.125	0.157	0.121	0.138	0.163	0.141	0.153	0.125	0.220	0.205	0.159	0.142	0.216	0.158	0.311	0	0.443	0.192	
	C19	0.092	0.119	0.093	0.077	0.514	0.179	0.163	0.321	0.271	0.219	0.161	0.169	0.131	0.271	0.199	0.305	0.196	0.594	0	0.634	
	C20	0.370	0.477	0.501	0.572	0.212	0.363	0.278	0.415	0.434	0.383	0.475	0.338	0.263	0.434	0.423	0.391	0.493	0.157	0.387	0	

Tabla 9: Supermatriz ponderada Expertos.

WEIGHTED SUPERMATRIX																						
Cluster / Criterios		Político-Legal					Ecológico				Económico				Social				Tecnológico			
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	
Político-Legal	C1	0	0.021	0.027	0.042	0.016	0.016	0.016	0.012	0.012	0.017	0.011	0.012	0.015	0.014	0.015	0.012	0.019	0.019	0.025	0.019	
	C2	0.052	0	0.074	0.048	0.046	0.046	0.046	0.035	0.041	0.036	0.021	0.041	0.054	0.037	0.065	0.044	0.054	0.054	0.056	0.033	
	C3	0.083	0.052	0	0.111	0.038	0.038	0.038	0.029	0.024	0.025	0.036	0.024	0.080	0.082	0.042	0.117	0.044	0.044	0.042	0.058	
	C4	0.066	0.128	0.100	0	0.076	0.076	0.076	0.057	0.055	0.054	0.064	0.055	0.044	0.061	0.072	0.022	0.088	0.088	0.082	0.094	
	C5	0.016	0.016	0.020	0.020	0	0.059	0.017	0.017	0.017	0.020	0.018	0.018	0.016	0.016	0.016	0.018	0.028	0.018	0.049	0.018	
Ecológico	C6	0.128	0.128	0.129	0.129	0.103	0	0.101	0.132	0.132	0.106	0.121	0.121	0.129	0.129	0.119	0.141	0.141	0.117	0.141		
	C7	0.024	0.024	0.019	0.019	0.015	0.059	0	0.025	0.025	0.046	0.033	0.033	0.024	0.024	0.033	0.017	0.027	0.020	0.027		
	C8	0.027	0.027	0.027	0.027	0.030	0.030	0.030	0	0.064	0.032	0.071	0.033	0.036	0.026	0.036	0.029	0.014	0.018	0.012	0.021	
	C9	0.209	0.209	0.209	0.209	0.230	0.230	0.230	0.256	0	0.259	0.290	0.260	0.197	0.191	0.199	0.181	0.148	0.151	0.154	0.159	
Económico	C10	0.032	0.025	0.025	0.032	0.035	0.035	0.035	0.030	0.066	0	0.021	0.031	0.018	0.022	0.016	0.014	0.060	0.028	0.034	0.024	
	C11	0.071	0.078	0.078	0.071	0.078	0.078	0.078	0.093	0.203	0.101	0	0.092	0.055	0.074	0.061	0.081	0.042	0.060	0.060	0.054	
	C12	0.032	0.031	0.031	0.032	0.035	0.035	0.035	0.038	0.084	0.024	0.034	0	0.027	0.019	0.021	0.027	0.018	0.026	0.022	0.024	
Social	C13	0.017	0.017	0.017	0.017	0.023	0.023	0.023	0.019	0.019	0.020	0.014	0.016	0	0.032	0.046	0.032	0.024	0.057	0.022	0.024	
	C14	0.027	0.023	0.023	0.027	0.036	0.036	0.036	0.030	0.030	0.025	0.027	0.024	0.115	0	0.115	0.055	0.031	0.019	0.056	0.031	
	C15	0.038	0.055	0.055	0.038	0.051	0.051	0.051	0.042	0.038	0.043	0.038	0.047	0.046	0.123	0	0.145	0.055	0.036	0.042	0.055	
	C16	0.090	0.077	0.077	0.090	0.121	0.121	0.121	0.099	0.101	0.101	0.110	0.103	0.072	0.077	0.072	0	0.132	0.130	0.123	0.132	
Tecnológico	C17	0.017	0.021	0.020	0.021	0.016	0.015	0.015	0.021	0.018	0.021	0.021	0.025	0.011	0.013	0.011	0.033	0	0.014	0.047	0.020	
	C18	0.012	0.012	0.012	0.012	0.009	0.009	0.009	0.012	0.012	0.012	0.012	0.010	0.009	0.009	0.006	0.007	0.008	0	0.010	0.012	
	C19	0.022	0.027	0.022	0.027	0.020	0.017	0.017	0.023	0.032	0.033	0.023	0.033	0.035	0.035	0.019	0.053	0.025	0	0.053	0.053	
	C20	0.036	0.027	0.031	0.027	0.020	0.024	0.024	0.033	0.028	0.023	0.033	0.032	0.019	0.016	0.020	0.014	0.024	0.046	0.027	0	

Tabla 11: Supermatriz ponderada Implicados.

WEIGHTED SUPERMATRIX																						
Cluster / Criterios		Político-Legal					Ecológico				Económico			Social				Tecnológico				
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	
Político-Legal	C1	0	0.049	0.049	0.049	0.035	0.035	0.035	0.032	0.036	0.047	0.033	0.032	0.031	0.030	0.040	0.036	0.035	0.032	0.030	0.068	
	C2	0.073	0	0.471	0.081	0.103	0.103	0.103	0.102	0.118	0.122	0.128	0.094	0.093	0.089	0.082	0.089	0.067	0.094	0.099	0.089	
	C3	0.483	0.471	0	0.471	0.413	0.413	0.413	0.374	0.339	0.343	0.340	0.378	0.347	0.357	0.361	0.359	0.358	0.376	0.375	0.353	
	C4	0.044	0.081	0.081	0	0.050	0.050	0.050	0.042	0.058	0.038	0.049	0.046	0.048	0.043	0.037	0.036	0.088	0.045	0.044	0.037	
Ecológico	C5	0.014	0.014	0.019	0.020	0	0.041	0.016	0.018	0.015	0.021	0.015	0.015	0.016	0.019	0.019	0.021	0.025	0.021	0.021	0.029	
	C6	0.013	0.013	0.008	0.008	0.036	0	0.032	0.011	0.014	0.008	0.014	0.014	0.014	0.011	0.010	0.009	0.014	0.019	0.020	0.012	
	C7	0.004	0.004	0.004	0.003	0.012	0.007	0	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.006	0.006	0.005	0.005	
Económico	C8	0.038	0.048	0.044	0.039	0.041	0.042	0.038	0	0.112	0.034	0.045	0.069	0.031	0.028	0.031	0.033	0.028	0.030	0.022	0.030	
	C9	0.084	0.079	0.082	0.085	0.078	0.082	0.082	0.136	0	0.138	0.137	0.120	0.062	0.067	0.067	0.066	0.067	0.067	0.063	0.064	
	C10	0.007	0.007	0.007	0.007	0.009	0.013	0.010	0.012	0.016	0	0.014	0.014	0.006	0.006	0.005	0.006	0.006	0.006	0.008	0.013	
Social	C11	0.019	0.020	0.021	0.022	0.022	0.021	0.020	0.056	0.040	0.050	0	0.037	0.023	0.021	0.020	0.018	0.016	0.015	0.020	0.012	
	C12	0.022	0.018	0.016	0.017	0.020	0.012	0.021	0.036	0.071	0.017	0.044	0	0.015	0.016	0.013	0.014	0.018	0.017	0.022	0.016	
	C13	0.020	0.012	0.012	0.015	0.019	0.019	0.019	0.012	0.014	0.015	0.015	0.015	0	0.054	0.070	0.047	0.011	0.013	0.018	0.013	
Tecnológico	C14	0.025	0.021	0.020	0.018	0.020	0.023	0.023	0.017	0.029	0.017	0.021	0.018	0.148	0	0.088	0.052	0.060	0.055	0.028	0.013	
	C15	0.069	0.070	0.051	0.052	0.052	0.065	0.065	0.047	0.068	0.048	0.068	0.056	0.065	0.108	0	0.171	0.028	0.024	0.056	0.045	
Tecnológico	C16	0.042	0.052	0.071	0.070	0.057	0.040	0.040	0.057	0.024	0.054	0.029	0.045	0.057	0.108	0.111	0	0.025	0.032	0.022	0.053	
	C17	0.014	0.008	0.012	0.008	0.005	0.011	0.014	0.005	0.006	0.012	0.006	0.012	0.018	0.006	0.007	0.006	0	0.037	0.025	0.026	
	C18	0.010	0.010	0.005	0.007	0.004	0.005	0.006	0.006	0.007	0.005	0.010	0.009	0.006	0.006	0.009	0.006	0.046	0	0.066	0.028	
	C19	0.004	0.005	0.004	0.003	0.018	0.006	0.006	0.014	0.012	0.009	0.007	0.007	0.005	0.011	0.008	0.012	0.029	0.088	0	0.094	
	C20	0.016	0.021	0.022	0.025	0.007	0.013	0.010	0.018	0.019	0.017	0.021	0.015	0.011	0.017	0.017	0.016	0.073	0.023	0.057	0	

Ponderada se puede observar en la Tabla 11.

5.4.3 Supermatriz limite.

El último paso del cálculo para obtener el resultado final es la multiplicación de la

supermatriz ponderada tantas veces, hasta que cada fila de la supermatriz tenga convergencia a un único valor. Esto se puede apreciar en la tabla xx. En

Tabla 12: Supermatriz limite Expertos.

LIMIT SUPERMATRIX																						
Cluster / Criterios		Político-Legal					Ecológico				Económico			Social				Tecnológico				
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	
Político-Legal	C1	0	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	
	C2	0.042	0	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	
	C3	0.049	0.049	0	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	
	C4	0.062	0.062	0.062	0	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	
Ecológico	C5	0.023	0.023	0.023	0.023	0	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	
	C6	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	
	C7	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	
Económico	C8	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	
	C9	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179	0	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179	0.179	
	C10	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	
Social	C11	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	
	C12	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	
Tecnológico	C13	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	
	C14	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	
	C15	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	
Tecnológico	C16	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	
	C17	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0	0.020	0.020	0.020	0.020	
	C18	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0	0.010	0.010	0.010	
	C19	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0	0.026	0.026	
	C20	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0	

base a lo anterior se estiman los criterios

función de reporte entregado por los

Tabla 13: Supermatriz limite Implicados.

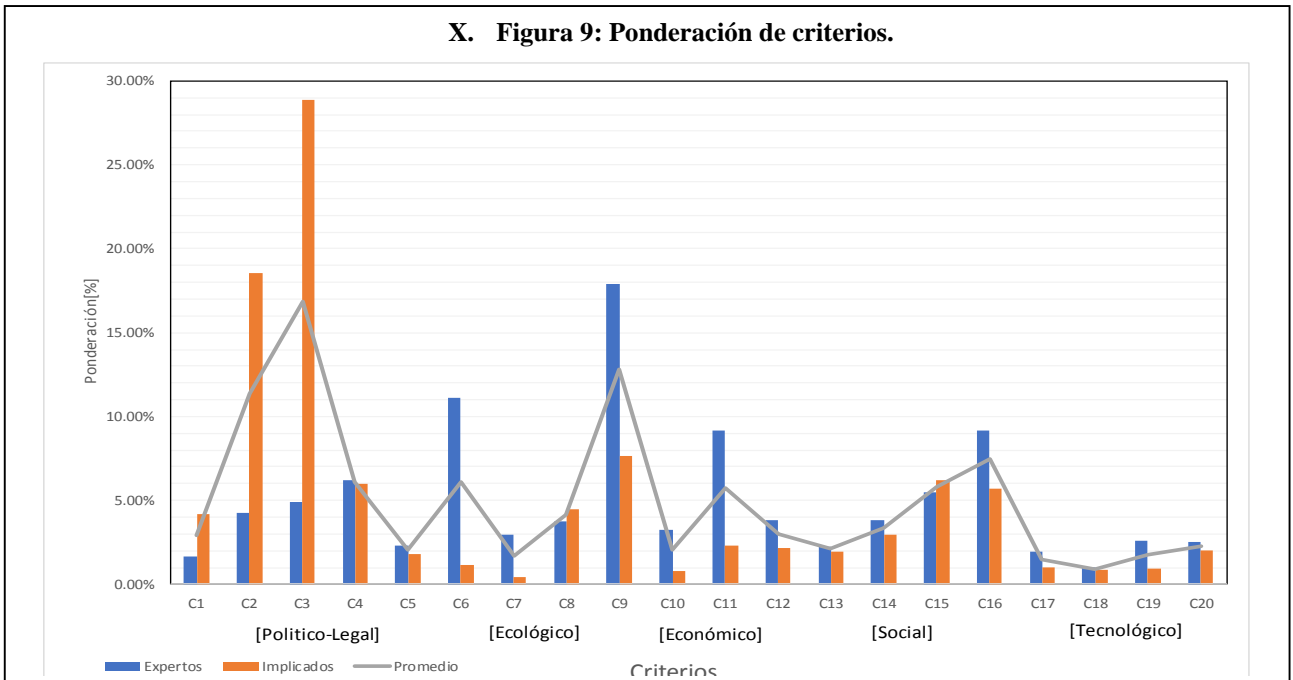
Cluster / Criterios		LIMIT SUPERMATRIX																			
		Político-Legal					Ecológico					Económico				Social				Tecnológico	
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
Político-Legal	C1	0	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
	C2	0.186	0	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186	0.186
	C3	0.289	0.289	0	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289	0.289
	C4	0.060	0.060	0.060	0	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060
	C5	0.018	0.018	0.018	0.018	0	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
Ecológico	C6	0.011	0.011	0.011	0.011	0	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
	C7	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
	C8	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
	C9	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077	0.077
Económico	C10	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
	C11	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
	C12	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
Social	C13	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
	C14	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
	C15	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062
	C16	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057
Tecnológico	C17	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0	0.010	0.010	0.010
	C18	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0	0.008	0.008
	C19	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0	0.009	0.009
	C20	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020

con mayor relevancia en el modelo.

Con la evacuación de esta matriz se puede desarrollar un plan de acción en

criterios y elementos de mayor ponderación. Además, al contar con la perspectiva de la comunidad se pueden tomar en consideración los criterios que

X. Figura 9: Ponderación de criterios.



más influyen a esta y contribuir de mejor manera a la convivencia con la misma dentro de la toma de decisiones, junto con mitigar posibles problemas que puedan afectar al entorno.

5.5 Ranking de criterios e importancia relativa en el modelo.

Obtenidos los resultados de ambos análisis, es decir de los dos grupos de encuestados, se obtienen los ponderadores de cada uno, la importancia de estos, además de los valores de cada cluster y criterio comparado en forma particular.

De los 20 criterios consultados en los distintos focus, se exponen gráficamente a través de la figura 8 los ponderadores generados por ambos grupos de encuestados.

Realizando una comparación entre criterios de los focus se hace un análisis de Pareto considerando los valores que compongan el 80% del total en la componente industrial y se visualizan en la tabla 9. Para llegar al 80% de los datos estos contienen las mayores ponderaciones, donde los 5 más importantes en el ranking son:

- C9, Impacto de combustibles fósiles.
- C6, Tratamiento de pasivos ambientales
- C16, Contratación de mano de obra local a nivel regional o comunal
- C11, Tasa de rentabilidad exigida por inversionistas para industria minera
- C4, Convenios Internacionales

En este grupo, dos de los cinco criterios son parte del cluster Ecológico, por ende,

esto responde a las nuevas necesidades de la industria de incorporar la componente ambiental o ecológica dentro de las variables consideradas en el negocio minero. Por otro lado, dentro de los criterios con menor ponderación se encuentran:

- C5, Regulaciones legales Laborales.
- C13, Responsabilidad social corporativa.
- C17, Automatización y Control de la filosofía operacional.
- C1, Políticas de gobierno e institucionalidad.
- C18, Nuevas tecnologías para el procesamiento de minerales.

Por el lado de los menos ponderados, dos pertenecen al ámbito Político-Legal y dos al Tecnológico.

Tabla 14: Ranking de los Expertos.

Criterios	Expertos	Expertos Acumulado
C9	17.93%	17.93%
C6	11.14%	29.07%
C16	9.19%	38.25%
C11	9.13%	47.39%
C4	6.21%	53.60%
C15	5.45%	59.05%
C3	4.89%	63.94%
C2	4.23%	68.18%
C12	3.80%	71.98%
C14	3.79%	75.77%
C8	3.73%	79.50%
C10	3.28%	82.78%
C7	2.93%	85.71%
C19	2.60%	88.31%
C20	2.49%	90.80%
C5	2.29%	93.09%
C13	2.24%	95.33%
C17	1.98%	97.30%
C1	1.67%	98.97%
C18	1.03%	100.00%
Total	100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Desde la perspectiva de los implicados, también se realiza un análisis Pareto del 80% que concentran las mayores ponderaciones en forma descendiente, es decir de mayor a menor. A través de la tabla 10, se aprecian los ponderadores de cada criterio en un ranking.

Tabla 15: Ranking de los Implicados.

Criterios	Implicados	Implicados Acumulado
C3	28.86%	28.86%
C2	18.56%	47.42%
C9	7.67%	55.09%
C15	6.22%	61.31%
C4	5.96%	67.27%
C16	5.72%	73.00%
C8	4.51%	77.50%
C1	4.16%	81.66%
C14	2.95%	84.61%
C11	2.34%	86.95%
C12	2.19%	89.14%
C20	1.99%	91.14%
C13	1.96%	93.10%
C5	1.78%	94.88%
C6	1.13%	96.01%
C17	0.99%	97.00%
C19	0.93%	97.93%
C18	0.84%	98.77%
C10	0.81%	99.59%
C7	0.41%	100.00%
Total	100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en el caso de los expertos, acá se consideran los cinco criterios más importantes, o que concentran mayor cantidad de ponderación según el análisis Pareto, los cuales son:

- C3, Fomento gubernamental a la inversión extranjera y a las alianzas estratégicas.
- C2, Estabilidad política de la nación.
- C9, Impacto de combustibles fósiles.
- C15, Nivel educacional comunidades aledañas a las operaciones mineras.
- C4, Convenios Internacionales.

En este caso, tres de los cinco criterios que componen esta selección corresponden al cluster Político-Legal, lo cual por parte de la comunidad consideran que debería respetarse este ítem junto con añadir que el gobierno debería ser más enérgico en esta categoría, sobre todo en respetar los convenios internacionales.

Los criterios con menor ponderación en el ranking se aprecian a continuación:

- C17, Automatización y Control de la filosofía operacional.
- C19, Nuevas tecnologías para el procesamiento de minerales.
- C18, BigData
- C10, Precio Metales (Principalmente el cobre)
- C7, Ley de institucionalidad Ambiental 20.417.

En este caso, tres de los cinco criterios forman parte del cluster Tecnológico, donde claramente desde la perspectiva de la comunidad percibe que este elemento apunta solamente a mejorar la cadena de valor de la industria, donde esto tiene nula relevancia para esta y un fenómeno muy particular pasa con el C7, donde tiene la peor ponderación dentro de todos los criterios comparados, sin embargo, tiene directa relación con la comunidad.

5.6 Comparación de ponderación promedio entre grupos.

Una vez obtenidos los resultados finales de la propuesta metodológica, con las ponderaciones de cada criterio, se compararon estas ponderaciones para determinar la coincidencia en algún criterio o las diferencias entre los grupos consultados. Este análisis se describe con mayor profundidad en la conclusión de este trabajo. Además, en función del

ranking realizado anteriormente se obtienen los criterios de ambos grupos, esto se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 16: Ranking de Clusters.

Cluster	Expertos	Implicados
Político- Legal	19.29%	59.32%
Ecológico	35.73%	13.72%
Económico	16.21%	5.35%
Social	20.67%	16.85%
Tecnológico	8.10%	4.76%

Fuente: Elaboración propia.

5.7 Comparación con estudio anterior.

Una vez obtenidos los ponderadores de cada cluster, se procede a realizar una comparación con el estudio que antecede esta investigación, estudio que lleva por nombre “Aproximación metodológica para la toma de decisiones estratégicas de las empresas de la gran minería del cobre en Chile, basado en el método Analytic Network Process”.

En este estudio previo se realizó un análisis a través de la herramienta ANP, considerando los aspectos del análisis PESTEL con criterios contenidos dentro de él similares al presente trabajo, pero las encuestas se realizaron a docentes relacionados con la industria minera nacional. En base a esto se busca realizar una comparación entre los ponderadores generados por cada grupo de encuestas y evaluaras la variabilidad entre estos o posible homogeneidad entre las ponderaciones asignadas a sus respectivos cluster.

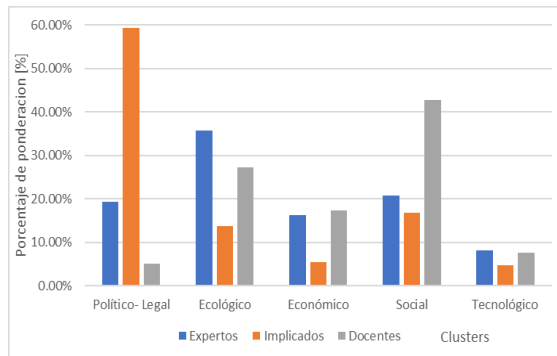
El ejercicio de comparación se expone en la siguiente Tabla.

Tabla 17: Comparación entre Grupos encuestados.

Cluster	Expertos	Implicados	Docentes	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de variación
Político- Legal	19.29%	59.32%	5.06%	27.89%	28.1%	101%
Ecológico	35.73%	13.72%	27.28%	25.58%	11.1%	43%
Económico	16.21%	5.35%	17.33%	12.96%	6.6%	51%
Social	20.67%	16.85%	42.71%	26.74%	14.0%	52%
Tecnológico	8.10%	4.76%	7.62%	6.83%	1.8%	26%

Fuente: Elaboración propia.

IX. Figura 10: Comparación de ponderadores por Cluster.



6. Limitations

Dentro de las limitaciones relacionadas al presente estudio es posible mencionar la obtención de los inputs que requiere el software para implementar la metodología ANP, estas son las encuestas cerradas para la composición de la matriz de comparaciones pareadas y la definición de los criterios según el objetivo del estudio y el grupo encuestado con el que se desea trabajar. Se definió un foco de encuestas para expertos relacionados con la industria minera e individuos pertenecientes a comunidades afectadas por el desarrollo de la industria minera y sus componentes.

La realización de encuestas a los expertos es la base para el desarrollo del presente trabajo, pero su realización debido a la gran cantidad de criterios se hace muy

prolongadas y tediosas, esto hace muy difícil su realización, considerando que las personas que componían el focus no cuentan con el tiempo, debido a eso se hace poco compatible reunirse para completar la actividad.

Las distancias juegan un rol crucial para realizar este estudio junto a la organización con los encuestados, como se mencionó anteriormente, sumado al poco tiempo compatible, disponibilidad para la realización de esta. Considerando lo anterior, se concluye realizar las encuestas a distancia (videollamada), sin embargo, esta alternativa no es muy amistosa para hacerla de manera remota debido a la complejidad de la metodología, lo cual crea empatía por parte de los encuestados, sin embargo, esta modalidad es la mejor solución para realizar encuestas a distancia.

La elaboración de la encuesta es un hito clave, en cuanto a la formulación de los criterios contenidos en los cluster. Lo antes mencionado se refiere a establecer una pequeña brecha en cuanto a importancia de los temas relacionados entre la comunidad y la industria, para esto es necesario realizar un estudio previo desde ambas perspectivas de manera que estos criterios engloben las necesidades de ambos, es decir, que entienda la comunidad por social, ecológico, político donde a través de estas preguntas se pueda extraer realmente lo que consideran relevante como comunidad bajo estos términos e incorporarlos como criterios en estos clusters. Puntualmente, el criterio N°8 “salud de los poblados aledaños”, pertenecientes al cluster Ecológico, por parte de algunos representantes de la comunidad que además eran activistas ambientales, se negaron en primera

instancia a contestar la comparación de este criterio, argumentando que no es posible establecer comparación de un criterio que no es posible comparar, dicho de otro modo, debido a que es un derecho constitucional por lo tanto no se puede trazar por ningún motivo, “*La constitución asegura el derecho a vivir en un medioambiente libre de contaminación*”.

En este trabajo la base para establecer los cluster fue el análisis PESTEL, donde necesariamente se debían contemplar todos los ámbitos y por ende criterios relacionados con la industria, donde la incorporación de criterios que no son del manejo de las comunidades repercute en la falta de comprensión y pérdida de tiempo que podría evitarse al determinar criterios como se dijo anteriormente que engloben las necesidades de ambos y no solamente la industria.

El presente estudio busca determinar las ponderaciones de las partes encuestada respecto al macroentorno de la industria minera chilena, sin embargo, desde los expertos cada individuo posee ciertas motivaciones que se han adquirido por el tiempo y trabajo donde se han desempeñado en la industria, obteniendo una mirada muy similar entre pares en cuanto a la percepción de los criterios establecidos. En contraparte las personas de la comunidad poseen otra mirada muy distante a lo que piensa la industria, por razones obvias. Sin embargo, la orientación de la encuesta tiene mucho que ver con las capacidades que tengas estas personas de entender el foco y las variables involucradas en las comparaciones pareadas entre criterios y también las componentes que ellos consideran realmente relevantes más allá de decir lo políticamente correcto como

fue el caso de algunos expertos que reprimían la asignación de valores a variables económicas por sobre las ecológicas o sociales, frente a esto se les recomendó responder con total y completa libertad de manera de no alterar los resultados y objetivos del análisis.

Considerando el limitado tiempo que disponen las personas que trabajan en el rubro minero con altos cargos, se comprimieron los criterios de evaluación de la mayor forma posible, añadiendo gran cantidad de componentes dentro de un determinado criterio, esto hace perder el foco del criterio en sí y en ocasiones de la comparación de gran cantidad de información condensada en un mismo criterio, como es el caso de los convenios internacionales entre otros. Si se volviera a realizar el mismo análisis, contemplaría solamente una componente y las características críticas entorno a esta, a diferencia de considerar muchos ámbitos y muchas variables involucradas dentro del mismo. Del mismo modo, elaborar criterios con menos carga de información y no un conglomerado de variables contenidas dentro de sí puede generar un entendimiento más fácil y rápido del criterio de comparaciones pareadas sin perder el foco del ejercicio.

Una limitación presente en el desarrollo de este trabajo, pero enfocada en la metodología utilizada es la regla de la inconsistencia superior al 10%. El respetar este porcentaje de inconsistencia dentro del software incurre en una alteración de los datos obtenidos, debido a que para respetar esta inconsistencia es necesario iterar en forma manual generando una variación en los resultados de las comparaciones pareadas de manera de ir llegando a una

inconsistencia inferior al 10%. De esta forma, cada vez que se regula la inconsistencia en los datos a su vez se están alteran los resultados y de esta forma se pierde certeza y efectividad en los resultados obtenidos, producto a la alteración de estos.

7. Conclusions

Para realizar un análisis imparcial y con miras de aportar este antecedente y experiencia para futuros trabajos, se decide realizar la metodología tanto para expertos relacionados con la industria minera como a su vez implicados relacionados con el desgaste medioambiental y menoscabo de la comunidad producto de esta industria, esta iniciativa nace desde una trabajo anterior realizado por Cristóbal Cortes y Paloma Figueroa, con la finalidad de seguir la misma línea de su investigación, pero además incorporar dos visiones a diferencia del trabajo anterior que solamente considero un grupo de estudio perteneciente principalmente a docentes relacionados con el área de la minería.

Asimismo, con los datos obtenidos en el estudio anterior y con los resultados generados en este, se procede a realizar un análisis de comparación entre ambos resultados, con la finalidad de determinar las diferencias entre estas tres visiones, expertos, implicados y docentes.

La recopilación de información se efectuó en primer lugar para realizar un análisis considerando solamente la visión de los expertos en minería, sin embargo, el aporte que realizo el personal de la comunidad fue una gran contribución para comprender la real necesidad de incorporar de mayor magnitud la componente social y ambiental

relacionada con los proyectos mineros, no solamente cumpliendo las leyes sino tener iniciativas concretas por sobre las impuestas por los organismos regulatorios. Cuando se definieron los criterios contenidos en los cluster se realizó a través de revisión bibliográfica referente a las necesidades y proyecciones que contempla el actual y futuro escenario de la industria minera tanto a nivel nacional, como el internacional, a través de documentos, iniciativas gubernamentales, papers, estudios de caso y reportajes, pero para complementar este trabajo se realizaron encuestas a ingenieros de poca experiencia para tener una mirada en base a las necesidad más contemporáneas que componen esta industria, de esta forma se establecieron los criterios para realizar la base de este estudio. Sin embargo, la componente social o cuyos representantes les llamaremos implicados, no se consideraron en la elección de los criterios, de hacer nuevamente un trabajo siguiendo la misma línea es completamente asertivo la incorporación de estos.

Una vez generadas las comparaciones pareadas de los dos grupos, se valida la información y procesa mediante el software “Super Decision” utilizando la metodología ANP, a través del cual se realiza el ingreso de los datos para la obtención de la matriz limite junto con el ranking de ponderación asignado a los distintos criterios del modelo. A través de este reporte se puede concluir tanto de la mirada de la industria como la comunidad, considerando que esta última sea un aporte a la toma decisiones de la industria, de esta manera crear un ecosistema integrador de la primera más allá de la normativa ambiental para el

bienestar de las personas y además desde una perspectiva de responsabilidad de la empresa para con la comunidad.

Volviendo al enfoque orientado hacia la industria, es decir los expertos, algunos de los criterios escogidos presentaban conceptos demasiado técnicos para el entendimiento de la comunidad y además poco sensible desde el punto de vista de los derechos de esta. Puntualmente, el criterio “*salud de los pobladores N°8*”, pertenecientes al cluster Ecológico, es sometido al proceso de comparación pareada donde algunos de los representantes de la comunidad se niegan rotundamente a efectuar este ejercicio, argumentado que bajo ningún motivo se podría trazar la salud de los pobladores de una comunidad con ningún criterio o medida de mitigación. Añadiendo además que es un derecho constitucional. Otro punto importante es la diversidad de criterios, considerando los elementos que componen los cluster de los ámbitos Político-Legal, Ecológico, Económico, Social y Ambiental, donde es necesario considerar un entendimiento de las materias que componen los criterios, lo cual lo hace un labor compleja debido a que son distintas disciplinas relacionadas con los criterios las que forman parte del análisis, donde una medida a considerar para estudios futuros es enfocarse en un tema específico y en base a este establecer una variedad de criterios que converjan al objetivo común, para el caso de la comunidad puede ser el ámbito social o ecológico dependiendo el enfoque que se desea dar al estudio.

Para validar el modelo se realizaron las encuestas directas bajo dos perspectivas como se ha mencionado, industria y comunidad.

Los grupos de criterios se estructuraron y alinearon en función del análisis PESTEL, de esta manera se fue desarrollando un conjunto de criterios subordinados al ámbito de evaluación y de características similares, sin perder la orientación y relación con la industria minera.

Por parte de la industria, los profesionales que fueron sujetos a esta investigación y en particular a la encuesta, donde los criterios que establecieron la mayor ponderación en orden descendente según el ranking son:

- C9, Impacto de combustibles fósiles.
- C6, Tratamiento de pasivos ambientales
- C16, Contratación de mano de obra local a nivel regional o comunal
- C11, Tasa de rentabilidad exigida por inversionistas para industria minera
- C4, Convenios Internacionales

Una gran preocupación por parte de los expertos es el impacto que tienen las actuales fuentes de combustible utilizadas en la industria minera y en las termoeléctricas, como se pudo apreciar en la visita al cordón industrial en Ventanas. Esto es un tema sensible y que hoy en día se busca poco a poco mitigar el uso de estas tecnologías en algunos procesos remplazándolas por energías renovables no convencionales, lo cual está muy presente dentro del grupo de encuestados. Otro punto de gran preocupación es la cantidad de pasivos ambientales que ha generado nuestro país producto de esta industria, y que al paso del tiempo no existen medidas concretas

por parte del gobierno para investigación para el tratamiento de estos pasivos que no solamente contaminan, sino que además son un peligro latente que preocupa no solo a las comunidades sino también a las personas que se desempeñan en la industria, dado el temor de colapsos en estas colosales estructuras.

Dentro de los puntos con menor ponderaciones, dos pertenecen al cluster Político-Legal, estos son “Regulaciones legales laborales” junto a “Políticas de gobierno e institucionalidad”, discutiendo este punto con los expertos coinciden y se concluye que la componente Política y legal se deben considerar como una constante dentro del estudio, debido a que si no se respetan y cumplen estos requerimientos no es posible llevar a cabo ninguna labor industrial.

Desde la perspectiva de la comunidad, se realizó una visita a la localidad de la caleta de Ventanas, donde se realizaron las encuestas, además del trabajo, se interactuó con personas afectadas y en base a testimonios reales fue posible constatar la magnitud que ha tenido el emplazamiento del cordón industrial en este asentamiento urbano. Los criterios que establecieron mayor ponderación en orden descendente son:

- C3, Fomento gubernamental a la inversión extranjera y a las alianzas estratégicas.
- C2, Estabilidad política de la nación.
- C9, Impacto de combustibles fósiles.

- C15, Nivel educacional comunidades aledañas a las operaciones mineras.
- C4, Convenios Internacionales.

El análisis de los criterios entregados según la encuesta y además el contacto y conversación con la comunidad, se puede explicar que el C3, tiene relación con que la comunidad busca nuevos inversionistas para generar mayores oportunidades laborales, un bien al país y localidad, la pregunta acá es ¿a qué costo se fomenta la inversión?

Se concluye además según lo planteado por ambos grupos que, si no existe estabilidad política en una nación (C2), difícilmente se respetaran las políticas de gobierno, institucionalidad o regulaciones que puedan existir, punto importante dentro de esto son los convenios internacionales que van ligados estrechamente con esta estabilidad política que también pueda interpretarse según lo conversado con buenas prácticas dentro de un estado y respeto por las leyes y constitución existentes.

Por otro lado, dentro de las ponderaciones con menor valor en el ranking, se establecen de las cinco con los valores más bajos, tres relacionadas con el cluster Tecnológico, donde claramente la implicancia de estas puede repercutir de mayor manera optimizando el proceso productivo de la operación más allá de contribuir positivamente la calidad de vida de las personas, según lo concluido.

Uno de los criterios más importantes desde el punto de vista de la comunidad es la Ley de institucionalidad ambiental 20417 (C7), el motivo de la baja ponderación de este criterio se puede

concluir debido a que la comunidad si bien tiene conocimiento de este organismo, sin embargo alegan que las empresas realizan estudio del impacto que puedan generar un proyectos sobre la comunidad y los ecosistemas, sin embargo estos estudios no reciben un análisis mayor por parte del estado y muchas veces la evaluación no es rigurosa o veraz, dando cabida al desarrollo de proyectos que en el futuro puedan contribuir a un gran e irreparable daño donde se sitúan. Además, las empresas se comprometen con lo mínimo que les exige el SEA sin tener iniciativa de comprometerse a aumentar los estándares establecidos por las Normas de emisión, Normas de calidad ambiental, Planes de prevención y descontaminación. De esta forma la nula competencia, según la percepción de la comunidad, de este organismo hace que la comunidad tenga nula credibilidad sobre estas instituciones gubernamentales y que no hacen cumplir la ley como se debe, o bien trabajando con márgenes al límite de la normativa sin capacidad fiscalizadora según lo señalado por la misma comunidad.

Desde esta perspectiva es sabido que la comunidad considera variables que desde el punto de vista empresarial no son críticas y fundamentales para el proceso de toma de decisiones. Dentro de las discusiones expuestas en esta parte del análisis, las comunidades alegan que la industria solamente cumple los estándares legales y normativos, sino lo hacen no pueden desarrollarse como industria, sin embargo, estos plantean ir más allá de cumplir con las normativas ambientales y tomar el rol de comprometerse con la comunidad. Muchas veces los acuerdos no se toman

en conjunto o con una muestra representativa de la comunidad para llegar a un consenso, entonces existen individuos que son capaces de tranzar la calidad de vida de la comunidad por iniciativas reparatorias por parte de las empresas pero que a largo plazo no evalúan el impacto que pueda tener la operación sobre la localidad, en palabras simples en este país se cambia calidad de vida por una cancha, un colegio y alguna otra obra estructural para compensar el daño ambiental. Claro ejemplo de esto fue la contaminación de niños en la Greda, donde el colegio fue reubicado sin embargo aún existen emanaciones de anhídrido sulfuroso que no se han controlado por parte de la entidad fiscalizadora.

Para finalizar el estudio se procedió a comparar los tres segmentos de estudio como se mencionó en un principio, es decir los expertos, implicados y docentes, este último grupo se extrae del trabajo anterior realizado por Cristóbal Cortes y Paloma Figueroa, en donde se realiza una comparación entre los clústers establecidos, debido que en ambos trabajos los ámbitos de agrupación de criterios son el análisis PESTEL. Para realizar la comparación se ordenaron los resultados en una tabla que establece en forma porcentual cada ponderador con su respectivo cluster y además se calculó la desviación estándar de cada cluster con su respectivo grupo junto a un coeficiente de variación, de esta manera se usaron estas herramientas estadísticas para proceder a comparar los resultados y ver las diferencia entregadas en las distintas investigaciones.

Debido a la gran variabilidad de los datos en el ámbito Político-Legal, la

desviación es muy alta al igual que el C.V., esto principalmente ya que estas herramientas estadísticas son sensibles a grandes diferencias de valores extremos como es este caso, agregando gran heterogeneidad a este cluster, sin encontrar similitud alguna entre los grupos encuestados orientando sus ponderadores en forma muy distante unos de otros. En el ámbito ecológico, la D.E. es de 28% y el C.V. de un 43%, muy por bajo los valores del cluster analizado anteriormente, donde curiosamente se puede encontrar cierta similitud en los ponderadores entre los grupos de expertos y docentes pero muy abajo los implicados 13,72%, esto puede decir por un lado que los criterios establecidos en el presente trabajo no fueron representativos desde el punto de vista ecológico por la comunidad o realmente la comunidad tiene otras motivaciones y prioridades, como es el caso del ámbito Político-Legal el cual concentra una ponderación del 59,32% en el comunidad.

En el ámbito económico, la D.E. es 6,6% y el C.V. es 51%, claramente existe una menor dispersión en los datos esto se debe a que los parámetros económicos no fueron de gran relevancia y por ende de una ponderación alta en ninguno de los grupos encuestados, y por sobre todo se marca la menor ponderación en el grupo de los implicados quienes no tiene ninguna motivación por agregar mayor valor a este cluster debido a la naturaleza de los criterios contenidos dentro de él, que claramente son de importancia de la industria y no contribuyen en mayor manera ni al bienestar de la comunidad ni ecológico.

El ámbito Social, presenta una D.E. de 14% y C.V. de 52%, donde la mayor

ponderación la presentan los decentes con un 42%, sin embargo los implicados presentan la menor ponderación con 16,85%, esto se puede explicar al igual que en el caso anterior que los criterios contenidos en este clúster no son representativos o no representan las principales preocupaciones por parte de la comunidad, estos antecedentes motiva a que en futuras investigación utilizando esta metodología se puedan incorporar opiniones de la comunidad para establecer los criterios de cada clustes, esto en función de las necesidades de esta.

Por último, el ámbito Tecnológico, presenta la menor variabilidad en las ponderaciones, con un D.E. del 1,8% y un C.V. del 26%, de esta forma este clúster es el que posee una mayor homogeneidad entre los clústeres analizados. Básicamente, esto se explica debido a que, si bien la componente tecnología es una realidad y poco a poco se va incorporando en las operaciones mineras, por otro lado, no es un tema de gran relevancia dentro de los grupos analizados entregando una menor ponderación en comparación con otros ámbitos de estudio.

Reconocimientos

Al profesor Alexis Olmedo por su apoyo entrega como docente y profesor guía junto con su incansable aliento y motivación para culminar este periodo académico. Agradecimientos a las personas que conformaron los grupos tanto de la industria como de la localidad de ventana quienes fueron excelentes anfitriones y contribuyeron de manera enriquecedora este proyecto de tesis.

A mi amigo y compañero Cristóbal Cortes, quien me sirvió de guía y apoyo para seguir la continuación de su trabajo a través del presente.

8. Key References

X. Referencias

- Amparo Baviera-Puiga, G. G.-M.-N. (2014). Propuesta metodológica mediante ANP para la evaluación de las memorias de sostenibilidad. En *Economía Agraria y Recursos Naturales* (págs. 81-101).
- Azapagic, A. (2003). *Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry*. Guildford: School of Engineering.
- Dočkalíková, I., & Kashi, K. (2014). MCDM Methods in Practice: Determining Importance of PESTEL Analysis Criteria. *The 8th International Days of Statistics and Economics*.
- Ibrahim Iskin, T. D. (2012). Exploring renewable energy pricing with analytic network process — Comparing a developed and a developing economy. *EL SERVIER*.
- Jackson, T., & Green, K. (2015). Survey of Mining Companies 2015. *FRASER INSTITUTE ANNUAL*, 50.
- M.Franks, D., V.Boger, D., M.Cote, C., & R.Mulligan, D. (2010). *Sustainable development principles for the disposal of mining and mineral processing wastes*. ResourcesPolicy.
- Ministerio de minería, (. A. (s.f.).
- Mohammad Hussain, A. A. (2015). Interpretive structural modeling-analytic network process integrated framework for evaluating sustainable supply chain management alternatives. *EL SERVIER*.
- Mónica García-Melón, R. P.-B. (2015). Using the strategic relative alignment index for the selection of portfolio projects application to a public Venezuelan Power Corporation. *EL SERVIER*.
- Pablo Aragonés-Beltrán, M. G.-M.-V. (2017). How to assess stakeholders' influence in project management? A proposal based on the Analytic Network Process. *EL SERVIER*.
- Saaty, T. L. (1999). *FUNDAMENTALS OF THE ANALYTIC NETWORK PROCESS*. KOBE: ISAHP.
- Santos, B., Santibanez, E., & Barbosa, G. (2015). *Decision-support models for*

sustainable mining networks: fundamentals and challenges. Journal of Cleaner Production.

- Sara Arancibia, E. C. (s.f.). Evaluación Multicriterio: aplicación para la formulación de proyectos de infraestructura deportiva.
- Shen, L., Muduli, K., & Akhilesh, B. (2013). *Developing a sustainable development framework in the context of mining industries: AHP approach*. Resources Policy.
- Turan, F., Scala, N., & Besterfield-Sacre, M. (2009). An Analytic Network Process (ANP) Approach to the Project Portfolio Management for Organizational Sustainability. *Proceedings of the 2009 Industrial Engineering Research Conference*.
- Wang Qiaoxiu, W. H. (2016). An application of nonlinear fuzzy analytic hierarchy process in safety. *ElServier*.
- Xingyu Liang, X. S. (2012). Using the analytic network process (ANP) to determine method of waste energy recovery from engine. *EL SERVIER*.

9. Índice de ecuaciones.

II. ECUACIÓN 1: MUESTRA EL CÁLCULO DE LA RAZÓN DE CONSISTENCIA.	14
III. ECUACIÓN 2: MUESTRA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONSISTENCIA.....	15
IV. ECUACIÓN 3: MUESTRA EL CÁLCULO DE ÍNDICE DE CONSISTENCIA ALEATORIA.....	15

10. Índice de figuras.

I. FIGURA 1: DIAGRAMA JERÁRQUICO AHP.	14
II. FIGURA 2: DIAGRAMA ANP.	16
III. FIGURA 3: CORDÓN INDUSTRIAL BAHÍA QUINTERO.	18
IV. FIGURA 4: MATRIZ DE COMPARACIONES PAREADAS.	20
V. FIGURA 5: COMPARACIÓN PAREADA DE ELEMENTOS DE DIFERENTES COMPONENTES.....	24
VI. FIGURA 6: DIAGRAMA DE REDES.	26
VII. FIGURA 7: CONTROL DE CONSISTENCIA EN EL SOFTWARE.....	26
VIII. FIGURA 8: PONDERACIÓN DE CRITERIOS.	30
IX. FIGURA 9: COMPARACIÓN DE PONDERADORES POR CLUSTER.	34

11. Índice de tablas.

TABLA 1: ESCALA FUNDAMENTAL PARA COMPARACIONES PAREADAS DE SAATY..	13
TABLA 2: CRITERIOS DE COMPARACIÓN.....	22
TABLA 3: PONDERADORES DE CRITERIOS.....	22
TABLA 4: MATRIZ DE DENOMINACIÓN INTERFACTORIAL COMPARANDO DOS CRITERIOS.....	23
TABLA 5: RELACIÓN DE ELEMENTOS DEL MISMO CRITERIO CON OTROS.....	23
TABLA 6: SUPERMATRIZ ORIGINAL, DONDE SE TIENE CALCULADOS LOS PESOS DE LAS INFLUENCIAS.	24
TABLA 7: COMPARACIÓN ENTRE CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE LA SUPERMATRIZ PONDERADA.....	24
TABLA 8: SUPERMATRIZ ORIGINAL EXPERTOS.	27
TABLA 9: SUPERMATRIZ PONDERADA EXPERTOS.	28
TABLA 10: SUPERMATRIZ ORIGINAL IMPLICADOS.	28

TABLA 11: SUPERMATRIZ PONDERADA	
IMPLICADOS.	29
TABLA 12: SUPERMATRIZ LIMITE EXPERTOS. ..	29
TABLA 13: SUPERMATRIZ LIMITE IMPLICADOS.	30
TABLA 14: RANKING DE LOS EXPERTOS.....	32
TABLA 15: RANKING DE LOS IMPLICADOS.	32
TABLA 16: RANKING DE CLUSTERS.	33
TABLA 17: COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS	
ENCUESTADOS.	34

