GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

ANÁLISIS VOCACIÓN PRODUCTIVA REGIONAL PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS CUENCA DEL RIO COPIAPÓ
III REGIÓN DE ATACAMA

INFORME FINAL

RESUMEN EJECUTIVO

REALIZADO POR:

MINEURITA LTDA

S.I.T. Nº 355

Santiago, Noviembre de 2015

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Ingeniero Comercial Sr. Alberto Undurraga Vicuña

Director General de Aguas
Abogado Sr. Carlos Estévez Valencia

Jefe División de Estudios y Planificación
Ingeniero Civil Sr. Adrián Lillo Zenteno

Inspector Fiscal
Ingeniero Civil Sr. Juan Carlos Salgado

Profesionales Participantes
Jefe Área Modelación
Ingeniero Civil Sr. Miguel Ángel Caro H.

MINERURITA LTDA.

Ejecutor del Proyecto
Nicolás. Jadue Majluf
Ingeniero Civil Industrial

CONTENIDO

1 MOTIVACIÓN Y DESAFÍOS DEL ESTUDIO 5

2 BASES CONCEPTUALES Y METODOLÓGICAS 5

3 ENFOQUE METODOLÓGICO GENERAL 7

4 SUPUESTOS Y LIMITACIONES DE LA METODOLOGÍA 7

4.1 Fase primaria: El sistema productivo y su impacto económico-social 7

4.2 Los Modelos Insumo - Producto 7

4.3 Supuestos para su Aplicación en el Valle del Copiapó 8

4.3.1 Matriz Nacional v/s Matriz Regional 8

4.3.2 Criterio de Regionalización: Del País a la Región 9

4.3.3 Estandarización de los Vectores de Producción de Ramas de actividad 9

4.3.4 Estandarización de las tasas de Consumo de la Población 10

4.4 Algunas Limitaciones del Modelo Insumo - Producto 10

5 CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA CUENCA 11

5.1 La Estrategia de la Región de Atacama y de sus Cuencas 11

5.2 De los Atributos de la Estrategia 11

5.3 Evaluación de la Estrategia 12

5.3.1 Producción de la Cuenca 13

5.3.2 Acerca de la Diversificación 13

5.3.3 Acerca de la Gestión Territorial 15

5.3.4 Impacto Hídrico 20

5.4 Validación de la Estrategia 20

6 LOS PROYECTOS DE DESARROLLO Y SU IMPACTO HIDRO-ECONÓMICO ... 21

6.1 El impacto económico 22
6.2 El impacto en la Cuenca 23
7 EL VALOR Y VOCACIÓN PRODUCTIVA DEL RECURSO HÍIDRICO 24
8 EVALUACIÓN DE ESCENARIOS 26
8.1 Escenario 'A-o' ➔Caso Base 26
8.1.1 Producciones Mineras 26
8.1.2 Resumen Hidro económico 26
8.2 Escenarios A-1: Operación Hídrica Sustentable Cuenca 27
8.2.1 Resumen Hidro económico 27
8.3 Escenario A-2: Recupera Case Base con Agua Externa (desalación) 28
8.3.1 Resumen Hidro económico 28
8.4 Escenarios B-1 ➔ Caso Caserones 29
8.4.1 Producciones 29
8.4.2 Plantas y Consumo Agua 29
8.4.3 Resumen Impacto 29
8.4.4 Comentarios 29
8.4.5 Sustento Agua Externa 30
8.5 Escenario B-2 ➔Resto Faenas Mineras 30
8.5.1 Producciones 30
8.5.2 Plantas Tratamiento y Aguas 31
8.5.3 Impacto Hidro económico 31
8.5.4 Análisis y Comentarios 31
8.6 Sustento Hídrico con Aguas Externas (desalada) 32
8.6.1 Plantas Tratamiento y Aguas 32
8.6.2 Impacto Hidro económico 32

1 MOTIVACIÓN Y DESAFÍOS DEL ESTUDIO

El desarrollo económico de Chile se sustenta fuertemente en la utilización de los recursos naturales, y dentro de ellos, uno de los de fuerte relevancia es el recurso hídrico. Prácticamente todas las actividades económicas ligadas a recursos naturales utilizan el agua como un insumo fundamental en sus procesos productivos (agricultura, minería y generación de energía, entre otros). El recurso hídrico se estaría transformando en Factor Capital del sistema económico nacional.

En la zona norte del país, y específicamente en la Cuenca del Copiapó, el recurso hídrico es escaso y se presenta con una gran variabilidad en el tiempo. Particularmente, su acuífero se encuentra en pleno desequilibrio, debido a un exceso de derechos otorgados y sus respectivas demandas con relación a la recarga hidrológica del sistema. Esta situación está generando un continuo descenso en sus embalses hidrogeológicos y un potencial déficit en las demandas hídricas de la cuenca. Se estaría apreciando un modelo de gestión hídrica sesgado a lo sectorial y un consecuente déficit de gestión territorial integrada.

El recurso hídrico es un insumo transversal para múltiples actividades económicas y domésticas a través del consumo de las personas. Este impone requerimientos de gestión basado en un análisis integrado, multidimensional y dinámico, con un enfoque global, con visión de largo plazo, y teniendo en consideración sus dimensiones económica, social y ambiental.

El desafío de este proyecto consiste en la articulación y confección de un instrumento metodológico capaz de vincular el comportamiento hídrico de la cuenca del rio Copiapó con sus principales indicadores y resultados socio-económicos y así apoyar a los tomadores de decisiones conduciéndolos hacia un modelo de gestión integral de la cuenca. En un escenario como el descrito anteriormente, se hacía relevante la necesidad de establecer un sistema de métricas que permitiera correlacionar de una manera científica, la oferta hídrica de la región, con las demandas provenientes de la población y de los diferentes sectores económicos, y así evaluar capacidades para la generación de empleo y valor económico, como también las estrategias de desarrollo y crecimiento sustentable para la región.

2 BASES CONCEPTUALES Y METODOLÓGICAS

Los procesos, empresas en particular, y los sistemas económicos en general, son un conjunto de actividades y operaciones concurrentes que se realizan en las dimensiones tiempo y espacio con el objeto de cumplir con sus objetivos cometidos. Toda acción particular que se realiza en una instancia (tiempo; espacio) se encuentra correlacionada con alguna otra del sistema. Todo lo anterior conlleva a las múltiples interacciones comerciales que dan vida y movimiento a los sistemas económicos. La entidad hídrica que constituye una cuenca no escapa a este concepto. El recurso hídrico fluye desde la cabecera de la cuenca y culmina en el mar o en otro cuerpo de agua, por lo cual conecta la cuenca de principio a fin. Las actividades que se realizan en unos sectores de la cuenca repercuten aguas abajo. En la actualidad, son cada vez

más usuales los conflictos por el sobre-uso o usos no autorizados de determinados cursos y cuerpos de agua.

El dilema de la gestión moderna observado tanto a nivel de las empresas como en una cuenca, es que mientras los procesos operan e interactúan en estructuras de redes, la organización de sus personas a cargo de estos procesos, se estructuran en modelos de estancos, en donde resulta difícil gestionar las normales interrelaciones naturales entre los procesos, y entre estos últimos con los recursos claves necesarios. La **integración** de la empresa, entidad de gestión o cuenca, resulta así una tarea difícil de realizar, y converge a criterios de decisión basados en la obtención de óptimos locales (sectoriales) en perjuicio del óptimo global del sistema en su conjunto (territorial).

Esta situación de escasez hídrica conjuntamente con la fuerte interacción entre las actividades económicas, impone escenarios de gestión de alta complejidad en donde la modelación hídrica del comportamiento de sus cuencas no es suficiente. Para comprender cabalmente el escenario de gestión de manera integral se requiere complementar e integrar las modelaciones hidrológicas con la dinámica del proceso económico, social y sus consecuentes impactos ambientales, de manera tal de converger hacia condiciones de sustentabilidad global. Esta integración es el desafío esencial de esta propuesta metodológica

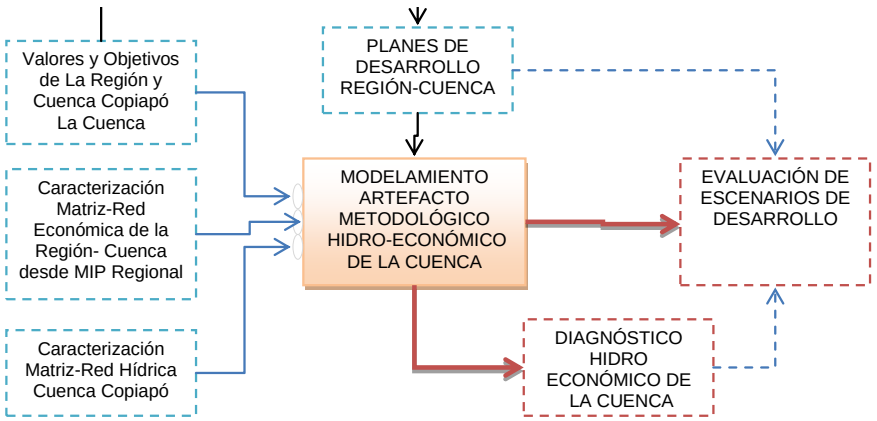
La base conceptual sobre el cual se articula el modelo, se sustenta en la formulación de la Función General de Producción de la Región. Ella se obtiene integrando la red macroeconómica de producción regional, que se construye a partir de la Matriz Insumo Producto regionalizada, con la oferta del Factor Hídrico que se abastece desde la red hidrológica de la cuenca del Copiapó. Como resultado se obtiene un modelo integrado HIDRO-ECONÓMICO con capacidades para simular resultados en los planos económicos por decisiones tomadas en el plano hídrico y viceversa. La conexión entre los matrices económica e hídrica, se realiza a través de tres sectores representativos del consumo: Agrícola; Minería, Energía y Agua Potable.

El instrumento metodológico, con la representación de la Función Global de Producción de la Cuenca del Copiapó, resuelve interrogantes tales como: a) ¿Cuál es el impacto Económico y Social en la Región, al traspasar recursos hídricos entre los sectores Agrícola y Minero?; b) Dada la matriz HIDRO-ECONÓMICA de la región, ¿Cuál es la vocación productiva de sus recursos hídricos evaluada en las perspectivas económica, social y ambiental? Y en adición a lo anterior, otorga una visión global de los recursos hídricos de la cuenca y métricas de evaluación de impacto a nivel regional, más allá de los aportes particulares que este recurso brinda parcialmente a uno u otro sector de la economía, revelando así posibles imperfecciones y externalidades del mercado que debieran ser corregidas.

3 ENFOQUE METODOLÓGICO GENERAL

El esquema metodológico con el cual se aborda el desarrollo de este proyecto y que se presenta en la figura adjunta considera una primera fase de recolección y análisis de información, básicamente de la estrategia regional y sus valores, una caracterización macroeconómica de la región, sus principales actividades y resultados, y finalmente tomar conocimiento de la red hidrológica y sus flujos de oferta y demanda. Habiendo tomado conocimiento integral de estas tres dimensiones de información, el paso

FIGURA 1 MARCO METODOLÓGICO



siguiente consiste en el desarrollo de un instrumento metodológico que permita representar adecuadamente las variables estratégicas de la región, y su matriz económica y social sobre la cual se soporta su modelo estratégico de desarrollo, y finalmente la matriz de abastecimiento de recursos hídricos como uno de los factores estratégicos relevantes del desarrollo económico y social del territorio en estudio.

4 SUPUESTOS Y LIMITACIONES DE LA METODOLOGÍA

4.1 Fase primaria: El sistema productivo y su impacto económico-social

Existe un centro analítico configurado por la Matriz Económica Regional. Esta matriz es modelada cuantitativamente con base en los antecedentes de las cuentas nacionales y las Matrices Insumo Producto Nacional del año 2008. Estas cifras y la modelación asociada, nos dan cuenta de las estructuras de producción y de negocios de la Región como también de sus vocaciones productivas con respecto a sus recursos naturales críticos: Recursos Humanos, Hídricos y Energéticos.

4.2 Los Modelos Insumo - Producto

(CEPAL – SCHUSCHNY)

Las tablas de insumo-producto se pueden definir como un conjunto integrado de matrices, que muestran el equilibrio entre la oferta y utilización de bienes y servicios

(productos). Estas matrices proporcionan un análisis detallado del proceso de producción y la utilización de los bienes y servicios que se producen en un país (o región) o que se importan del resto del mundo, y del ingreso generado en dicha producción por las diversas actividades económicas. Para su construcción se requiere poner en marcha un conjunto de actividades, como la de centralizar, analizar y procesar información básica de múltiples fuentes como pueden ser: censos económicos, agropecuarios, censos de población y vivienda, encuestas de gastos e ingresos de los hogares, registros administrativos y, fundamentalmente, los sistemas de cuentas nacionales.

Los cuadros de insumo-producto permiten apreciar los componentes de las matrices de oferta, de demanda intermedia, de demanda final y el cuadro de valor agregado, configurándose en una tabla de cuatro sub-matrices, que nos permiten obtener en forma directa el PIB por el método de producción, tipo de gasto y tipo de ingreso.

El análisis económico con matrices de insumo-producto no está exento de limitaciones y críticas, sin embargo trabajar con ellas resulta sumamente simple en comparación con otros sofisticados modelos que ofrece la teoría económica. Esto es particularmente importante, cuando se trata de analizar temas de contingencia que no permiten, por la premura, trabajar con otros modelos. Por otro lado, el nivel de desagregación que se alcanza con el análisis de insumo-producto difícilmente pueda ser superado por otras metodologías. La aplicación de esta metodología en este proyecto en particular permite mostrar la riqueza de conocimiento que se puede obtener a partir de esta forma de representación de información económica.

4.3 Supuestos para su Aplicación en el Valle del Copiapó

En la aplicación del método de las **Matrices Insumo Producto** para cuantificar el panorama económico de la Región de Atacama y del Valle del Copiapó en particular, ha sido necesario establecer los siguientes supuestos:

4.3.1 Matriz Nacional v/s Matriz Regional

Los cómputos de las Cuentas Nacionales del país emiten y actualizan periódicamente las matrices insumo producto que describen la economía de nuestro país. Para el caso de las cuentas regionales, sólo existe un ejercicio realizado para el año 1996 por MIDEPLAN y el INE.

Si bien resulta técnicamente factible sustentar el análisis en las MIP Regionales del 1996, en este proyecto en particular se opta por utilizar los Cuadros de Referencia Nacional por las razones siguientes:

- La antigüedad de la Base 1996 en relación a una situación actual, 2013, requiere realizar supuestos demasiado fuertes acerca de invariabilidad de las estructuras productivas. Esta base, estimada con coeficientes tecnológicos y estructura de precios observados para el 1996, dificulta la proyecciones de escenarios más actualizados;

- En contraste con lo anterior, los Cuadros de Referencias nacionales se actualizan periódicamente, por lo que para efectos de este proyecto, sus bases analíticas resultan ser más sustentables en el tiempo.

- En definitiva, se está modelando el sistema productivo nacional, dentro del cual cada región o sector forma parte elaborando los bienes y servicios propios de su territorio.

4.3.2 Criterio de Regionalización: Del País a la Región

Para las estimaciones de las cifras a niveles de región o de valle, se desarrolló un algoritmo que ha permitido vectorizar la matriz económica nacional en función de las exportaciones. De este modo, en función de esta variable se obtiene el encadenamiento productivo que se genera en las diferentes ramas de actividad definidas en la MIP Nacional.

Para el caso de un territorio o región, al conocer sus exportaciones se estima el PIB total que ellas inducen a nivel de país. Posteriormente en función de los registros contables del Banco Central, que nos indican el PIB Regional, conjuntamente con la información de fuerza laboral por rama de actividad que nos entrega el INE, se modulan las producciones internas de modo de calibrar estos parámetros. Este procedimiento entrega como resultado las importaciones y exportaciones inter-regionales con el resto del país, y las productividades regionales de las fuerza de trabajo.

Finalmente, con la información inducida de la productividad de la fuerza de trabajo, más las dotaciones del mismo, ahora a nivel de las comunas del Valle y el nivel de exportaciones específico de las empresas del Valle, se realiza el mismo procedimiento anterior para estimar la estructura productiva o MIP del Valle en particular.

4.3.3 Estandarización de los Vectores de Producción de Ramas de actividad

Los procedimientos señalados en los puntos anteriores asumen que los coeficientes tecnológicos asociados a cada una de las ramas de actividad que se realizan en la región son los mismos que se obtienen a partir de la matriz nacional, los cuales corresponden a un promedio de todas las empresas de la rama a nivel de país. Este supuesto por ende no consideraría las particularidades propias de los sistemas de producción que se dieran en la región.

Es relevante señalar si, que este hecho con constituye una limitante propia del modelo en cuestión sino que simplemente de indisponibilidad de información. El modelo dispone de matrices separadas para las producciones regionales y nacionales, razón por la cual si esta información existiera es relativamente simple incorporarla en la modelación.

4.3.4 Estandarización de las tasas de Consumo de la Población

Otra de las variables relevantes para la calibración de los modelos Insumo producto de la región la constituye el Consumo de las personas y del Gobierno. Al igual que en ítem anterior, para este caso se ha supuesto que las personas de la región presentan un perfil de consumo igual al habitante promedio nacional.

Nuevamente, si bien esta limitante es básicamente de disponibilidad de información, generaría un cierto sesgo en las estimaciones del modelo. Sin embargo algunas percepciones de expertos analistas del tema del INE, señalarían que este supuesto es más fuerte en las regiones extremas del país, cuyos hábitos de consumo resultan ser diferentes al habitante medio del país.

4.4 Algunas Limitaciones del Modelo Insumo - Producto

(CEPAL – SCHUSCHNY)

Debe tenerse en cuenta que el modelo de insumo-producto está totalmente des-temporalizado, ya que no considera ninguna dinámica de ajuste endógeno, siendo una suerte de "macro-ejercicio" de estadística comparativa; tampoco incorpora funciones de comportamiento de los agentes institucionales, ni mecanismos de incentivos o interacciones de mercado vía precios. Esto significa que el modelo, si bien da cuenta de la estructura intersectorial de la malla productiva, resulta ser una representación sumamente simple para analizar el comportamiento dinámico de la economía como un todo.

El análisis de insumo-producto tiene por su simpleza, grandes ventajas, así como adolece de algunas importantes limitaciones:

(i) Las tablas agregan en un producto promedio numerosos productos, transformándolos en sustitutos perfectos e impidiéndonos analizar la cadena de valor intra-sectorial. En contraste con esto, los productos de distintos sectores no son sustituibles.

(ii) El supuesto de coeficientes técnicos fijos, invalida la posibilidad de que operen economías (o des-economías) de escala, y nos impone la suposición de que todas las empresas tienen la misma tecnología de producción y los mismos niveles de eficiencia.

(iii) Otra limitación importante reside en la forma en que se tratan los bienes de capital: en los cuadros de insumo-producto activos, como las construcciones, las maquinarias durables, los vehículos, etc., es decir, los integrantes de la formación bruta del capital fijo, son tratados como componentes de la demanda final y, por eso, identificados como meros productos, en lugar de ser considerados como factores primarios que podrían aportar productividad.

La forma en que las tablas están valuadas, en términos monetarios, puede también ser una fuente de importantes errores. Se supone que los flujos monetarios que la matriz de Liontief representa, son equivalentes a los flujos físicos de bienes y servicios. Esto supone que el sistema de precios es perfectamente homogéneo, lo cual no sucede en la práctica A pesar de estas importantes limitaciones, queda claro que los modelos basados en cuadros de insumo-producto, brindan información sumamente útil y dan una buena imagen de las interacciones intersectoriales, con una cobertura nacional o regional. Por otro lado, es posible obtener información directa y con mucha facilidad sobre la conformación de las interrelaciones sectoriales y sus efectos multiplicadores. Es allí donde reside el verdadero valor de esta metodología.

5 CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA CUENCA

5.1 La Estrategia de la Región de Atacama y de sus Cuencas

Del análisis de la Estrategia Regional de Desarrollo, EDR, de la III Región de Atacama se rescatan tres principios relevantes: Desarrollo Endógeno; Enfoque Territorial; Centrado en las Personas. El desarrollo **endógeno** apunta al desarrollo de las capacidades integrales de un territorio, generando una dinámica sinérgica entre las distintas dimensiones que conforman un sistema.

También la incorporación de la dimensión y **enfoque territorial** en su desarrollo apunta hacia la re-conciliación de los intereses económicos sectoriales con los intereses sociales y medioambientales. Los objetivos de bienestar, crecimiento y sustentabilidad del territorio no debieran ser confrontacionales. De la misma forma, los lineamientos estratégicos que componen el núcleo de la estrategia, consideran en todos los casos objetivos y metas con un claro enfoque sistémico en función de unidades territoriales.

Por último la ERD señala que la Región de Atacama ha puesto en el centro de su preocupación a las personas, con un capital social altamente fortalecido, y donde los hombres y mujeres tienen igualdad de oportunidades. El objetivo de ello es lograr una región social y territorialmente equilibrada; urbanística y ambientalmente sustentable.

5.2 De los Atributos de la Estrategia

Los atributos que se rescatan de la visión y estrategia regional son los siguientes:

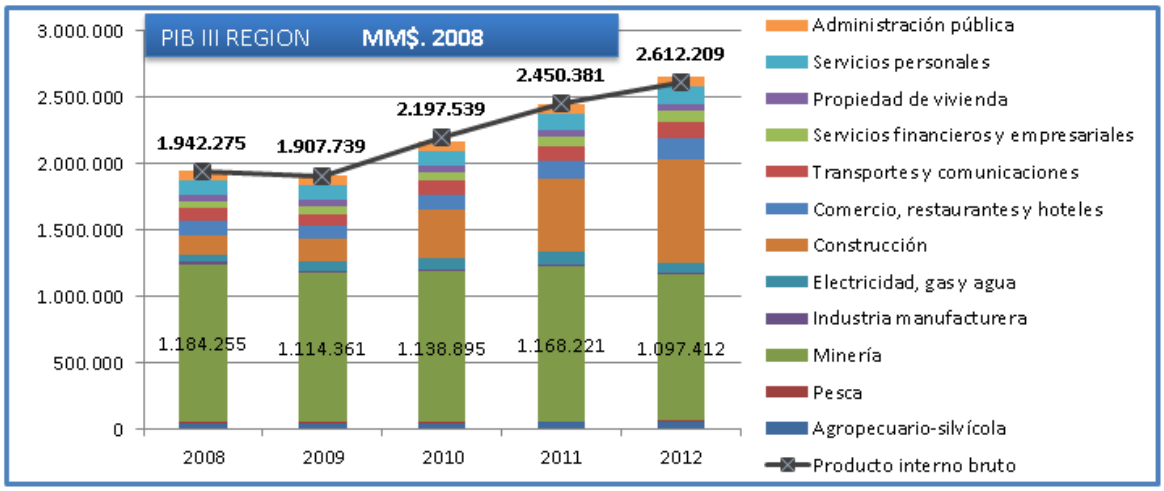
- ***DIVERSIFICACIÓN****. Que posee una economía diversificada que detecta y captura nuevas oportunidades de mercado, y que se sustenta en un virtuoso encadenamiento de pequeñas y medianas empresas a las principales inversiones y actividades económicas regionales, y que es capaz de agregar valor y calidad a los bienes y servicios a través de una práctica y cultura innovadora*.
- ***SUSTENTABILIDAD****. Que ha logrado optimizar el uso de todas sus potencialidades, ofreciendo condiciones ambientalmente adecuadas para que la vida de las personas mejore, garantizando a la vez la calidad y disponibilidad*

presente y futura de los recursos en los que se basa su bienestar presente y su desarrollo futuro.

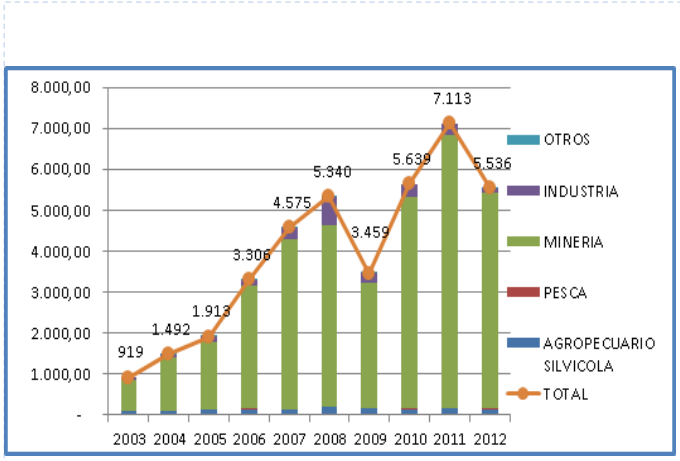
- ***PERSONAS***. *Atacama es una región en donde las personas, hombres y mujeres, son beneficiarios y protagonistas de su desarrollo, tanto desde la perspectiva de mejorar sus condiciones, entorno y calidad de vida, como de considerarlo un factor gravitante para poder alcanzar este desarrollo*.
- ***TERRITORIAL Y RECURSOS HIDRICOS***. *Gestión integrada del territorio de Atacama, que articule en forma coherente los distintos instrumentos regulatorios del uso del suelo. Crecimiento de las ciudades armónico y sustentable, que considere la disponibilidad de recurso hídrico.*

5.3 Evaluación de la Estrategia

Las cifras de evolución del producto regional muestran crecimientos anuales superiores al crecimiento del país, sustentados principalmente por las fuertes inversiones en el sector minero, las cuales si bien no se ven reflejadas aún en un crecimiento propio del sector, si se evidencian en alto crecimiento que expone el sector construcción y el de servicios financieros y empresariales.



La región es eminentemente exportadora con una fuerte concentración en productos de origen minero, que concentra el 75% de sus exportaciones en la minería del cobre. Le sigue el hierro con un 19%, y la minería del oro y plata con un 6%. Para el caso de la minería del cobre se destaca que 75% de sus exportaciones corresponden a embarques de cobre refinado.

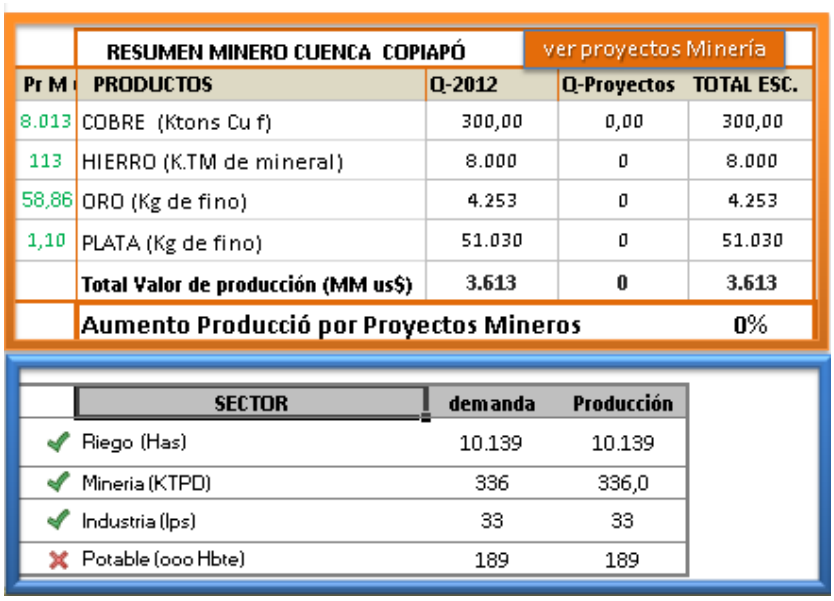


La composición de las exportaciones agropecuarias, se concentran principalmente en el sector frutícola

y particularmente en las uvas.

5.3.1 Producción de la Cuenca

El cuadro siguiente muestra las demandas y producciones efectivas de cada uno de los sectores productivos analizados.



RESUMEN MINERO CUENCA COPIAPÓ — ver proyectos Minería

Pr M	PRODUCTOS	Q-2012	Q-Proyectos	TOTAL ESC.
8.013	COBRE (Ktons Cu f)	300,00	0,00	300,00
113	HIERRO (K.TM de mineral)	8.000	0	8.000
58,86	ORO (Kg de fino)	4.253	0	4.253
1,10	PLATA (Kg de fino)	51.030	0	51.030
	Total Valor de producción (MM us$)	**3.613**	**0**	**3.613**
	Aumento Producció por Proyectos Mineros			**0%**

SECTOR	demanda	Producción
Riego (Has)	10.139	10.139
Mineria (KTPD)	336	336,0
Industria (lps)	33	33
Potable (ooo Hbte)	189	189

5.3.2 Acerca de la Diversificación

La vulnerabilidad y diversidad del sistema productivo es uno de los elementos destacados en la visión y estrategia definidas para esta región. **Ella** se puede definir como la Propensión de una Región de ver lastimada su capacidad productiva de generar riqueza, bienes y servicios que requiere su población por fuerzas del entorno o de la propia región.

A partir de la definición anterior es posible intuir y concluir que la métrica de evaluación de la **VE** de un ecosistema en particular es el resultado de la evaluación conjunta de variables como las siguientes:

- Grado de exposición del ecosistema con entornos externos exógenos a su propia gestión;
- Grado de hostilidad de aquel entorno con el cual interacciona;
- Robustez interna de los mecanismos de defensa propios del sistema tanto para adaptarse a las perturbaciones del entorno, o bien hacerles frente sin alterar el cumplimiento de sus objetivos y misiones.

En otras palabras las **VE** requiere conciliar por una parte el grado de participación del sistema en entornos fuera de su control con el grado de preparación y desarrollo de capacidades con el cual se pretende participar. No participar de un entorno, si bien puede ser positivo en términos de disminuir la

vulnerabilidad de un sistema, es también negativo en términos de limitar y restringir las oportunidades de desarrollo y crecimiento del sistema.

A partir de información pública disponible en cuentas nacionales de Banco Central, complementadas con cifras del INE referentes a las exportaciones por región se calcula la tabla de variables de vulnerabilidad y diversificación:

Figura 5-1: INDICADORES VULNERABILIDAD REGIONAL

Variables de Vulnerabilidad			País	REG_MINERAS	Tarapaca	Antofagasta	Atacama	Coquimbo	Valparaiso	Metropolitana	O'Higgins
Grado Exposición Entornos Externos	DEP (r)	Exposición Entorno = [X(r) + M(r)] / PIB	0,89	1,10	0,95	1,62	1,35	1,16	0,98	0,57	1,09
	BC(r)	Balance Comercial = [M(r) / X(r)]	1,09	0,99	0,69	0,32	0,38	0,52	1,28	2,86	0,89
Competencias Internas de la Región	RVA (r)	Renovación Va= [PIB(r; RRNN nr] / PIB(región)	0,13	0,32	0,38	0,62	0,42	0,40	0,17	0,01	0,26
	CON (R)	Concentración (r) = $\Sigma_j[\ PIB(j) / PIB\ ]^2$	0,10	0,22	0,21	0,40	0,28	0,21	0,11	0,20	0,13

Sólo para los efectos de un primer golpe de vista respecto a las variables, se han las siguientes escalas de evaluación referencial:

- **Variables de Grado Exposición Externo: Rojo:>1,2; >Amarillo: > 0,8; Verde <0,8)**
- **Variables de Competencias Internas: Rojo:>0,38; >Amarillo: > 0,20; Verde <0,20)**

Los números anteriores permiten inferir los siguientes comentarios:

- La minería y su virtud exportadora y generadora de divisas (como se demuestra en el cuerpo de este documento) crea un mayor grado de exposición de nuestra economía con el exterior lo que podría interpretarse como un aumento en la vulnerabilidad del sistema, pero también disminuye debido a su positivo balance comercial.

- La forma en que se gestionen los recursos de divisas que genera la actividad minera, trasciende a su propia gestión y pasa a formar parte de un ámbito de decisiones más ampliado. En todo caso vale mencionar que un porcentaje no menor de nuestras importaciones se orienta a la adquisición de bienes intermedios y de capital y por ende tienden a mantener operativo al sistema productivo nacional.

- Respecto a las competencias internas, en todas las regiones analizadas se aprecia un significativo aumento de los niveles de concentración económica, que hasta cuadriplican el promedio nacional, como también una mayor concentración del PIB asociado a la explotación de recursos naturales. Estos números desde la perspectiva regional no son alentadores. ¿Pero cuánto dependen de las decisiones de la actividad minera y cuánto de las decisiones de gestión de la propia región?

- La actividad minera genera un encadenamiento relevante en el resto de los sectores económicos del país. En este encadenamiento total generado, la

actividad minera termina representado sólo del orden de un **25% a 28%** del PIB total que induce, y el índice de Concentración toma el valor de **0,13**. por lo tanto si en una región como Antofagasta la minería representa un 62% de la actividad total y con índice de Concentración alto de **0,40** significa que la absorción regional es baja y que muchas de las actividades que el sector encadena se estaría desarrollando en el resto de las regiones del país. Esto mismo ocurre en la región de Atacama, y particularmente en la Cuenca del Copiapó. Es más un tema de gestión regional.

5.3.3 Acerca de la Gestión Territorial

Sobre este tema en particular, en este proyecto se ha realizado un esfuerzo por cuantificar, entre otros, tres elementos esenciales para la toma de decisiones:

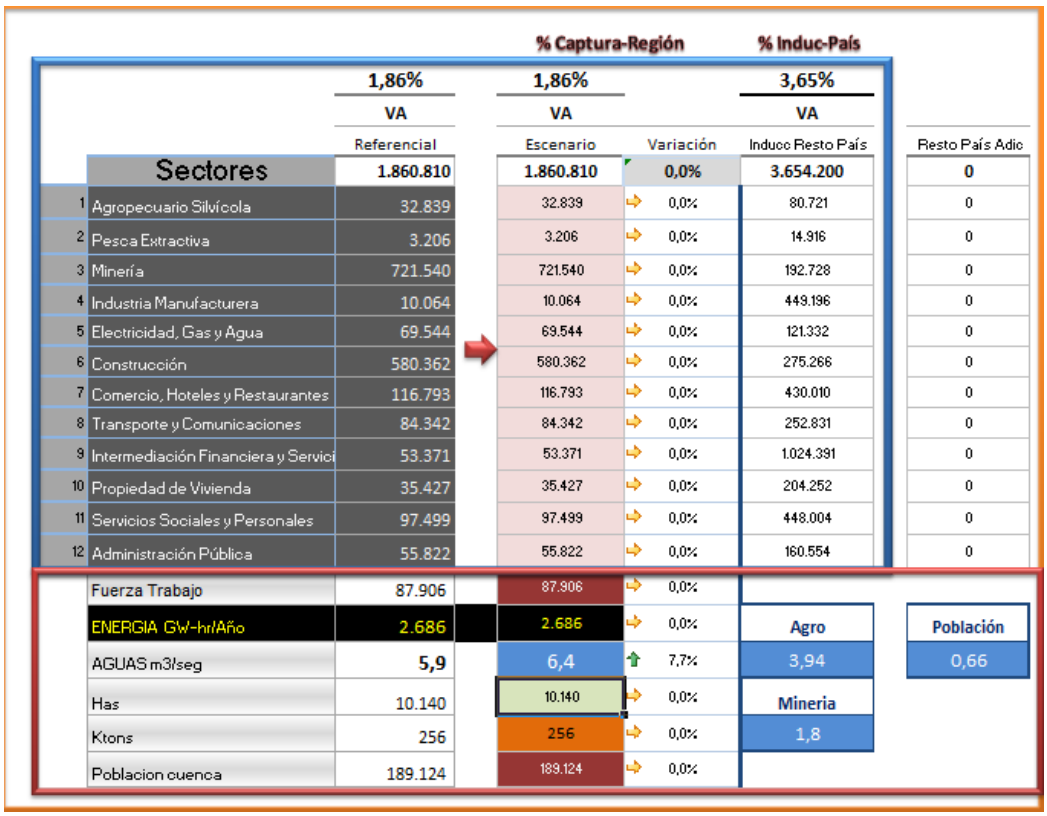
- Encadenamiento interregional que generan las actividades propias de la región de Atacama y sus cuencas, el cual permite visualizar cuantitativamente el valor económico que la región es capaz de inducir hacia el resto del país, y cómo se compara este valor con el capturado por la propia región.
- Encadenamiento económico de la actividad minera; con el cual se evalúa la incidencia total de la minería en el resto de las actividades de la cuenca y región;
- Encadenamiento económico de la actividad agropecuaria-silvícola; que en comparación con el análisis anterior permite evidenciar y evaluar en un contexto ampliado y sistémico la vocación productiva global de los recursos hídricos de la región.

Encadenamiento Interregional

Con cifras públicas del año 2012, el análisis que se expone a continuación revela el encadenamiento productivo que induce la región sobre el resto de las regiones del país. El resultado de la simulación indica que si bien las actividades productivas que se desarrollan en la región absorben o capturan el 2,65% del PIB Nacional, ellas mismas inducen, adicionalmente, un 5,7% del PIB Nacional hacia el resto de las regiones del país. Este hecho se interpreta como que la región, con el propósito de producir los bienes y servicios que demandas sus exportaciones, realiza dentro de la región solo algunas actividades del proceso productivo completo, y requiere abastecerse de bienes y servicios importados desde el resto de las regiones del país.

En particular, las oportunidades comerciales de la Cuenca del Copiapó, activadas mediante sus exportaciones, esencialmente de productos mineros, encadena un proceso productivo que induce un PIB estimado total de 5.495 miles de millones de pesos (2008) lo que de acuerdo con las cifras del año 2012 representa del orden del 5,5% del PIB nacional total. Sin embargo la cuenca es capaz de capturar sólo 1.856 miles de millones de pesos (1,86%PIB Nacional)

Tabla 1: ENCADENAMIENTO INTERREGIONAL DEL COPIAPÓ



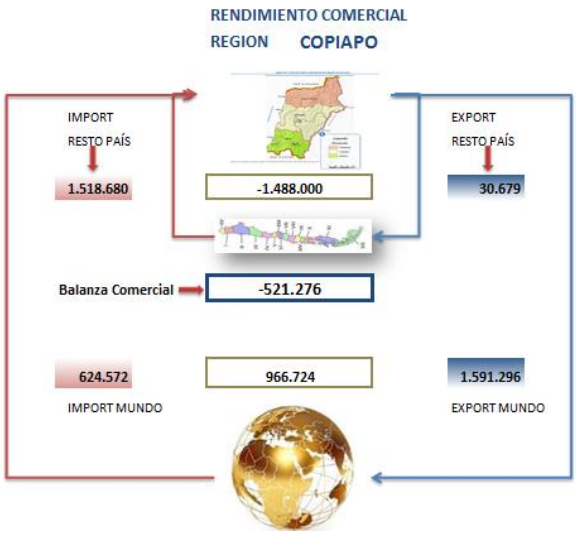
			% Captura-Región		% Induc-País	
		1,86%	1,86%		3,65%	
		VA	VA		VA	
		Referencial	Escenario	Variación	Induce Resto País	Resto País Adic
	Sectores	1.860.810	1.860.810	0,0%	3.654.200	0
1	Agropecuario Silvícola	32.839	32.839	0,0%	80.721	0
2	Pesca Extractiva	3.206	3.206	0,0%	14.916	0
3	Minería	721.540	721.540	0,0%	192.728	0
4	Industria Manufacturera	10.064	10.064	0,0%	449.196	0
5	Electricidad, Gas y Agua	69.544	69.544	0,0%	121.332	0
6	Construcción	580.362	580.362	0,0%	275.266	0
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	116.793	116.793	0,0%	430.010	0
8	Transporte y Comunicaciones	84.342	84.342	0,0%	252.831	0
9	Intermediación Financiera y Servici	53.371	53.371	0,0%	1.024.391	0
10	Propiedad de Vivienda	35.427	35.427	0,0%	204.252	0
11	Servicios Sociales y Personales	97.499	97.499	0,0%	448.004	0
12	Administración Pública	55.822	55.822	0,0%	160.554	0
	Fuerza Trabajo	87.906	87.906	0,0%		
	ENERGIA GW-hr/Año	2.686	2.686	0,0%	Agro	Población
	AGUAS m3/seg	5,9	6,4	7,7%	3,94	0,66
	Has	10.140	10.140	0,0%	Mineria	
	Ktons	256	256	0,0%	1,8	
	Poblacion cuenca	189.124	189.124	0,0%		

La baja capacidad de absorción de valor de la cuenca puede deberse a restricciones de carácter territorial dentro de las cuales es posible mencionar:

- Restricciones hídricas que limitan la cantidad de actividades capaces de ser realizadas en la región, y por ende deber realizarse en otras zonas del país. Como se aprecia del cuadro de arriba, ni la restricción hídrica se cumple actualmente, pues la demanda de 6,3 m3 por segundo, utilizados en la actualidad, sobrepasan con creces la recarga media anual de 3,6 m3 por segundo estimada para la cuenca. Esto se da por el hecho de que las actividades económicas primarias, minería y agro, son las fuertes demandantes de este recurso;
- Condiciones de mercado que hacen más conveniente la adquisición de bienes y servicios desde otras zonas del país;
- Eventual carencia de un plan territorial que fomente el desarrollo de competencias internas en la región alineadas con el gran potencial de crecimiento que expone la región de Atacama.

Es importante también, evaluar la calidad comercial del proceso productivo de la región y en particular de la cuenca. Para ello un indicador relevante es el resultado de su balanza comercial.

Figura 1: BALANZA COMERCIAL COPIAPO



Los resultados que se obtienen a partir de las simulaciones económicas realizadas en este proyecto, son alentadores en cuanto a superávit de la cuenca respecto a sus transacciones comerciales con el mundo internacional (MM$-$_{2008}$ **966.724**), sin embargo exhibe un déficit comercial respecto a sus transacciones con el resto del país (MM$-$_{2008}$ **-1.488.000**). Y en resumen, el balance comercial integral (externo e interno) es deficitario para la cuenca.

Comercialmente, y sin aún considerar las inversiones, los ingresos de la cuenca provenientes de su comercio internacional no resultan ser suficientes para balancear las compras totales que deben ser importadas desde el extranjero como desde el resto del país.

Es claro que la región pertenece al país y por lo tanto es parte de una estrategia global con la cual debiera estar alineada. No obstante también es cierto que si existen planes de descentralización y regionalización, la estrategia territorial debe converger hacia cuentas regionales más balanceadas:

- Disminuir el nivel de consumo;
- Aumentar el nivel de intercambio con el resto del país y el mundo exterior, exportando una mayor cantidad de bienes y servicios
- Desarrollo de competencias internas que tiendan a disminuir sus importaciones.

Encadenamiento Minero

El escenario caracterizado anteriormente se encuentra fuertemente influenciado por la actividad minera. En la región de Atacama las cifras de las cuentas nacionales 2012 señalan que el PIB Minero de la región representa un 41,2 % del PIB total. Para la cuenca del Copiapó en particular, este proyecto ha estimado que esta proporción cae levemente hasta un 38,8%. La región expone una alta dependencia de la minería.

En adición a lo anterior, al simular un escenario en donde la cuenca sólo procura abastecer la demanda de los productos de exportación minera que actualmente dispone, su PIB regional se disminuiría en sólo un 7,0%. Este resultado se lee

también como que el sector Minero de la cuenca del Copiapó, si bien representa el 39% del PIB de la cuenca, por efectos de los encadenamientos de primer y segundo orden, induce el 93% del PIB de la región, más un 3,2% del PIB del resto del país.

Tabla 5-2: ENCADENAMIENTO MINERO DEL COPIAPÓ

COPIAPO ------ 2012

	Sectores	VA Referencial	% Captura-Región 1,85% VA Escenario Reg sol.		% Induc-País 3,19% VA Induce Resto País
		1.856.232	1.727.133	-7,0%	3.198.013
1	Agropecuario Silvícola	32.261	13.761	-57,3%	69.586
2	Pesca Extractiva	2.960	2.313	-21,9%	12.811
3	Minería	721.517	720.758	-0,1%	186.199
4	Industria Manufacturera	9.958	5.874	-41,0%	385.551
5	Electricidad, Gas y Agua	69.394	65.225	-6,0%	106.565
6	Construcción	578.918	538.467	-7,0%	240.354
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	116.205	98.158	-15,5%	372.094
8	Transporte y Comunicaciones	84.145	75.734	-10,0%	221.103
9	Intermediación Financiera y Servicio	53.228	49.317	-7,3%	899.580
10	Propiedad de Vivienda	35.219	29.525	-16,2%	176.726
11	Servicios Sociales y Personales	96.932	81.478	-15,9%	388.234
12	Administración Pública	55.495	46.523	-16,2%	139.211
	Fuerza Trabajo	87.390	73.261	-16,2%	
	ENERGIA GW-hr/Año	2.683	2.584	-3,7%	
	AGUAS m3/seg	6,3	3,8	-39,8%	
	Has	10.944	4.671	-57,3%	
	Ktons	256	256	-0,1%	
	Poblacion cuenca	188.015	157.617	-16,2%	

Estas cifras validan todavía más la relevancia de la actividad minera en la zona, y ponen de manifiesto que no sólo los mineros viven de ella. Lo importante es acercarla más a la comunidad, procurando esfuerzos de hacer minería más sustentable, con aportes de valor compartidos entre las empresas mineras y la sociedad. El mensaje es que además de alinear los esfuerzos para 'servir' al proceso minero, es necesario también 'servirse de él' para así desarrollar competencias internas en la región, factible de ser exportadas tanto al resto del mundo como al país en general.

Efecto Multiplicador de la Minería

Al analizar con más detalles las cifras del cuadro anterior, se observa que PIB propio del sector minería es de MM$-$_{2008}$ 721.517 pero encadena en la misma

región un total de MM$-$_{2008}$ 1.727.133, e induce en el resto del país un total MM$-$_{2008}$ 3.198.013. Con ello el efecto multiplicador económico total de la Minería de Copiapó es de 6,8 veces, y para la región este efecto es de 2,4 veces. (*El multiplicador promedio nacional de la minería es del orden de 3,6 veces. El mayor valor observado para la región se encuentra influenciado por la mayor intensidad de inversiones a la que ella ha estado sometido durante los últimos años*)

Encadenamiento Sector Agrícola

El mismo ejercicio anterior realizado ahora sobre el sector agropecuario, indica que si la región se avocara sólo a elaborar los productos agrícolas que demandas sus exportaciones, el PIB regional descendería en un 92,6%. El agro encadena sólo un 7,4% del PIB regional, pero sólo captura un 1,7%.

Tabla 5-3: ENCADENAMIENBTO AGRÍCOLA DEL COPIAPO

COPIAPO ------ 2012

% Captura-Región 1,85% % Induc-País 0,35%

	Sectores	VA Referencial	VA Escenario Reg sol.	Variación	VA Induc Resto País
		1.856.232	137.800	-92,6%	355.049
1	Agropecuario Silvícola	32.261	24.158	-25,1%	8.206
2	Pesca Extractiva	2.960	2.057	-30,5%	1.523
3	Minería	721.517	695	-99,9%	4.759
4	Industria Manufacturera	9.958	2.510	-74,8%	45.904
5	Electricidad, Gas y Agua	69.394	4.371	-93,7%	11.253
6	Construcción	578.918	42.366	-92,7%	27.299
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	116.205	19.742	-83,0%	43.723
8	Transporte y Comunicaciones	84.145	7.026	-91,7%	24.437
9	Intermediación Financiera y Servicio	53.228	3.470	-93,5%	103.029
10	Propiedad de Vivienda	35.219	5.931	-83,2%	21.866
11	Servicios Sociales y Personales	96.932	16.125	-83,4%	46.325
12	Administración Pública	55.495	9.347	-83,2%	16.125
	Fuerza Trabajo	87.390	14.717	-83,2%	
	ENERGIA GW-hr/Año	2.683	104	-96,1%	
	AGUAS m3/seg	6,3	3,3	-48,3%	
	Has	10.944	8.200	-25,1%	
	Ktons	256	0	-99,9%	
	Poblacion cuenca	188.015	31.664	-83,2%	

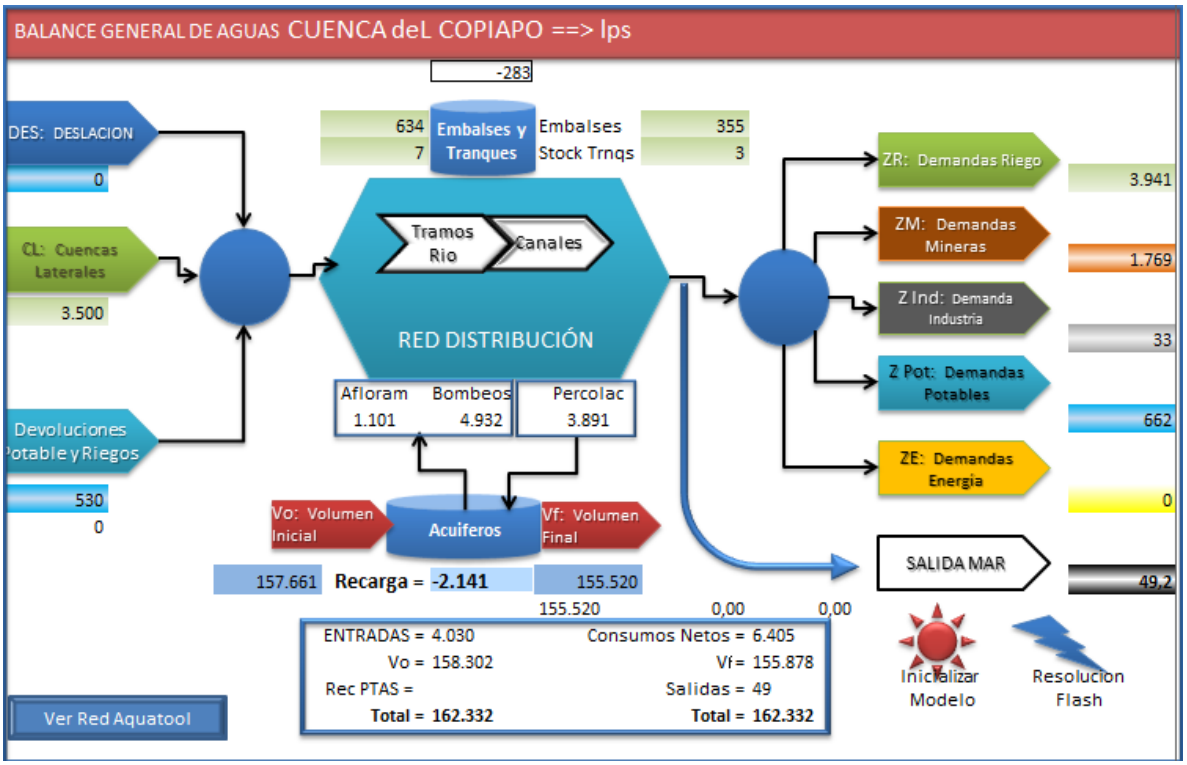
El efecto multiplicador del sector es relevante. En la cadena productiva exportadora, PIB particular del sector agropecuario es de MM$-$_{2008}$ 24.158 pero encadena en la misma región un total de MM$-$_{2008}$ 137.800, e induce en el resto del país un total MM$-$_{2008}$ 355.049. El efecto multiplicador económico total de este sector es entonces de 20 veces.

Si se compara el consumo hídrico de los escenarios exclusivos de la minería y agricultura, se aprecia que ambos consumen un flujo similar de recursos hídricos, entre 3 y 4 m3 pos segundo cifra que resulta coherente con la oferta hídrica de la cuenca. Sin embargo el valor generado por la actividad minera supera por más de 10 veces al de la agricultura.

5.3.4 Impacto Hídrico

El balance hídrico general de la cuenca resume la relación de oferta y demanda global y el uso de los inventarios almacenados en los acuíferos y embalses.

Figura 5-2: BALANCE HIDRICO GLOBAL



La figura detalla los consumos de las diferentes actividades económicas que caracterizan el escenario base, (cifras coincidentes con la calibración del Modelo HIDROMÁS+DICTUC) sin embargo evidencia una fuerte disminución de **3,05 metros cúbicos por segundo** en la cantidad embalsada en el acuífero del COPIAPÓ, lo que demuestra una desincronización fuerte entre la oferta de recursos hídricos de la cuenca y los consumos desde las actividades productivas.

5.4 Validación de la Estrategia

Las evaluaciones cuantitativas de la estrategia expuestas en el punto anterior evidencian una desviación entre los lineamientos estratégicos definidos para la región con las realidades observadas. Por una parte los objetivos de diversificación de la producción divergen de la realidad y tanto la región como la cuenca del Copiapó exponen una fuerte dependencia del negocio minero. En esta dimensión se aprecia como necesario desarrollar competencias internas alineadas con la cadena minera de

modo que eventualmente puedan servir de base para la generación de nuevos servicios de valor agregado tanto en la región como en otras zonas mineras de Chile y el mundo.

La marcada concentración de las actividades mineras conjuntamente con el importante volumen de importaciones que se hacen desde el resto del país estaría evidenciando también una falencia en el principio de desarrollo endógeno definido para la región.

Respecto al enfoque de desarrollo sustentable y armónico con el medio ambiente, particularmente en el tema hídrico el consumo que de este recurso hacen los procesos económicos y la población casi duplica la oferta y aportes naturales de la cuenca.

6 LOS PROYECTOS DE DESARROLLO Y SU IMPACTO HIDRO-ECONÓMICO

Si la promisoria situación económica actual es ambientalmente preocupante, los nuevos proyectos que existen en la zona intensifican aún más esta situación. Las faenas mineras proyectadas sobre la cuenca del Copiapó más que duplican los actuales niveles de producción y se resumen en las cifras siguientes:

VALLE		PROYECTOS Faenas Mineras	Producciones Anuales				CAPACIDAD PLANTAS KTPD		
			Ktons cu f	OZ ORO	OZ PLATA	Ktons HIERRO	flotación	lixiviación	TOTAL
COPIAPO	✓	CASPICHE	110	696.000	846.000		150	72	**222,0**
COPIAPO	✓	NUEVA ESPERANZA (ARQUER	150	355.000			6		**6,0**
COPIAPO	✓	CASERONES (LUMINA)	150				100	50	**150,0**
COPIAPO	✓	SANTA FE BELLAVISTA				2.500	19		**19,2**
COPIAPO	✓	CERRO CASALE	120	900.000			150	75	**225,0**
COPIAPO	✓	LOBO MARTE		330.000				47	**47,0**
COPIAPO	✓	VOLCAN		283.000			11	44	**55,0**
COPIAPO	✓	CERRO NEGRO CMP				4.000	20		**20,0**
		TOTALES CUENCA COPIAPO	**530**	**2.564.000**	**846.000**	**6.500**	**456**	**288**	**744**

Fuente: Anuario SERNAGEOMIN 2013, COCHILCO 2013, recopilación estudios inversión e insumos estratégicos; REVISTA NUEVAMINERIA FEBRERO 2012

Las oportunidades económicas se enfrentan en pleno con los conflictos ambientales especialmente hídricos e imponen a las autoridades fuertes desafíos de gestión integral del territorio.

La suma de todos los nuevos proyectos induce un cambio relevante sobre la arquitectura productiva de la cuenca, por los grandes aumentos en las producciones de cobre, oro, plata y hierro. Para evaluar el impacto sobre la cuenca, el modelo de simulación requiere estimar el cambio en el nivel de exportaciones (producciones) de la minería y así evaluar el encadenamiento productos que ellas inducirán tanto sobre la cuenca como en el resto del país.

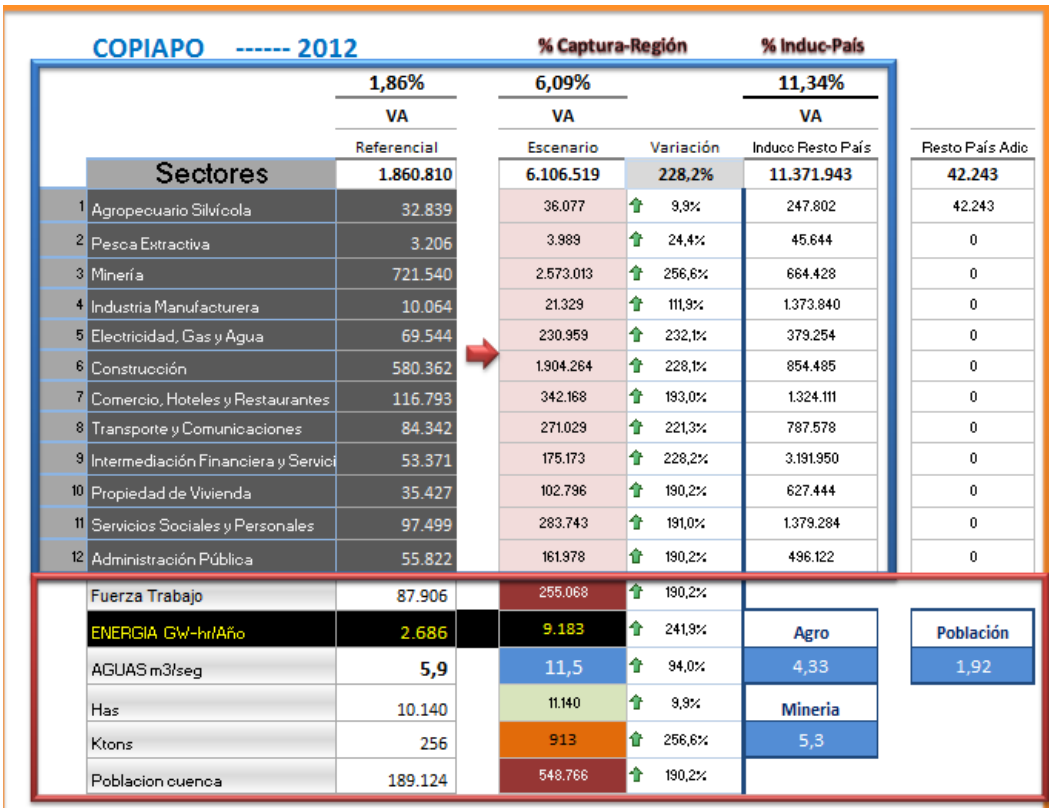
	RESUMEN MINERO CUENCA COPIAPÓ			
Pr M us$	**PRODUCTOS**	**Q-2012**	**Q-Proyectos**	**TOTAL ESC.**
8.013	COBRE (Ktons Cu f)	300,00	530,00	830,00
113	HIERRO (K.TM de mineral)	6.000	6.500	12.500
58,86	ORO (Kg de fino)	4.253	72.689	76.942
1,10	PLATA (Kg de fino)	51.030	23.084	74.114
	Total Valor de producción (MM us$)	**3.387**	**9.284**	**12.671**

Aumento Proyectado en Productos Mineros	**257%**

6.1 El impacto económico

El impacto económico es relevante. Si bien la cartera de proyectos considerados en estas estimaciones son potenciales y con plazos de inicio de actividades distribuidos durante los próximos años, permite dar una idea de su significancia económica en la zona. También muestra un perfil de cifras macros para planificar la región en un contexto de largo plazo. Algunos comentarios relevantes acerca de las cifras simuladas se enuncian a continuación:

1. Si la cuenca mantiene su estructura productiva en un formato similar al estimado para el 2012, significa que tendría un potencial de crecimientos de un 228% hasta que se pongan en funcionamiento los diferentes proyectos considerados. Adicionalmente, induciría un crecimiento encadenado hacia el resto de las regiones del país que genera un crecimiento de un 11,4% en el PIB nacional.
2. Por formato productivo se entiende una mantención de porcentajes de compras que la región realiza al resto de las regiones del país.
3. El valor generado por los nuevos proyectos es Independiente del formato en que se distribuyan e instalen las nuevas actividades inducidas entre actividades regionales y resto país. Ello dependerá de las restricciones y condiciones naturales, comerciales e institucionales que den en la cuenca, y en definitiva de sus capacidades de poder absorber la mayor cantidad de valor agregado en la zona.
4. Dado el nivel de absorción económica que expone la región, y el encadenamiento que induce la actividad minera, el fuerte crecimiento se observa no solo en el sector minería sino que la mayoría de los sectores económicos. Justamente aquí se encontrarían las grandes oportunidades de desarrollo de competencias que debieran internalizarse en la región.



COPIAPO ------ 2012

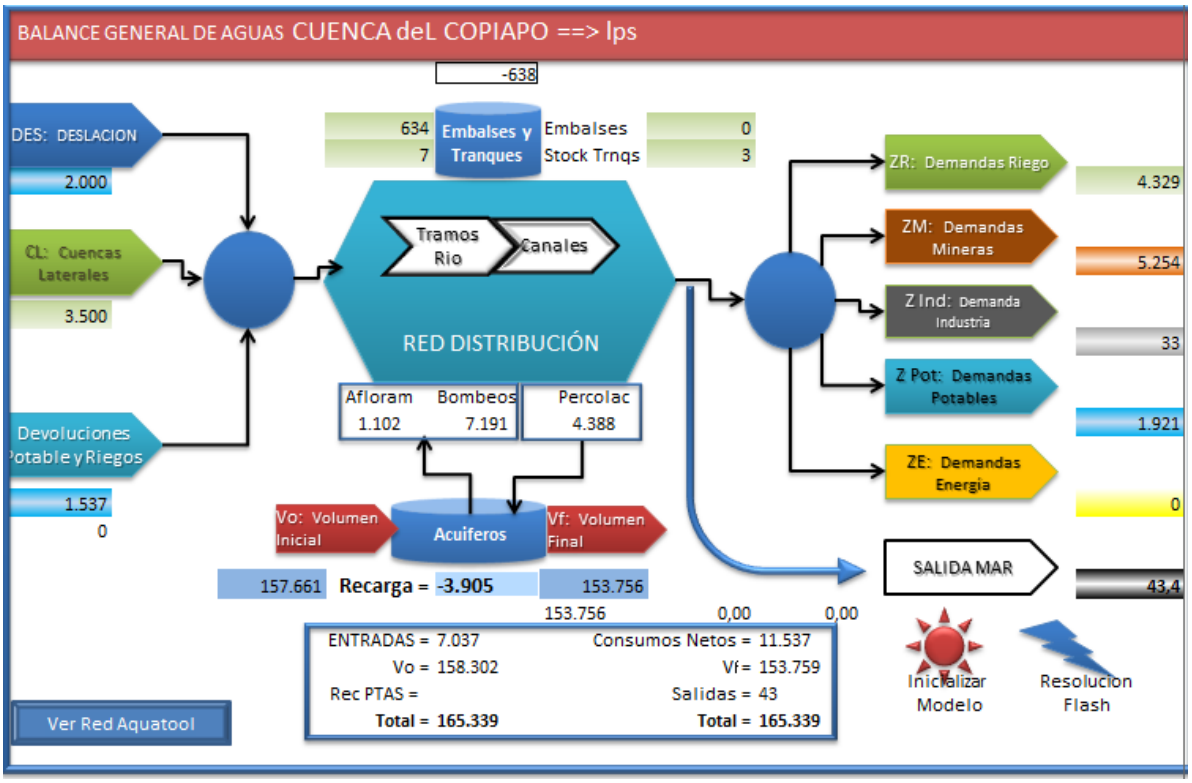
	Sectores	Referencial	Escenario	Variación	Induce Resto País	Resto País Adic
		1,86% VA	6,09% VA		11,34% VA	
	Sectores	1.860.810	6.106.519	228,2%	11.371.943	42.243
1	Agropecuario Silvícola	32.839	36.077	9,9%	247.802	42.243
2	Pesca Extractiva	3.206	3.989	24,4%	45.644	0
3	Minería	721.540	2.573.013	256,6%	664.428	0
4	Industria Manufacturera	10.064	21.329	111,9%	1.373.840	0
5	Electricidad, Gas y Agua	69.544	230.959	232,1%	379.254	0
6	Construcción	580.362	1.904.264	228,1%	854.485	0
7	Comercio, Hoteles y Restaurantes	116.793	342.168	193,0%	1.324.111	0
8	Transporte y Comunicaciones	84.342	271.029	221,3%	787.578	0
9	Intermediación Financiera y Servici	53.371	175.173	228,2%	3.191.950	0
10	Propiedad de Vivienda	35.427	102.796	190,2%	627.444	0
11	Servicios Sociales y Personales	97.499	283.743	191,0%	1.379.284	0
12	Administración Pública	55.822	161.978	190,2%	496.122	0
	Fuerza Trabajo	87.906	255.068	190,2%		
	ENERGIA GW-hr/Año	2.686	9.183	241,9%	Agro	Población
	AGUAS m3/seg	5,9	11,5	94,0%	4,33	1,92
	Has	10.140	11.140	9,9%	Mineria	
	Ktons	256	913	256,6%	5,3	
	Poblacion cuenca	189.124	548.766	190,2%		

Las cifras son lo suficientemente claras. No hay agua para sustentar estos proyectos. La demanda hídrica prácticamente triplica la oferta. Pero esta situación no solo se aprecia respecto a los recursos hídricos. Las necesidades de fuerza de trabajo casi se triplican y lo mismo ocurre con las demandas energéticas. Será necesario entonces importar o producir internamente todos estos recursos estratégicos para el desarrollo y crecimiento de la región.

Una observación importante que emana del análisis de estas cifras y que guarda relación con el abastecimiento de los recursos hídricos, se refiere al autoabastecimiento hídrico de la minería a través de plantas de desalación. Por efectos del encadenamiento que genera la minería una cosa es abastecer la demanda propia del proceso minero y otra también relevante es abastecer también la demanda hídrica inducida por esta actividad. De hecho en este ejercicio particular, los nuevos proyectos mineros que requieren del orden de 2 m3 por segundo adicionales, generan también una demanda adicional de 1 m3 por segundo por parte de la población.

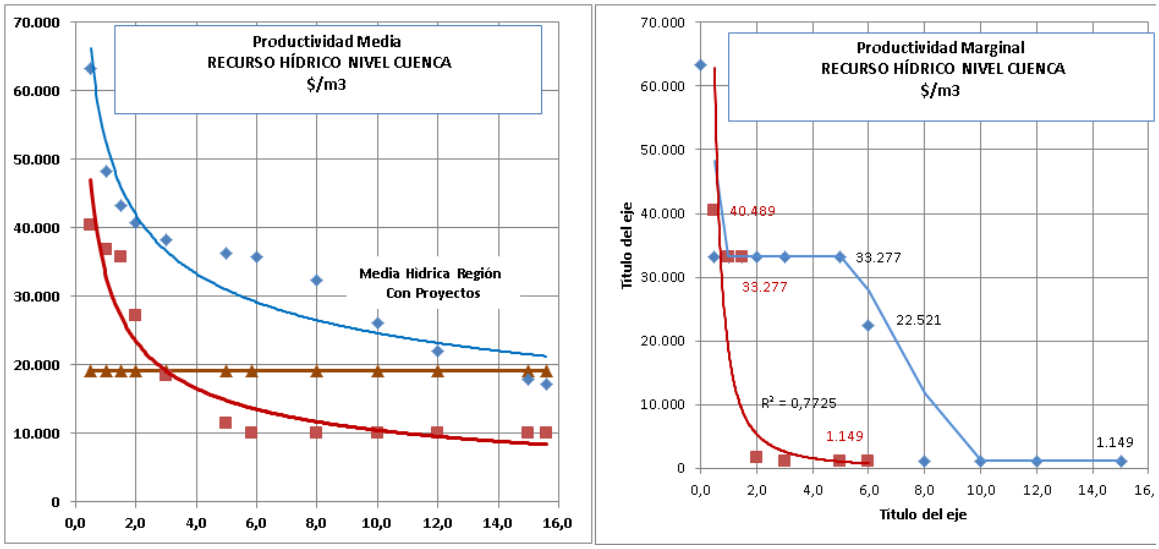
6.2 El impacto en la Cuenca

Considerando las demandas de agua potable de la población inducida, y sus devoluciones este escenario definitivamente colapsa las capacidades de la cuenca, tal como se muestra el balance global del valle, en donde se aprecia que disminución del volumen almacenado en acuíferos disminuiría a un ritmo de 4,55 m3/segundo. (Con flujo de desalación de 2 m3 por segundo)



7 EL VALOR Y VOCACIÓN PRODUCTIVA DEL RECURSO HÍIDRICO

Figura 6-1: GRÁFICA DE CURVA DE DEMANDA HÍDRICA



Finalmente, se hace un esfuerzo en estimar la curva de demanda hídrica de la cuenca del Copiapó en los escenarios con y sin proyectos.

La demanda del recurso hídrico se estima como el Ingreso de la Productividad Marginal del recurso lo que corresponde a la valoración de la producción adicional que es capaz de producir la cuenca por cada m3 adicional de agua que se hace disponible. Esta simulación es factible en virtud de que se ha modelado la función de producción global de la cuenca mediante el método de las matrices insumo producto.

Los diagramas anteriores muestran las productividades medias y marginales del agua en la economía de la cuenca. En el gráfico de la productividad media se exponen tres curvas:

1. PIB medio por m3 de agua utilizado por Minería;
2. PIB medio de la cuenca completa, por m3 de agua disponible , en un escenario Sin Proyecto;;
3. PIB medio de la cuenca completa, por m3 de agua disponible , en un escenario con Proyectos mineros,

El gráfico de la derecha, corresponde a la productividad marginal del recurso hídrico, que equivale a la curva de demanda o precios sociales del agua en la cuenca, tanto para un escenario con proyectos y sin proyectos,

Los valores del precio de demanda social del recurso hídrico oscilan entre 1,15 mil y 40,5 mil pesos por metro cúbico. Es interesante apreciar cómo aumenta la demanda hídrica en el escenario con proyectos, lo que sin dudas presiona al alza el precio del recurso en la zona. La productividad media del agua para el sector agrícola es de sólo 239 pesos por metro cúbico razón por la cual en forma privada no tiene opciones de competir por el recurso.

8 EVALUACIÓN DE ESCENARIOS

8.1 Escenario 'A-o' ➔Caso Base

8.1.1 Producciones Mineras

VALLE		Faenas Mineras En producción	Producciones Anuales				CAPACIDAD PLANTAS KTPD		
			Ktons cu f	OZ ORO	OZ PLATA	Ktons HIERRO	flotacion	lixiviación	TOTAL
COPIAPO	✓	CANDELARIA	122				79		79
COPIAPO	✓	MANTO VERDE	62					42	42
COPIAPO	✓	PUCOBRE	27				15	3,5	18,5
COPIAPO	✓	CMP Atacama				8.000	74		74
COPIAPO	✓	COEMIN	7				5		5
COPIAPO	✓	KOZAN	7				5		5
COPIAPO	✓	ENAMI Y OTROS	60				30	4,5	34,5
COPIAPO	✓	MANTO DE ORO LA COIPA		150.000	1.800.000			18	18
COPIAPO	✓	CASERONES (LUMINA)	15				10	50	60
		TOTALES CUENCA COPIAPO	300	150.000	1.800.000	8.000	218	118	336

8.1.2 Resumen Hidro económico

RESULTADOS EVALUACION ESCENARIOS

PRODUCCIONES GLOBALES

SECTOR	Demanda	Producción	DETALLE
✓ Riego (Has)	10.142	10.142	ZR:
✓ Mineria (KTPD)	336	336,0	ZM
✓ Industria (lps)	33	33	
✓ Potable (ooo Hbte)	189	189	Z Pot

BALANCES ECONÓMICOS		INDICADORES	
PIB CUENCA MM$ 2008	1.860.810	BALANZA	-521.276
PIB RESTO PAIS	3.654.200		
EMPLEO	87.906	RRNN	41%
ENERGIA	2.686	HHI (Conc)	2.602

Nodo Tramos Canales

BALANCE HÍDRICO	[m/seg]		[m/seg]
AGUAS	CONSUMOS	SECTOR	USOS
FRESCA	3.500	AGRO	3.942
RETORNADA	529,5	MINERO	1.769
DESALADA	0	POTABLE	662
ALMACENADA	2.425	INDUSTRIA	33
		SAL MAR	49
TOTAL	6.455	TOTAL	6.455

RESUMEN HÍDRICO	Delta V: [m/s]		
Cuenca	-2.425		
AC-01	15,6	772,8	AC-06
AC-02	306,2	295,4	AC-07
AC-03	442,9	-2348,9	AC-08
AC-04	-101,1	-412,1	AC-09
AC-05	-669,2	-338,5	AC-10
EMBALSES	-284	-104,5	AC-11

8.2 Escenarios A-1: Operación Hídrica Sustentable Cuenca

En este escenario se paramatrizan las condiciones operacionales económicas de la cuenca de modo que sus acuíferos no sufran déficit en sus cotas de almacenamiento hídrico.

8.2.1 Resumen Hidro económico

RESULTADOS EVALUACION ESCENARIOS

PRODUCCIONES GLOBALES

SECTOR	Demanda	Producción	DETALLE
Riego (Has)	10.142	4.555	ZR:
Mineria (KTPD)	336	336,0	ZM
Industria (lps)	33	33	
Potable (ooo Hbte)	135	135	Z Pot

BALANCES ECONÓMICOS		INDICADORES	
PIB CUENCA MM$ 2008	1.362.435	BALANZA	-365.344
PIB RESTO PAIS	2.693.880		
EMPLEO	62.558	RRNN	41%
ENERGIA	1.985	HHI (Conc)	2.673

Derechos de Agua x Sector Economico | Uso Acuiferos por Sector Economico

Nodo | Tramos | Canales

BALANCE HÍDRICO	[m/seg]		[m/seg]
AGUAS	CONSUMOS	SECTOR	USOS
FRESCA	3.500	AGRO	1.554
RETORNADA	377	MINERO	1.769
DESALADA	0	POTABLE	471
ALMACENADA	0	INDUSTRIA	33
		SAL MAR	49
TOTAL	3.877	TOTAL	3.877

RESUMEN HÍDRICO	Delta V: [m3/s]		
Cuenca	0		
AC-01	15,6	518,8	AC-06
AC-02	306,2	139,0	AC-07
AC-03	442,9	-1650,3	AC-08
AC-04	-101,1	-231,6	AC-09
AC-05	-60,6	92,9	AC-10
EMBALSES	632	-104,1	AC-11

- Con respecto a la situación Base, el PIB de la cuenca se reduce en un 26,8%;
- Así también el empleo bajaría en un 28,8%%, al igual que la población de la cuenca;
- La actividad minera se mantendría intacta, pero la agricultura es la que absorbe la pérdida económica originada por la restricción hídrica;
- Al privilegiar el consumo hídrico hacia la agricultura, es la economía de la cuenca la que se hace no sustentable, pues en ese escenario su PIB se reduce en un 90%; el empleo y la población asociada, se reduce en un 78%.

Escenario con Privilegio Agrícola

RESULTADOS EVALUACION ESCENARIOS

PRODUCCIONES GLOBALES

SECTOR	Demanda	Producción	DETALLE
Riego (Has)	10.142	8.864	ZR:
Mineria (KTPD)	0	0,0	ZM
Industria (lps)	33	33	
Potable (ooo Hbte)	42	42	Z Pot

BALANCES ECONÓMICOS		INDICADORES	
PIB CUENCA MM$ 2008	179.044	BALANZA	-159.675
PIB RESTO PAIS	578.199		
EMPLEO	19.698	RRNN	16%
ENERGIA	134	HHI (Conc)	1.654

BALANCE HÍDRICO	[m/seg]		[m/seg]
AGUAS	CONSUMOS	SECTOR	USOS
FRESCA	3.500	AGRO	3.388
RETORNADA	119	MINERO	0
DESALADA	0	POTABLE	148
ALMACENADA	0	INDUSTRIA	33
		SAL MAR	49
TOTAL	3.619	TOTAL	3.619

8.3 Escenario A-2: Recupera Case Base con Agua Externa (desalación)

Manteniendo los acuíferos de la cuenca sin déficit, en este escenario se estima la demanda de agua externa a la cuenca necesaria para equilibrar económica e hídricamente el escenario base.

8.3.1 Resumen Hidro económico

RESULTADOS EVALUACION ESCENARIOS

PRODUCCIONES GLOBALES

SECTOR	Demanda	Producción	DETALLE
Riego (Has)	10.139	10.139	ZR:
Mineria (KTPD)	336	336,0	ZM
Industria (lps)	33	33	
Potable (ooo Hbte)	189	189	Z Pot

BALANCES ECONÓMICOS		INDICADORES	
PIB CUENCA MM$ 2008	1.860.810	BALANZA	-521.276
PIB RESTO PAIS	3.654.200		
EMPLEO	87.906	RRNN	41%
ENERGIA	2.686	HHI (Conc)	2.602

Derechos de Agua x Sector Economico | Uso Acuiferos por Sector Economico

Nodo | Tramos | Canales

BALANCE HÍDRICO	[m/seg]		[m/seg]
AGUAS	CONSUMOS	SECTOR	USOS
FRESCA	3.500	AGRO	3.941
RETORNADA	530	MINERO	1.769
DESALADA	2.431	POTABLE	662
ALMACENADA	-7	INDUSTRIA	33
		SAL MAR	49
TOTAL	6.454	TOTAL	6.454

RESUMEN HÍDRICO	Delta V: [m3/s]		
Cuenca	7		
AC-01	15,8	772,6	AC-06
AC-02	306,2	295,4	AC-07
AC-03	443,0	-13,6	AC-08
AC-04	-101,0	-316,5	AC-09
AC-05	-669,2	-338,3	AC-10
EMBALSES	-283	-104,5	AC-11

- Con una importación de aguas externas (Desalación) de 2,4 m3/seg, la cuenca logra un equilibrio hidro-económico, sin disminución de volumen almacenado en acuíferos y logrando todas las producciones sectoriales mineras y agrícolas.
- El consumo de agua potable se abastecería de agua externa (desalada), que además genera un importante retorno a la red.

8.4 Escenarios B-1 ➔ Caso Caserones

IMPACTOS HIDRO ECONÓMICOS DE PROYECTOS MINEROS

8.4.1 Producciones

VALLE		PROYECTOS Faenas Mineras	Producciones Anuales				CAPACIDAD PLANTAS KTPD		
			Ktons cu f	OZ ORO	OZ PLATA	Ktons HIERRO	flotación	lixiviación	TOTAL
COPIAPO	✔	CASERONES (LUMINA)	150				100	50	150,0

8.4.2 Plantas y Consumo Agua

PROYECTOS Faenas Mineras	m3 / Ton		m3/SEG	SECTOR HIDROGEOLÓGICO COPIAPO						lps / KTPD	FUENTE DE ABASTECIMIENTO	
	flotacion	lixiviación	⇩	1	2	3	4	5	6		SUBTE	SUPERF
CASERONES (LUMINA)	0,35	0,12	0,475	0,0	0,5	0,5				3,2	3b-Pabellon_MalPaso	

8.4.3 Resumen Impacto

RESULTADOS EVALUACION ESCENARIOS

PRODUCCIONES GLOBALES

SECTOR	Demanda	Producción	DETALLE
✔ Riego (Has)	10.142	10.142	ZR:
✔ Mineria (KTPD)	486	486,0	ZM
✔ Industria (lps)	33	33	
✔ Potable (ooo Hbte)	238	238	ZPot

BALANCES ECONÓMICOS		INDICADORES	
PIB CUENCA MM$ 2008	2.420.344	BALANZA ➔	-641.583
PIB RESTO PAIS	4.677.606		
EMPLEO	110.599	RRNN	41%
ENERGIA	3.535	HHI (Conc)	2.669

BALANCE HÍDRICO	[m/seg]	➔	[m/seg]
AGUAS	CONSUMOS	SECTOR	USOS
FRESCA	3.500	AGRO	3.942
RETORNADA	666,3	MINERO	2.244
DESALADA	0	POTABLE	833
ALMACENADA	2.934	INDUSTRIA	33
		SAL MAR	49
TOTAL	7.100	TOTAL	7.100

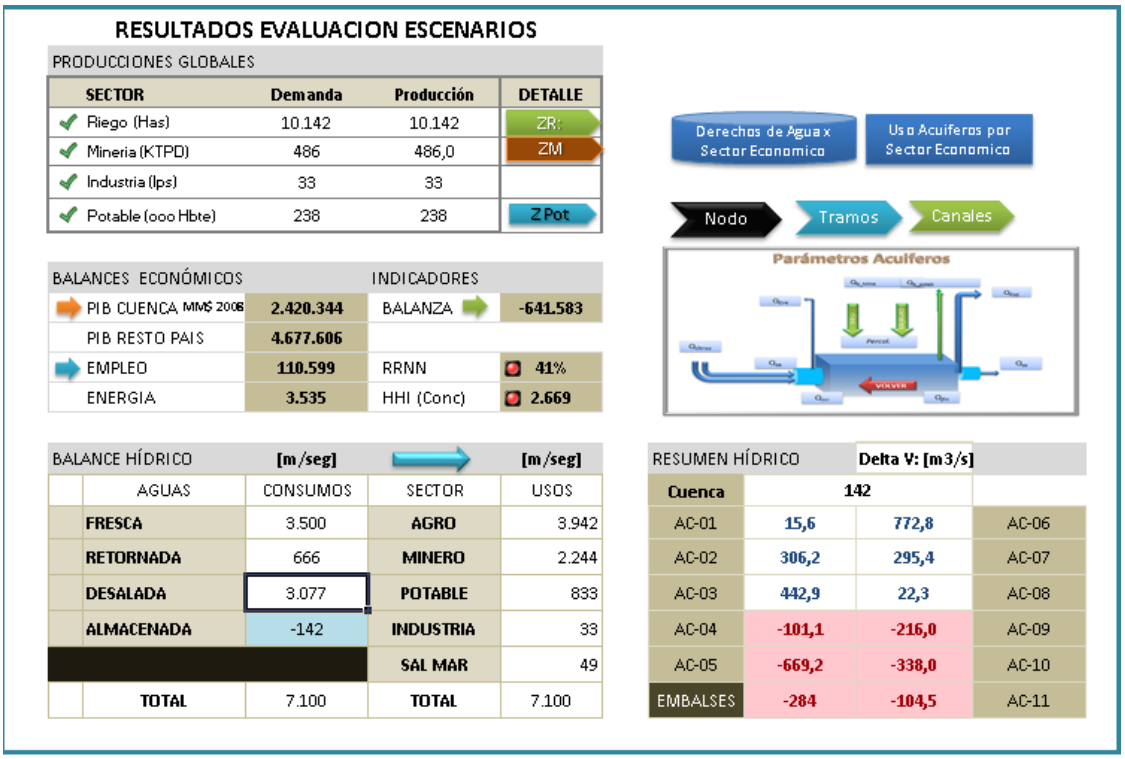
RESUMEN HÍDRICO	Delta V: [m/s]		
Cuenca	-2.934		
AC-01	15,6	772,8	AC-06
AC-02	306,2	295,4	AC-07
AC-03	442,9	-2955,7	AC-08
AC-04	-101,1	-314,3	AC-09
AC-05	-669,2	-338,3	AC-10
EMBALSES	-284	-104,5	AC-11

8.4.4 Comentarios

- PIB>
  - Cuenca: Desde MMM$ 1.860 ➔ MMM $2.420 (30%)
  - Resto País: Desde MMM$ 3.654 ➔ MMM $4.677
  - Empleo: Desde: 87.907 ➔ 110.599
- Hídrico:
  - Aumenta Déficit hídrico de la Cuenca: de 2.425 lps hasta 2.934 lps
  - Consumo hídrico por aumentos de población de 663 lps a 833 lps

8.4.5 Sustento Agua Externa

Para mantener un balance hídrico sustentable, en donde los acuíferos no disminuyan su volumen, se asigna al modelo la opción de utilizar agua desalada (importada) en el caso de las faenas mineras y agua potable. Con ello se logra el siguiente equilibrio hidro-económico:



RESULTADOS EVALUACION ESCENARIOS

PRODUCCIONES GLOBALES

SECTOR	Demanda	Producción	DETALLE
Riego (Has)	10.142	10.142	ZR
Mineria (KTPD)	486	486,0	ZM
Industria (lps)	33	33	
Potable (000 Hbte)	238	238	ZPot

BALANCES ECONÓMICOS		INDICADORES	
PIB CUENCA MM$ 2008	2.420.344	BALANZA	-641.583
PIB RESTO PAIS	4.677.606		
EMPLEO	110.599	RRNN	41%
ENERGIA	3.535	HHI (Conc)	2.669

BALANCE HÍDRICO	[m/seg]		[m/seg]
AGUAS	CONSUMOS	SECTOR	USOS
FRESCA	3.500	AGRO	3.942
RETORNADA	666	MINERO	2.244
DESALADA	3.077	POTABLE	833
ALMACENADA	-142	INDUSTRIA	33
		SAL MAR	49
TOTAL	7.100	TOTAL	7.100

Derechos de Agua x Sector Economico

Uso Acuiferos por Sector Economico

Nodo Tramos Canales

Parámetros Acuiferos

RESUMEN HÍDRICO	Delta V: [m3/s]		
Cuenca	142		
AC-01	15,6	772,8	AC-06
AC-02	306,2	295,4	AC-07
AC-03	442,9	22,3	AC-08
AC-04	-101,1	-216,0	AC-09
AC-05	-669,2	-338,0	AC-10
EMBALSES	-284	-104,5	AC-11

- Necesidad de desalación = 3,01 m3/seg;
- Almacenamiento de agua en acuíferos aumenta en 0,142 m3/seg, revirtiéndose la condición de sobre explotación hídrica de la cuenca.

8.5 Escenario B-2 ➔Resto Faenas Mineras

8.5.1 Producciones

VALLE		PROYECTOS Faenas Mineras	Producciones Anuales				CAPACIDAD PLANTAS KTPD		
			Ktons cu f	OZ ORO	OZ PLATA	Ktons HIERRO	flotación	lixiviación	TOTAL
COPIAPO	✓	CASPICHE	110	696.000	846.000		150	72	222,0
COPIAPO	✓	NUEVA ESPERANZA (ARQUEROS)	150	355.000			6	0	6,0
COPIAPO	✓	CASERONES (LUMINA)	150				100	50	150,0
COPIAPO	✓	SANTA FE BELLAVISTA				2.500	19	0	19,2
COPIAPO	✓	CERRO CASALE	120	900.000			150	75	225,0
COPIAPO	✗	LOBO MARTE		330.000			0	47	47,0
COPIAPO	✗	VOLCAN		283.000			11	44	55,0
COPIAPO	✗	CERRO NEGRO CMP				4.000	20		20,0
		TOTALES CUENCA COPIAPO	530	1.951.000	846.000	2.500	456	288	744
				55.311	23.984				

8.5.2 Plantas Tratamiento y Aguas

PROYECTOS Faenas Mineras	m3 / Ton flotacion	m3 / Ton lixiviación	m3/SEG	SECTOR HIDROGEOLÓGICO COPIAPO 1	2	3	4	5	6	lps / KTPD	FUENTE DE ABASTECIMIENTO SUBTE	SUPERF
CASPICHE	0,65	0,12	1,228			1,0				5,5	3b-Pabellon_MalP	NO-18
NUEVA ESPERANZA (ARQL	0,65	0,12	0,045			1,0				7,5	3b-Pabellon_MalP	NO-18
CASERONES (LUMINA)	0,35	0,12	0,475	0,0	0,5	0,5				3,2	4a-MalPaso_Copiapo	
SANTA FE BELLAVISTA	0,65	0,12	0,144				1,0			7,5	4a-MalPaso_Copiapo	
CERRO CASALE	0,65	0,12	1,233	0,0		1,0				5,5	3b-Pabellon_MalPaso	
LOBO MARTE	0,65	0,12	0,065			1,0				1,4	3b-Pabellon_MalPaso	
VOLCAN	0,65	0,12	0,144			1,0				2,6	3b-Pabellon_MalPaso	
CERRO NEGRO CMP	0,65	0,12	0,150				0,5	0,5		7,5	5a-Copiapo_PiedraColgada	
PROYECTOS CUENCA COPIAPO			3,5	0	75	630	29	10	0			
				0,0	3,2	4,7	7,5	7,5	0,0			

8.5.3 Impacto Hidro económico

RESULTADOS EVALUACION ESCENARIOS

PRODUCCIONES GLOBALES

SECTOR	Demanda	Producción	DETALLE
Riego (Has)	10.142	9.857	ZR:
Mineria (KTPD)	958	958,2	ZM
Industria (lps)	33	33	
Potable (ooo Hbte)	492	421	Z Pot

BALANCES ECONÓMICOS		INDICADORES	
PIB CUENCA MM$ 2008	5.434.968	BALANZA	-1.251.134
PIB RESTO PAIS	10.152.810		
EMPLEO	228.796	RRNN	43%
ENERGIA	8.153	HHI (Conc)	2.838

Derechos de Agua x Sector Economico | Uso Acuiferos por Sector Economico

Nodo | Tramos | Canales

BALANCE HÍDRICO	[m/seg]		[m/seg]
AGUAS	CONSUMOS	SECTOR	USOS
FRESCA	3.500	AGRO	3.777
RETORNADA	1.178	MINERO	4.894
DESALADA	0	POTABLE	1.473
ALMACENADA	5.548	INDUSTRIA	33
		SAL MAR	49
TOTAL	10.226	TOTAL	10.226

RESUMEN HÍDRICO	Delta V: [m3/s]		
Cuenca	-5.548		
AC-01	15,6	674,0	AC-06
AC-02	306,2	-328,1	AC-07
AC-03	442,9	-4222,1	AC-08
AC-04	-101,1	-472,1	AC-09
AC-05	-781,5	-338,7	AC-10
EMBALSES	-638	-104,5	AC-11

8.5.4 Análisis y Comentarios

- Gran Potencial económico para la región como para el resto del país (192 crecimiento potencial) pero insuficiencia de recursos hídricos (Déficit de acuíferos insostenible, aumenta a 5,5 m3/seg)
- Con estos proyectos mineros la Cuenca sostendría del orden del 16% del PIB Nacional, pero captura sólo el 5,42%.
- Desde el punto de vista territorial, si el comportamiento económico de la cuenca se mantiene, significaría también un 160% de aumento de la población, como también induciría un aumento de igual magnitud en todo el resto de los sectores económicos (construcción, comercio, transportes, viviendas, energía).
- El otro impacto relevante es en el sector energía, que aumentaría la demanda en un 204%, pasando desde 2.686 hasta 8.153 GWh-Año.

8.6 Sustento Hídrico con Aguas Externas (desalada)

8.6.1 Plantas Tratamiento y Aguas

PROYECTOS Faenas Mineras	m3 / Ton		m3/SEG	SECTOR HIDROGEOLÓGICO COPIAPO						lps / KTPD	FUENTE DE ABASTECIMIENTO	
	flotacion	lixiviación		1	2	3	4	5	6		SUBTE	SUPERF
CASPICHE	0,65	0,12	1,228			1,0				5,5	3b-Pabellon_MalPa	NO-DES
NUEVA ESPERANZA (ARQUE	0,65	0,12	0,045			1,0				7,5	3b-Pabellon_MalPa	NO-DES
CASERONES (LUMINA)	0,35	0,12	0,475		0,5	0,5				3,2	4a-MalPaso_Copiap	NO-DES
SANTA FE BELLAVISTA	0,65	0,12	0,144				1,0			7,5	4a-MalPaso_Copiap	NO-DES
CERRO CASALE	0,65	0,12	1,233			1,0				5,5	4a-MalPaso_Copiap	NO-DES
LOBO MARTE	0,65	0,12	0,065			1,0				1,4	3b-Pabellon_MalPa	NO-DES
VOLCAN	0,65	0,12	0,144			1,0				2,6	3b-Pabellon_MalPa	NO-DES
CERRO NEGRO CMP	0,65	0,12	0,150				0,5	0,5		7,5	5a-Copiapo_Piedra	NO-DES
PROYECTOS CUENCA COPIAPO			3,5		75	630	29	10				

8.6.2 Impacto Hidro económico

RESULTADOS EVALUACION ESCENARIOS

PRODUCCIONES GLOBALES

SECTOR	Demanda	Producción	DETALLE
Riego (Has)	10.142	10.142	ZR:
Mineria (KTPD)	958	958,2	ZM
Industria (lps)	33	33	
Potable (ooo Hbte)	492	492	Z Pot

BALANCES ECONÓMICOS		INDICADORES	
PIB CUENCA MM$ 2008	5.434.968	BALANZA	-1.251.134
PIB RESTO PAIS	10.152.810		
EMPLEO	228.796	RRNN	43%
ENERGIA	8.153	HHI (Conc)	2.838

Derechos de Agua x Sector Economico | Uso Acuiferos por Sector Economico

Nodo | Tramos | Canales

BALANCE HÍDRICO	[m/seg]		[m/seg]
AGUAS	CONSUMOS	SECTOR	USOS
FRESCA	3.500	AGRO	3.942
RETORNADA	1.378	MINERO	4.894
DESALADA	6.617	POTABLE	1.723
ALMACENADA	-854	INDUSTRIA	33
		SAL MAR	49
TOTAL	10.641	TOTAL	10.641

RESUMEN HÍDRICO	Delta V: [m3/s]		
Cuenca	854		
AC-01	15,6	772,8	AC-06
AC-02	306,2	295,4	AC-07
AC-03	442,9	209,2	AC-08
AC-04	-101,1	307,6	AC-09
AC-05	-669,2	-336,4	AC-10
EMBALSES	-284	-104,5	AC-11

- Con esta política hídrica, se logra estabilizar los acuíferos generando una recarga anual equivalente a un ritmo de **854** lps