



Estudio de antecedentes para el diseño de un proyecto comunitario:

Agua de consumo de calidad con energía solar: Innovación aplicada al desarrollo de la localidad de Cuya

INSTITUCIONES EJECUTORAS SERC CHILE



SOCIOS ESTRATÉGICOS



PRÓLOGO

El presente estudio de antecedentes para el diseño del proyecto comunitario *“Agua de consumo de calidad con energía solar: Innovación aplicada al desarrollo de la localidad de Cuya”*, se destina a ser utilizado, como una fuente de información hacia las comunidades rurales y público en general, de manera, como material de consulta y divulgación que trata la situación energética de la región de Arica y Parinacota, haciendo hincapié así mismo en las características energética propias de la región. Se ha pretendido elaborar esta guía que pueda ser leída por cualquier persona sin formación técnica en la materia y lograr que, a través de su lectura, pueda entender cómo es la generación de electricidad y la producción de energía a partir de fuentes energéticas renovables. Su carácter divulgativo favorecerá su aprovechamiento por jóvenes, pero también por personas de todas las edades que sientan interés por los temas energéticos de las región.

Esta estudio se encuentra en los objetivos del proyecto Ayllu Solar, una iniciativa de SERC Chile (Solar Energy Research Center) que es la creación de capital humano para impulsar el desarrollo sostenible de comunidades urbanas y rurales de la región de Arica y Parinacota, a través del uso de energía solar, con el fin de contribuir, desde la ciencia, a mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Este estudio de antecedentes se elaboró como una propuesta de proyecto en el año 2015, en el marco de la selección de los proyectos de referencia que finalmente fueron implementados en la región de Arica y Parinacota. La presente no fue implementada, sin embargo, constituye una guía útil para el desarrollo de proyectos de similares características.

La edición de este documento se estructura en 4 capítulos. El primer capítulo corresponde al estado del arte de la situación de la región y del sitio de emplazamiento del proyecto. El segundo capítulo se refiere a la descripción técnica y económica de la propuesta que está dedicada, en términos generales, a las tecnologías y soluciones involucradas en esta iniciativa. El tercer capítulo abarca los temas de diagnóstico socio-cultural (línea base y la metodología de la co-construcción) y finalmente el cuarto capítulo donde se explica y se exponen los aspecto de la formación de capital humano.

Finalmente, se debe considerar que, no obstante algunos de los datos estadísticos fueron actualizados dentro del texto original (ejemplo actualización Censo 2017), todos los costos fueron realizados con valores del año, 2015, por tal motivo para mejor uso de este documento se sugiere ajustar los costos y normativas a los precios de mercado actuales y valor del dólar del día de la consulta.

RESUMEN EJECUTIVO

RESUMEN EJECUTIVO

La región de Arica y Parinacota es una zona que se caracteriza por las condiciones de extrema aridez y escasas precipitaciones anuales. Pese a esto, las comunidades humanas lograron subsistir y asentarse localmente hace más de 8.000 años en base al aprovechamiento de los limitados recursos hídricos disponibles a nivel local, tanto en términos de calidad como cantidad.

Siguiendo esta misma dinámica, es que en la actualidad las poblaciones que se ubican en la cuenca del río Camarones, deben desarrollar sus diferentes actividades productivas y de subsistencia ligadas al uso de agua proveniente del río, las cuales presentan altos niveles de arsénico (100 veces superior a la normativa nacional de agua para consumo humano), boro (10 veces superior a la norma de agua para riego), sumado a elevados niveles de salinidad. En este sentido, tener una buena calidad de agua es fundamental para el desarrollo socio-económico de los habitantes de Cuya, puesto que este recurso permite dar inicio a procesos claves para la generación de distintos productos o servicios que generen valor y fomenten el poblamiento de este sector rural.

Considerando la problemática anteriormente descrita, se hace necesario potenciar los servicios y productos en torno a la disponibilidad de agua de calidad procesada gracias una fuente energética solar que, en conjunto con la integración de componentes tecnológicos, económicos y sociales, permita un desarrollo productivo sustentable, escalable y replicable a partir de un desarrollo inicial desde la localidad de Cuya. Se propone, por tanto, implementar una tecnología de desalación MDS (Membrane Distillation Systems), que a un costo conveniente y alimentada por energía solar mejore las condiciones del agua actual, permitiendo desarrollar un modelo de negocio basado en la producción de hielo (en escamas para la conservación de productos marinos y en cubos para consumo humano), además de agua embotellada (para el consumo de la comunidad de Cuya). De esta forma, se identifica las siguientes actividades complementarias en torno al agua: a) generación inicial de una planta generadora de agua embotellada, b) generación de hielo, en un inicio en formato de escamas (para apoyar la labor de transporte de productos marinos (pescado y mariscos), manteniendo así la cadena de frío) y en formato de cubos (para el consumo humano directo a para entrega en restaurantes locales).

En ambos casos se cuenta con altos márgenes de rentabilidad, considerando que una vez que se comience con la ejecución de la solución propuesta la actividad es de fácil capacitación, escaso personal, bajo costo de operación, y condiciones favorables para su escalabilidad futura. El proyecto cubre con sus ingresos la inversión y costo de operación anual, presentando retornos positivos, lo que permitiría aportar al desarrollo de la comuna, utilizando energías renovables exitosamente para una producción comercial del agua y apoyar una actividad económica incipiente con oportunidades de crecimiento, como es la pesca.

El trabajo comunitario requerido se basaría en la relación ya consolidada con el sindicato de pescadores, al que es necesario agregar un trabajo sistemático con la comunidad para promover la participación de los habitantes en actividades comunitarias y el trabajo conjunto con las organizaciones. Este aspecto también es abordado por el plan de formación de capital humano, junto con la creación de un circuito demostrativo en la oferta de agua de calidad.

Tabla de contenido

PRÓLOGO	I
RESUMEN EJECUTIVO	II
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes básicos	1
1.2. Descripción de la localidad	1
1.3. Descripción general de la problemática abordada	5
2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA	6
2.1. Esquema general de solución propuesta	7
2.2. Detalles de componentes más relevantes	7
2.3. Evaluación de costos	15
2.4. Análisis de impacto económico	19
3. DIAGNÓSTICO SOCIO-CULTURAL	22
3.1. Descripción de aspectos relevantes de la comunidad	22
3.2. Asociación con Pescadores	25
3.3. Análisis crítico	26
4. FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO	27
4.1. Propuesta Formativa	27
4.2. ¿Cuáles son las temáticas y actividades propuestas?	27
5. CONCLUSIONES GENERALES	29
6. REFERENCIAS	31
7. ANEXOS	33
7.1. Radiación Solar en la zona	33
7.2. Ganadería de ovinos	36
7.3. Recurso solar de Cuya	37
7.4. Recurso eólico de Cuya	38
7.5. Características del mercado del agua	39
7.6. Planta embotelladora (Lavadora, Llenadora y Tapadora Semiautomática de Bidones). Marca Cotti, Modelo LTC-60.	41
7.7. Máquina fabricadora de Hielo en Escamas (Contenedor Incluido).	43
7.8. Máquina fabricadora de Hielo en Cubos (Contenedor Incluido).	44
7.9. Contenedor refrigerado para hielo en escama y hielo en cubo	45

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes básicos

Dentro de la Comuna de Camarones, se han desarrollado en los últimos años, diversas investigaciones por instituciones públicas y privadas, incluyendo como a uno de sus principales referentes a la Universidad de Tarapacá, que hoy permiten diagnosticar e identificar problemáticas graves que afectan el desarrollo de ese sector, asociado en buena parte para el caso, en la limitada calidad del agua disponible en el lugar. En un estudio reciente de la Dirección General de Aguas, DGA, se mencionan altos niveles de arsénico, boro y sales disueltas en la localidad de Cuya, lo anterior, supera ampliamente las normas establecidas por ejemplo para consumo humano y riego (DGA, 2007; 2010a; 2010b). Durante al año 2015, se desarrollaron diversas actividades en terreno por parte del personal del Tratamiento Solar Agua del proyecto Ayllu. En el levantamiento de esta información, se detectó como hecho recurrente la falta de disponibilidad de agua (la cual presenta altos niveles de boro y arsénico por sobre la norma, además de ser altamente salobre), afectando diversas actividades económicas actuales y potenciales, así como el propio consumo de pobladores, debiendo buscar alternativas de alto valor para su suministro periódico.

Así mismo, se observó en terreno que, a pesar de la mala calidad del agua, este recurso si está disponible durante todo el año, por tanto, bajo la aplicación de alguna tecnología de purificación, es posible obtener un recurso de bajo estándares adecuados. Como fuentes de oportunidad de desarrollo de la localidad, se identificó una alta disponibilidad de energía solar, acceso a una vía principal de comunicación terrestre y una población visitante flotante de paso regular en el lugar.

1.2. Descripción de la localidad

La comuna de Camarones, específicamente en la localidad de Cuya, corresponde a un sector rural que ha tenido un limitado crecimiento económico debido, entre otros, a la baja calidad de los recursos hídricos y la falta de inversión pública producto de su lejanía. No obstante, la falta de agua de calidad es crítica, por cuanto afecta actividades económicas potenciales relacionadas, tales como la agricultura, el turismo, entre otros. Mediante un diagnóstico en el lugar, ha sido posible conocer el interés que existe por parte de la asociación de pescadores locales e Ilustre Municipalidad de Camarones, por apoyar iniciativas como la presente, orientadas al beneficio directo de la comunidad local y su desarrollo.

El sector de Cuya, si bien, actualmente corresponde a una localidad de paso, posee un importante potencial de crecimiento a mediano plazo, ligado principalmente a las actividades agrícolas y turísticas. Lo anterior como consecuencia de su cercanía con la Ruta 5, la cual es vía potencial de contacto y acceso para la comercialización de productos y servicios con el resto del país. Información recopilada en el lugar indica que el desarrollo local podría ser fomentado por una mayor cobertura de los servicios básicos (agua y luz). De esta forma, el proyecto propuesto viene a considerar en este aspecto dos potencialidades naturales propias del lugar:

- Disponibilidad de agua que puede ser mejorada: La falta de agua de calidad en el lugar, producto de la presencia de altas proporciones de elementos químicos en forma natural, limita el desarrollo de actividades agrícolas y turísticas en el lugar. Si bien se ha experimentado con tecnologías convencionales, destacando la osmosis inversa, estas aún siguen presentando bajas eficiencias en la extracción de especies químicas como el boro, sumado a unos altos costos de operación. Lo anterior obliga a considerar, el uso de otras tecnologías de menor costo de operación y autonomía energética, que permitan a los pobladores diversificar su base económica productiva basada en un agua de calidad.
- Uso de la alta radiación solar del lugar: Esto permite la aplicación de diversas tecnologías de captación de radiación (fotovoltaica y termosolar). Si bien el poblado cuenta con

suministro eléctrico monofásico (generadores diésel), este sólo se limita a abastecer de energía a los hogares para suplir necesidades básicas relacionadas con la utilización de electrodomésticos e iluminación (el horario de uso es de dos horas diarias). Fuera del poblado, la iluminación pública se restringe solo en algunos tramos del sector de carretera, por medio de alumbrado público soportado por grupos electrógenos intermitentes o por paneles fotovoltaicos conectados a baterías de ciclo profundo (ver Anexo 7.1).

1.2.1. Comuna de Camarones

Camarones es una comuna perteneciente a la Provincia de Arica, en la Región de Arica y Parinacota, al norte de Chile. Es una comuna totalmente rural, con alguna actividad económica menor y casi sin movimiento turístico. Su municipalidad tiene asiento en el caserío de Cuya, en la ribera sur de la quebrada de Camarones, a un costado de la Ruta 5. La comuna de Camarones se divide en los siguientes 5 distritos (Figura 1).

Según los datos recolectados en el censo de población del año 2017 realizado por el Instituto Nacional de Estadística, INE, la comuna posee una superficie de 3.927 km², disponiendo de una población de 1.255 habitantes (distribuidos en 948 viviendas), de los cuales 529 son mujeres y 726 son hombres. De esta forma, la comuna de Camarones acoge sólo al 0,32 % de la población total de la región, presentando un 71% de su población con alguna ascendencia indígena, destacando la etnia Aymara (INE, 2017).

La Comuna cuenta con más de 50 sitios patrimoniales y celebra diversas fiestas y carnavales propios de la cultura del norte grande. Destaca la cultura Chinchorro, la cual presenta asentamientos de pescadores cercanos a Caleta Camarones con cerca de 8.000 años de historia, motivo por el cual, la zona está siendo postulada como patrimonio de la humanidad en la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), siendo una zona que probablemente en un futuro genere algún desarrollo turístico importante en torno a este recurso. Se pueden observar en sus alrededores ruinas de poblados incas y otras estructuras históricas, además de la presencia de petroglifos preincaicos e incaicos (Mansilla & Cornejo, 2002; Bundschuh et al., 2012; Hernández et al., 2014).

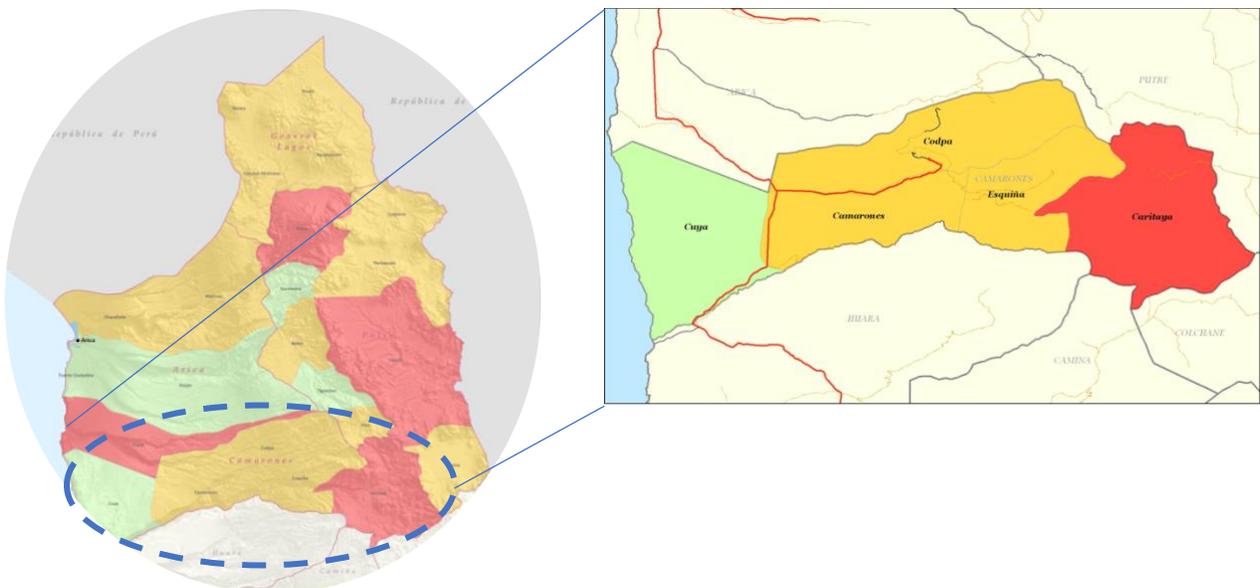


Figura 1. División geográfica de la de la comuna de Camarones, división del Nivel Educacional y Económico por distrito censal comuna de Camarones (elaboración TSA: Propia).

Esta vasta aérea geográfica es el hábitat de una importante variedad de fauna, compuesta por vicuñas, llamas, alpacas, flamencos, ñandúes, cóndores y de especies vegetales muy singulares como la llareta, la paja brava y los bofedales, los cuales pueden subsistir, a pesar de la escasa agua, la cual además es de muy baja calidad y las altas temperaturas características del desierto. La principal actividad económica del lugar es la ganadería de ovinos (ver Anexo 7.2), la agricultura y, de manera más incipiente, la pesca, y aún muy menor el turismo (Hernández et al., 2014).

1.2.2. Cuya

Cuya es una localidad rural, junto al valle de Camarones, en la ribera sur del río que lleva el mismo nombre. Es la capital comunal, encontrándose cercana al límite político con la región de Tarapacá. Cuya está separada en dos sectores: Cuya oriente, al interior del valle, y Cuya poniente, donde se encuentra la aduana de control interno de Cuya. Su ubicación no es casual, por cuanto su fundación y desarrollo ha estado ligado a una conexión directa terrestre con la Ruta 5.

Tabla 1: Datos geográficos y demográficos de la comuna de Camarones.

Coordenadas UTM	Localidad	Categoría	Población (censo 2017)	Viviendas (censo 2017)
19K 375957 7880980	Cuya	Caserío	289	132

Fuente: INE, Censo 2017.

La geografía que presenta el lugar es hostil, dada la escasez de agua (el río Camarones es de un flujo variable en el año) y su baja calidad (el río trae consigo una alta cantidad de minerales que limita el desarrollo de la vida en el lugar), por tanto, restringe la actividad económica y el crecimiento del poblado por la baja disponibilidad del recursos hídrico. En la imagen satelital que se observa en la Figura 2, se puede observar el pueblo de Cuya, el cual se encuentra adyacente a la Ruta 5. Si bien existen caseríos cercanos, estos confluyen finalmente al poblado para su conexión a la carretera principal. El origen histórico de esta localidad se relaciona con un asentamiento estratégico creado para fines aduaneros durante la época del puerto libre de Arica, lo que se ve reforzado en la década de los 70 a partir de la creación de un asentamiento agrícola cercano a la actual ubicación de la localidad. Sin embargo, este asentamiento agrícola fue desmantelado durante la dictadura militar y traspasado a la empresa Ariztía, actual propietaria de casi la totalidad de las tierras de la parte baja del Valle de Camarones, donde se emplaza Cuya.

La única actividad económica importante de los pobladores existentes corresponde al comercio, específicamente restaurantes y pequeños locales de venta de abarrotes. Lo anterior, ha sido producto del mayor movimiento en el lugar, que ha generado pequeños emprendimientos en torno a la alimentación, la cual, ha sido suplida por la instalación o transformación de viviendas en pequeños restaurantes.



Figura 2. Se observa el crecimiento del sector de Cuya, comuna de Camarones, en los últimos 17 años.

En lo que se refiere a los servicios básicos, Cuya se encuentra conectada al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) para abastecimiento de energía eléctrica. Para esto se accede a través de una línea de transmisión de respaldo de la empresa Engie, la cual transmite la electricidad a una tensión de 110.000 volts, para luego ser reducida en dos etapas mediante empleo de dos transformadores: a) a 7.500 volts (transformador operado por Engie) y b) a 220 volts monofásico (operado por empresa EMELARI).

Actualmente el requerimiento eléctrico para la localidad de Cuya en hora peak es de 75 kW, demanda que es suplida por la empresa EMELARI a través del suministro de 25kW/día proveniente de la red anteriormente mencionada. La diferencia correspondiente a 50 kW es entregada mediante un grupo generador diésel, operado por la misma empresa (cabe mencionar que estos cálculos se hicieron en el año 2015, cuando se realizó el proyecto).

Con respecto al abastecimiento de agua, se debe mencionar que existe una red de distribución local, la cual es alimentada con agua del río Camarones. Esta red entrega agua a la población, la cual es empleada para uso sanitario (servicios higiénicos), debido a su mala calidad (salinidad y material en suspensión). En el caso del abastecimiento de agua potable este es realizado por el municipio, mediante la desalación de agua de pozo mediante el proceso de osmosis inversa. Esta agua es clorada por personal de Agua Potable Rural (APR) de la empresa Aguas del Altiplano, con el fin de

asegurar su inocuidad microbiológica y finalmente distribuida a la población mediante camiones aljibes.

Dentro de las ventajas del sector, para la instalación de un proyecto, se destaca la disponibilidad de terreno para un crecimiento futuro (es viable incluso a futuro, solicitar aún algunos terrenos a bienes nacionales o adquirirse a privados a un bajo valor), así como la disponibilidad de derechos de agua y un acceso directo a la Ruta 5, la cual permite al poblado una conexión directa a las capitales regionales de Tarapacá y de Arica y Parinacota.

1.3. Descripción general de la problemática abordada

Debido a la fuentes naturales de arsénico y existencia de sales minerales, producto de la geología local, las aguas del río Camarones superan los límites máximos recomendados para arsénico y sales disueltas (Tabla 2) de acuerdo a la normativa chilena que regula la calidad del agua destinada al consumo humano (NCh409/1.Of2005), limitando el desarrollo del potencial productivo y social de la localidad. Debido a esto, muchas iniciativas de desarrollo no son viables ni permitidas bajo la actual legislación, haciéndose necesario atender en primera instancia el tratamiento y desalación de aguas que permitan disponer de un mayor número de posibilidades de desarrollo para la comunidad en torno al comercio, turismo y diversificación de actividades económicas.

Tabla 2. Resultados ensayos fisicoquímicos aguas del río Camarones en los sectores de Cuya y desembocadura.

Sector / Localidad	Georeferencia UTM	Altura (m.s.n.m)	Tipo de fuente hídrica	Sólidos totales disueltos (mg/L)	Boro (mg/L)	Arsénico (mg/L)	
Cuya	19 K 376227 7880960	101	Osmosis	214	13,5	<0,0009	
Valle de Camarones	Cuya	19 K 375219 7881360	93	Agua superficial: río	3041	24,3	0,47
	Cuya	19 K 375876 7881063	101	Pozo	4222	23,6	0,38
	Caleta Camarones	19 K 366108 7878138	23	Agua superficial: río	3599	26,7	0,29
	Caleta Camarones	19 K 366208 7878040	8	Agua superficial: río	3545	26,5	0,30

Fuente: Laboratorio LIMZA – UTA

Consideraciones de tipo energético, agregan dificultad adicional a la solución de la problemática anteriormente descrita. En particular aspectos relacionados con: a) potencia de energía eléctrica disponible en el sector de Cuya y; b) costos asociados a un eventual extensión de la red eléctrica de Cuya, por requerimientos de la solución tecnológica propuesta.

a) Potencia de energía eléctrica disponible en el sector de Cuya:

Actualmente la demanda por energía eléctrica en el sector Cuya es mayor a la oferta disponible, por un total de 75 KW/día, de acuerdo a las capacidades operacionales instaladas que consideran por ejemplo un transformador de 7500 volts a 220 volts (25 KW/día) y generación diésel (50 KW/día). La incorporación de nuevas tecnologías para la

desalación de aguas requerirá necesariamente de una demanda energética incrementando aún más esta diferencia entre oferta y demanda.

b) Costos asociados a una eventual extensión de la red eléctrica de Cuya:

Lo planteado en el punto anterior (a), conlleva adicionalmente la necesidad de realizar inversiones con el fin de extender la red eléctrica en el sector Cuya, para abastecer de energía eléctrica directamente al sitio en donde existirá la demanda. Aplicando esto a la presente iniciativa, se requeriría extender la red eléctrica en 3 Km, considerando la distancia entre Cuya-poblado y el Cuya-Cora 9 (lugar en el que se implementará y ejecutará el proyecto). En este sentido los costos de extender la red en esta distancia sería igual a:

$$(18.000 \text{ USD/Km}) * (3 \text{ Km}) = 54.000 \text{ USD (equivalente a 36.072.000 pesos, a un cambio de 668 pesos/USD)}$$

Monto al cual debe adicionarse 5.000.000 de pesos para la incorporación de un transformador, alcanzándose un total de 41.072.000 pesos.

De igual manera, además de los costos de inversión necesarios para extender la red local, se debe contemplar la solicitud de permisos a la empresa EMELARI para permitir la unión entre la extensión a implementar y la red eléctrica actual en Cuya. En este mismo sentido se debiera clarificar la pertinencia de invertir recursos del proyecto para la extensión de una red, que para términos legales, es de propiedad privada (EMELARI).

Frente al desafío que plantea la necesidad de contar con un suministro eléctrico adecuado, continuo y sustentable (ambiental, económico y social) en el sector de Cuya-Cora 9, el cual permita abastecer las necesidades energéticas de la implementación del proyecto, es que se propone la incorporación de un campo solar fotovoltaico. Esta propuesta (campo solar fotovoltaico) es competitivamente atractiva en términos económicos ya que el costo estimado de inversión es de \$26.786.800 pesos (a un cambio de 668 pesos/USD), 1,5 veces inferior a los costos asociados una extensión de la red eléctrica de Cuya.

Se busca atender, en primera instancia la posibilidad de diversificar la base económica de desarrollo del lugar, generando a través de la disponibilidad de elementos básicos (agua y energía eléctrica), el desarrollo de negocios piloto que permitan un posterior crecimiento local y demostrar la viabilidad de negocios rentables, sustentables, escalables y replicables más complejos en el lugar. Considerando todo lo anterior, la solución al problema planteado se divide en dos fases:

- 1) Fase 1: Disponer de agua de calidad adecuada basado en una tecnología de bajo consumo energético que permita usar la abundante radiación directa en el lugar (energía solar).
- 2) Fase 2: Desarrollar un negocio basado en este recurso, que permita según la producción de agua de calidad diaria, desarrollar emprendimientos locales asociados a venta de agua embotellada y hielo (escamas y cubos).

Adicionalmente, se debe considerar capacitaciones básicas, revisando aspectos de puesta en marcha.

2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA

Del problema abordado en sus dos fases, sobre la falta de recurso hídrico de calidad con uso de energía limpia y el desarrollo de una actividad productiva sustentable y complementaria a la actividad en el sector, se definen algunos hechos específicos, que permitirán abordar la sección 2, con un esquema general de la solución propuesta

2.1. Esquema general de solución propuesta

El proyecto considera cuatro aspectos técnicos a cubrir:

- A. Disponibilidad de una planta de desalación de bajo costo y consumo energético, que permita a lo menos una producción de 8 m³ diarios.
- B. Contar con una planta de procesamiento de botellones de agua (lavado, llenado y sellado).
- C. Disponer de una pequeña planta de producción de hielo en escamas y de hielo en cubos.
- D. Implementación de una planta solar (paneles fotovoltaicos y concentradores) para alimentación energética de los anteriores equipos.
- E. Disponibilidad de equipos e infraestructura complementaria que apoye los proceso de operación y administración.

Lo anterior, puede esquematizarse en la siguiente imagen (Figura 3) con esquema resumido.

2.2. Detalles de componentes más relevantes

2.2.1. Componente: Planta de desalación

- a) Antecedentes generales de la tecnología

El tratamiento de efluentes salinos y salmueras no es posible utilizando procesos convencionales como por ejemplo la osmosis inversa. La única tecnología que ofrece una solución completa es la evaporación al vacío, puesto que la ósmosis inversa o la electrodiálisis generan un efluente de rechazo el cual debe ser gestionado. Además, la destilación convencional conlleva unos costos que hacen que no sea viable económicamente, especialmente desde el alto consumo energético en zonas rurales y los costos de operación.

La destilación por membranas consiste en un proceso térmico, en el que únicamente las moléculas de vapor pueden pasar a través de la membrana. La entrada de agua que se ha de tratar está en contacto directo con una de las superficies de la membrana, pero no penetra a través de los poros de la membrana al ser ésta hidrofóbica. La fuerza impulsora para la separación se realiza por la presión de vapor a través de la membrana, y no por la presión total como ocurre con la ósmosis inversa. Al aumentar la temperatura, del agua tratada aumenta la presión de vapor y, por tanto, también aumenta el gradiente de la presión de vapor que es la fuerza impulsora (Figura 4).

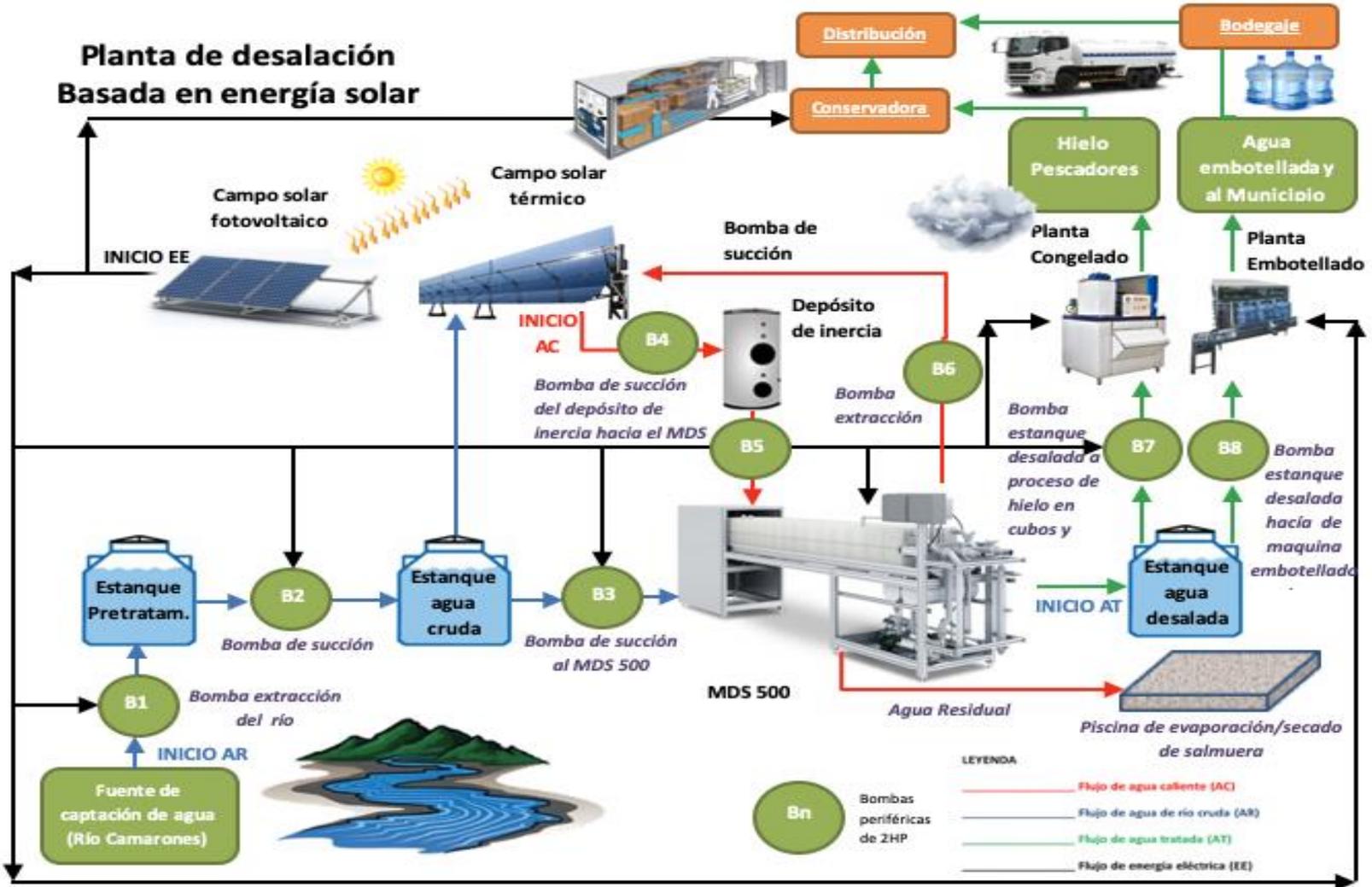


Figura 3. Diagrama general de la planta de Desalación.

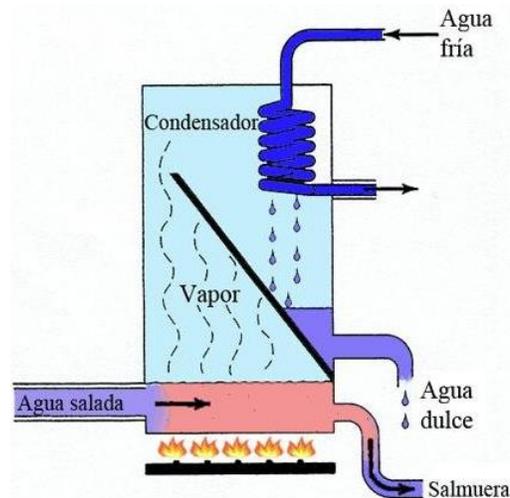


Figura 4. Esquema del funcionamiento de un sistema de destilación por membrana (fuente: Condorchem Envitech).

Las ventajas más importantes de la destilación por membrana son:

- Al igual que en la evaporación, el proceso no está limitado por el equilibrio, por lo que se pueden conseguir los factores de recuperación del agua y de concentración del rechazo que sean necesarios. A diferencia de la ósmosis inversa, no existe un equilibrio el cual establece un límite en la separación.
- Generalmente la tecnología no requiere un pretratamiento del agua de alimentación para alargar la vida de la membrana. Actualmente, la osmosis inversa en la zona, no tiene buenas experiencias, producto de la mala calidad del agua que afecta sus componentes, entre otras razones.
- La eficiencia del sistema y la buena calidad del agua producida prácticamente son independientes de la concentración de las sales disueltas en el agua.
- Se rechaza el 100% de solutos no volátiles.
- Presenta la posibilidad de tratar efluentes corrosivos y ácidos, que en destilación convencional se complica por los materiales que se requieren.
- Existe flexibilidad de operación al tratarse de módulos independientes.

La selección y características de la membrana es clave para el buen funcionamiento del proceso, las más relevantes son: la porosidad, el tamaño del poro, el grosor de la membrana, la conductividad térmica y la composición, la cual está relacionada con la resistencia al ataque químico.

Las características de la destilación por membranas hacen que sea una tecnología con una aplicación satisfactoria en áreas tan diferentes como:

- Producción de agua pura.
- Desalación de salmuera.
- Eliminación de tintes y tratamiento de aguas residuales de la industria textil.
- Concentración de ácidos y sustancias corrosivas, así como separación de mezclas azeotrópicas en la industria química.
- Concentración de zumos y procesado de leche en la industria alimentaria.

En resumen, es posible indicar que la destilación por membrana, es recomendable a las características del agua a tratar, por cuanto es una tecnología competitiva al tratar efluentes complejos. Además, permiten tratar efluentes salinos y salmueras, sin estar limitada por una

condición de equilibrio. Sus costos de operación son menores a tecnologías alternativas que incluso tienen menor rendimiento.

b) Solución tecnológica

La Destilación por membranas, es una tecnología de separación, que integra un proceso de desalación térmica con una separación por membrana. La energía térmica se utiliza para el cambio de fase del agua líquida en vapor, mientras que la membrana es sólo permeable para la fase de vapor y separa el destilado puro de la solución salina. Debido a la naturaleza hidrofóbica de la membrana, se genera una interfaz líquido-vapor en la entrada de cada uno de los poros de membrana. El agua y el soluto (si este es volátil) de la disolución de alimentación se evaporan desde dicha interfaz de ese lado de la membrana (en contacto con la alimentación), la atraviesan mediante difusión molecular o convección, y condensan para ser recogidos en el lado de la refrigeración.

Debido a la ausencia de transporte líquido o fenómenos de arrastre a través de la membrana, las especies que no son volátiles (iones, coloides, etc.) y que, por lo tanto, no pueden difundir a través de la membrana, son completamente rechazadas.

Los equipos componentes que forman esta planta de destilación por membrana, se muestran en la figura 5, detallándose a continuación:

- Módulo de membrana: es el componente principal.
- Fuente de calor: mediante un colector solar.
- Bombas: para hacer circular el agua a través del circuito del sistema y para extracción de agua producto y salmuera.
- Depósito de almacenamiento del destilado y sistema de almacenamiento técnico (opcional).
- En el caso de sistemas aislados en campo, el campo fotovoltaico necesario para el suministro eléctrico de las bombas.
- Sistema de filtración de malla como único pretratamiento.
- En el caso de que el agua producto tuviera como objetivo el consumo humano, como es el caso, se considera un sistema de desinfección y re-mineralización como post-tratamiento.

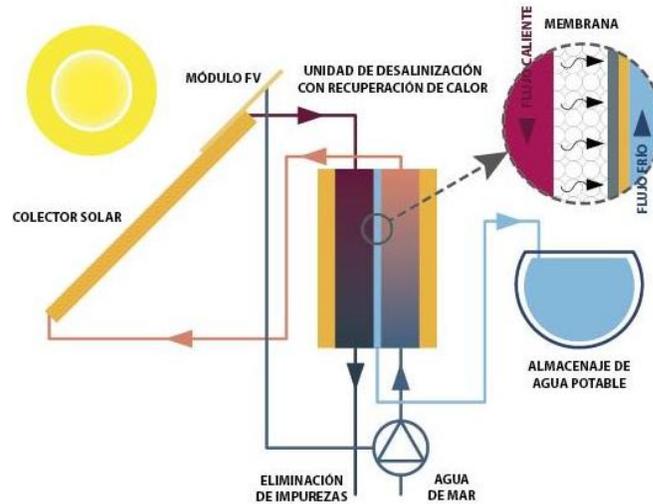


Figura 5. Diagrama del funcionamiento de un sistema de destilación por membrana (fuente: Keiken Engineering).

Otro punto a favor que posee esta tecnología, es su sencilla operación y mantención, y si, además está soportado por un campo solar de paneles y condensadores (proporcionando energía eléctrica y térmica respectivamente), su funcionamiento es prácticamente autónomo. Con respecto al

mantenimiento, este es mínimo, debiéndose realizar un cambio de membrana cada 4 a 5 años debido a la pérdida de eficiencia por el efecto wetting. Sin embargo, es más frecuente realizar una limpieza superficial de los colectores solares y de los paneles fotovoltaicos, y también es necesario tener en cuenta el mantenimiento de algunos sistemas complementarios como:

- Cambio de filtros en el sistema de pretratamiento.
- Reposición de hipoclorito y carbonato cálcico o el mantenimiento específico que requiera el sistema de desinfección o remineralización instalados.

El sistema elegido, es la planta Membrane Distillation Systems, MDS 500 propuesta (Figura 6), la cual es altamente fiable bajo condiciones desérticas, opera a baja presión y es a prueba de fallas en caso de interrupciones de energía. Además, los sistemas requieren un mantenimiento mínimo, principalmente debido a que los materiales de construcción son de material plástico.

Por otro lado, las membranas hidrofóbicas, repelen el agua y funciona a una baja temperatura de operación. Esto elimina la necesidad de utilizar productos químicos nocivos para el medio ambiente. Los sistemas llevan la certificación Conformité Européenne (CE) y cumplen con los estándares NSF ANSI.

El principio básico de la planta basada en MD estándar es simple, por cuanto, consiste en que el agua de alimentación caliente fluye en un canal confinado por una membrana microporosa (hidrofóbica). Debido a la tensión superficial, el líquido no puede entrar a la membrana y obliga al vapor de evaporación a pasar por la membrana, producto de la diferencia de la temperatura y la presión de vapor. Los residuos no volátiles permanecen en el agua de alimentación y se rechazan a través de la salmuera.



Figura 6: Planta desalinizadora MDS 500.

Para su alimentación energética, se debe considerar una alimentación energética eléctrica y un proceso de calentamiento de agua que permita la evaporación. Por lo anterior, se considera en la zona rural de Cuya como alternativa viable la inclusión de un campo solar fotovoltaico y térmico, el cual se explica en el punto 2.2.2.

2.2.2. Componente: Campo solar fotovoltaico

a) Campo Fotovoltaico

Se considera la generación de energía eléctrica a partir de un campo fotovoltaico con seguimiento solar (Figura 7), de acuerdo a lo detallado en la tabla 3.



Figura 7. Imagen representativa de paneles fotovoltaicos.

b) Campo Térmico

Para el caso, es aquella que aprovecha la energía de los rayos del sol para generar calor de forma limpia y respetuosa con el medio ambiente. A diferencia de otras tecnologías, cuya energía hay que consumirla en el momento de su generación, la solar térmica es una tecnología renovable con capacidad de almacenamiento, capaz de aportar electricidad a la red incluso en horas sin luz solar. Para el caso, se busca que eleve la temperatura de una fracción del agua a tratar, con el objeto de permitir el proceso de evaporación de la misma, con el objeto de que funcione el mecanismo de membrana MD.

Existen dos sistemas para producir electricidad por energía solar térmica: de alta concentración y de baja concentración. El sistema de baja concentración, el más extendido comercialmente, emplea unos colectores de luz instalados en los tejados de las casas, con los que es posible cubrir las necesidades básicas de un hogar, como calentar agua o dotar de calefacción a las habitaciones. Estos sistemas parabólicos operan a temperaturas de entre 100 y 400°C. La energía térmica procedente de los rayos solares llega a los captadores, calentando el fluido que circula por su interior (agua con anticongelante). Esta energía en forma de agua caliente llega hasta otro circuito donde se acumula en un depósito hasta poder ser utilizada. Entre sus aplicaciones destacan: el agua caliente sanitaria, la calefacción por suelo radiante, la climatización de piscinas, refrigeración y agua caliente para procesos industriales, entre otros.



Figura 8. Imagen representativa de un campo solar térmico.

c) Solución de Campo Solar:

El primer paso para diseñar la micro-red es identificar las diferentes fuentes de energía eléctrica que pueden ser utilizadas para suministrar la energía requerida. En el caso particular de Cuya, las fuentes consideradas fueron: energía solar, energía eólica, y generación diésel. Adicionalmente se consideró almacenamiento de energía por medio de baterías. Para determinar el recurso solar y eólico disponibles se utilizaron mediciones de radiación y velocidad de viento en la zona reportados por los exploradores solares. El recurso solar y eólico considerado para Cuya se presenta en los Anexos 7.3 y 7.4, respectivamente.

Como se puede observar, tanto la radiación como el recurso eólico presentan valores atractivos para la generación eléctrica.

Con respecto a la demanda que tendrá que suplir la micro-red, se considera una máquina de generación de hielo en escamas, así como el flujo de agua potable y su embotellamiento. De acuerdo a la demanda estimada que debe suplir la micro-red se definió la matriz energética más adecuada para la micro-red. Para ello se utilizó el software comercial HOMER. El criterio para dimensionar los equipos de la micro-red fue buscar la mejor combinación de tecnologías considerando costos de inversión, operación, de recambios de las tecnologías a lo largo de la duración del proyecto (10 años).

En la micro-red resultante, el sistema solar fotovoltaico es de 7 [kW], con un generador diésel de 3,2 [kW]. Además, en términos energéticos el sistema de almacenamiento (baterías de plomo ácido) de 24 [kWh]. La planta fotovoltaica aporta con 12.141 [kWh], el generador diésel con 5.312 [kWh] y el sistema de almacenamiento aporta con 3.481 [kWh]. Esta micro-red requiere una inversión inicial de 29.120 [US\$] y un costo por kWh de 0,21 [US\$/kWh]. Se observa que un cuarto del costo del proyecto a lo largo de los 10 años será por el costo de operación.

Tabla 3. Configuración de la micro-red seleccionada y costo por tecnología.

Micro-red Cuya			
	Potencia [kW]	Cantidad	Costo [USD]
PV	7		21.000
Baterías [kWh]		25	5.000
Convertor BESS	2		1.200
Generador	3,2		1.920
Total Inversión	3.300		29.120
Combustible anual		1.373x10	1.098x10
Total Operación			10.984

Para satisfacer los requerimientos térmicos de la solución se ha considerado un campo de colectores solares de 500 m² para garantizar una autonomía de 24 horas para el sistema de desalación de agua. El costo total de este campo de colectores solares es de 113,400 USD (aproximadamente 300 USD/m²), el cual incluye el uso de una bomba de 1.1 hp que se requiere para hacer fluir agua proveniente de la fuente principal (agua no tratada) a lo largo del campo de colectores con el fin de utilizarla como fluido de trabajo. Adicionalmente, el calor residual del generador diésel de la micro-red podría ser empleado como complemento al campo de concentradores y así incrementar su autonomía o reducir su capacidad (y por ende su costo) si se identifican procesos dentro de la aplicación cuyo calor residual podría utilizarse para satisfacer la demanda térmica de la planta de desalación. Algunos equipos que podrían considerarse para este fin son la cámara para fabricar hielo en escamas y la cámara de almacenamiento de hielo. Ambas trabajan con un ciclo térmico en el cual el fluido de trabajo absorbe calor de ambas cámaras y que posteriormente se podría circular por el campo y/o por la planta de desalación.

2.2.3. Componente: Planta de envasado de botellones

Según antecedentes recogidos durante el año 2013 el consumo de agua embotellada en Chile alcanzó casi 400 millones de litros, lo cual representa alrededor de 23 litros de consumo per cápita. El consumo de este producto ha crecido a tasas muy elevadas en los últimos 10 años, considerando que el consumo llegaba a los 7 litros de consumo per cápita (fuente Asociación Nacional de Bebidas Refrescantes, ANBER).

El aumento del consumo se explica por los cambios en los hábitos de las personas y por la toma de conciencia de los efectos del azúcar como causante de la obesidad, ambos factores hacen que las personas perciban que el agua embotellada es un producto más saludable. Por otra parte, el mayor poder adquisitivo de las personas las conduce a consumir productos de elaboración más sofisticada (ver Anexo 7.5). Otro factor que incide en el aumento del consumo de agua embotellada, particularmente en el norte de Chile, dice relación con que la población declara que el agua potable distribuida por red, no es sana, puesto que se asume que los restos que quedan en los hervidores de agua, será filtrado por sus riñones. Esto se agrava más en zonas rurales, donde en general el agua debe transportarse, convirtiéndose en un bien escaso o si está presente en el lugar, debe necesariamente considerar procesos sofisticados para su purificación y posterior traslado entre los pobladores (estos además se encuentran en caseríos separados entre sí).

Se estima que el consumo en Chile de agua embotellada para los próximos años, alcanzará los 30 litros per cápita, llegando a un consumo superior a 500 millones de litros de agua en este formato. En una comparación de las ventas del 2006 y del 2011 (MMUS\$ 279 y MMUS\$493, respectivamente) arrojan una expansión del 63% del mercado con una aún creciente demanda proyectada. Se destaca que el mercado del agua embotellada es el 9% del mercado nacional, respecto al total de ventas de bebidas refrescantes, las cuales en Chile, significaron el 2011 más de 3.000 millones de litros vendidos. De esta forma, se proyecta al año 2016, que Chile debería incluso superar los 23 litros de consumo individual, llegando en los próximos años a superar los 25 a 30 litros per cápita en consumo. ***Esta información era vigente en el año que se realizó el proyecto, pero de acuerdo a estudios posteriores, “el consumo en Chile pasó de 18 a 38 litros per cápita entre 2008 y 2018, registrando un alza de 111%. Sin embargo, a pesar de su buen desempeño el consumo de agua litros per cápita en Chile sigue estando muy por debajo al de Argentina (114 litros), Paraguay (52 litros), Uruguay (130 litros) y EEUU con (159 litros) (La Tercera, 2019).***

Lo anterior, representa un interesante negocio para los pobladores de Cuya, debido a que con esta propuesta se dispondrá de una planta de desalación de agua en el lugar con un camino de acceso principal, donde hoy circulan una gran cantidad de transporte terrestre que permite su distribución, incluso a regiones más alejadas.

Se debe destacar, que este emprendimiento tiene un nivel de desarrollo futuro o escala bastante atractivo, ya que existe la posibilidad de entregar dicho producto en distintos envases y sabores, según las preferencias del cliente, lo cual hace que se puedan establecer más canales de distribución. Adicionalmente, los países vecinos dada su cercanía, son mercados potenciales de abordar.

Se plantea considerar una planta embotelladora, de acuerdo a sus especificaciones técnicas (ver Anexo 7.6).

2.2.4. Componente: Planta de hielo en escamas y en cubos

Consiste en el congelamiento de agua potable y segura para ser utilizada en la elaboración de hielo en escamas y hielo en cubos. Al igual que el mercado del agua embotellada, estos productos derivados presentan una alta demanda, especialmente en la zona norte, donde se mantiene un promedio de consumo estable para el hielo en escamas (utilizado para la conservación de cadenas de fríos) y una demanda con mayores periodos de alzas, producto de una temperatura alta por un mayor periodo del año, que permiten estabilizar y normalizar la producción.

En particular, respecto a la producción de hielo en escamas, se puede decir que es un hielo seco fragmentado en trozos pequeños, que se asemejan a esquirlas de cristal. Su producción se logra mediante el contacto de agua con una superficie refrigerada que tiene forma cilíndrica o de tambor, formando capas delgadas de hielo que son retiradas con cuchillas, formando las escamas, las cuales caen en recipientes refrigerados para su almacenamiento posterior.

El hielo en escamas es ocupada en gran cantidad en la industria pesquera para la conservación de los pescados y mantener la cadena de frío, tiene la ventaja de cubrir en forma más completa y homogénea los productos a congelar y se puede utilizar inmediatamente después de su fabricación. Este hielo también, es usado tanto por los vendedores de bebidas (refrigeración), como en la conservación de alimentos, evitando que los microorganismos se desarrollen.

La localidad de Cuya tiene una ubicación estratégica, debido a su conectividad con la región de Tarapacá, existiendo un tránsito continuo lo que permite potenciar la comercialización de hielo en cubos, siendo una veta de negocio para los establecimientos comerciales existentes. Este producto es utilizado para enfriar las bebidas y/o jugos, para ser usados como ingrediente para la elaboración de batidos dietéticos y también para aliviar golpes o hinchazones en las personas.

Los cubos de hielos son pequeños trozos de hielo con forma aproximadamente de cubo, que se utilizan convencionalmente para enfriar bebidas, estos son preferidos antes que el hielo frapé ya que se derriten más lentamente. Existe la potencialidad de entrega en restaurantes, generación de un emprendimiento futuro derivado de la fabricación de jugos naturales con frutas nativas o para una venta directa al público.

Se plantea para esta etapa considerar una planta de producción de hielo en escamas, de acuerdo a sus características técnicas (ver Anexo 7.7). Además, se plantea para esta etapa considerar una planta de producción de hielo en cubos, de acuerdo a sus características técnicas (ver Anexo 7.8).

Para mantener la cadena de frío de los productos elaborados, tales como el hielo en escama y hielo en cubo, se requiere un lugar de almacenamiento acondicionado para su preservación, como se muestran en la siguiente imagen (ver Anexo 7.9).

2.3. Evaluación de costos

Tabla 4. Costos de inversión.

ÍTEM	Modelo (Si corresponde)	Capacidad (Si corresponde)	vida útil en años	Precio Unitario en \$	Cantidad	Costo Total en \$
OBRAS (construcción, habilitación, ampliación remodelación, etc.)						177.792.000
Sistema fotovoltaico (Incluye instalaciones)	Sistema armado	Calculado por micro-red según requerimientos en 7kW	15	17.780.000	1	17.780.000
Sistema termosolar (Incluye instalaciones)	Sistema armado	Campo de colectores solares de 500 m ²	20	77.112.000	1	77.112.000
Sistema de baterías más obras de instalación (soportes)	Sistema armado	Corresponde al sistema de almacenamiento energético de 24 kW/h (25 baterías)	5	15.400.000	1	15.400.000
Obras hidráulicas e instalaciones varias planta tratamiento	Estanques, cañerías, costo de instalación, hidrolavadora, piscina de evaporación/secado salmueras etc.	Según requerimiento de planta	10	12.000.000	1	12.000.000
Sistema e instalación planta embotelladora e implementos de puesta en marcha	Enjuagado, llenado y sellado	60 botellones por hora	10	28.000.000	1	28.000.000
Sistema de hielo en escamas	Máquina, contenedor, instalaciones	Max. capacidad 500 kilos diarios	15	8.000.000	1	8.000.000
Sistema de hielo en cubos	Máquina, contenedor, instalaciones	Max. Capacidad 500 kilos diarios	15	6.000.000	1	6.000.000
Oficina	oficina y mobiliario	2 personas (8*3 m)	20	5.500.000	1	5.500.000
Bodega	Genérico	48 m ³	20	4.000.000	2	8.000.000

ÍTEM	Modelo (Si corresponde)	Capacidad (Si corresponde)	vida útil en años	Precio Unitario en \$	Cantidad	Costo Total en \$
EQUIPOS						104.081.600
Planta de tratamiento de agua	Planta de desalación MD 500	12 m ³	15	79.000.000	1	79.000.000
Generador diésel	Genérico	3,2 kW	30	1.305.600	1	1.305.600
Convertor BESS	Por definir	2 kW	10	816.000	1	816.000
Conservadora	FFH - 4450	392 L	20	480.000	2	960.000
Utilitario	Camión 3/4 para	Refrigerado para 3 toneladas máx.	10	18.000.000	1	18.000.000
Equipo de terreno	medidor multiparámetro (pH, CE, OD, STD, SAL), y soluciones de calibración	Según equipo	10	4.000.000	1	4.000.000
ASESORÍAS PUESTA EN MARCHA (personal distinto al equipo Ayllu Solar)						0
TERRENO						0
OTRAS INVERSIONES/GASTOS DE PUESTA EN MARCHA						15.810.000
Permisos, patentes, inicio de actividades, etc.	-	-	-	3.000.000	1	3.000.000
Internación de máquina de hielo	-	-	-	6.000.000	1	6.000.000
Certificación SECC micro-red	-	-	-	3.060.000	1	3.060.000
Botellones	Botellones policarbonato	1.500 botellones	-	2.500	1	3.750.000
TOTAL DE COSTO DE INVERSIÓN						297.683.600

Tabla 5. Datos de ingreso.

PRECIO DE PRODUCTOS	Agua embotellada (precio producto 1)	\$2.000	Hielo escamas kilo (precio producto 2)	\$150	Hielo en cubos kilo	\$1.400	Agua comunidad m ³	\$5.000			
ÍTEM	Año 1 (Incluye puesta en marcha)	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Tipo de unidad	Unidades diarias	12 m ³	Px anual	
% Producción anual		60%	60%	60%	60%	60%					
Agua embotellada (Cantidad producto 1 proyectada)		74.880	74.880	74.880	74.880	74.880	Bidones 20L	400	8.000	145.600	
Hielo en escamas (Cantidad producto 2 proyectada)		93.600	93.600	93.600	93.600	93.600	Kilos	500	500	182.000	
Hielo en cubos (Cantidad producto 3 proyectada)		46.800	46.800	46.800	46.800	46.800	Bolsas de 2 kg	250	500	91.000	
Agua provisión comunidad m ³ (Cantidad producto 4 proyectada)		562	562	562	562	562	m ³	3,0	3.000	1.092	
									12.000		

Tabla 6. Datos de costo.

ÍTEM	\$ Unidad	Costo Anual	Unidades
COSTO DE OPERACIÓN			
Botellón PET reemplazo	\$2.500	\$1.250.000	500
Tapas (set de 500 unidades) para 1 año	\$32.130	\$6.168.960	192
Etiquetas botellones	\$800.000	\$800.000	
Envasado de hielo con logo (sacos + cubos)	\$200.000	\$200.000	
Elementos de limpieza y esterilización	\$500.000	\$6.000.000	
Reactivos y anti incrustante	\$500.000	\$6.000.000	12
Análisis físico-químico y bacteriológico en laboratorio acreditado (Solicitado por Servicio de Salud)	\$400.000	\$1.200.000	3 veces al año
Combustible anual vehículo	\$250.000	\$3.000.000	12
Combustible grupo electrógeno	\$681.250	\$8.175.000	12
Arriendo de local en Arica	\$300.000	\$3.600.000	
Vestuario de trabajado	\$800.000	\$800.000	1
Web	\$500.000	\$500.000	
Diario regional/radio	\$1.000.000	\$1.000.000	
Material de difusión	\$1.000.000	\$1.000.000	
Material de oficina	\$1.000.000	\$1.000.000	
2 Operarios (6 días operación)	\$1.200.000	\$14.400.000	
1 Guardia (6 días operación)	\$400.000	\$4.800.000	
2 Vendedor/distribución	\$1.000.000	\$12.000.000	
Servicios contables	\$250.000	\$3.000.000	
			\$74.893.960

COSTO DE MANTENCIÓN			
	Meses	Costo Anual	
Mantenimiento campo fotovoltaico	12	355.600	
Mantenimiento campo termosolar	12	1.542.240	
Planta embotelladora e implementos de trabajo	12	840.000	
Máquina hielo en escamas	12	240.000	
Máquina hielo en cubos	12	180.000	
Costo mantenimiento planta de tratamiento de agua	12	3.950.000	7.107.840
TOTAL OPERACIÓN Y MANTENCIÓN ANUAL			82.001.800

Tabla 7. Flujos monetarios.

ITEM	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
INGRESOS (IVA INCLUIDO)						
Ventas anuales producto 1: Botellones	0	149.760.000	155.001.600	155.001.600	155.001.600	155.001.600
Ventas anuales producto 2: Hielos Escamas	0	14.040.000	14.531.400	14.531.400	14.531.400	14.531.400
Ventas anuales producto 3: Hielo Cubos	0	65.520.000	67.813.200	67.813.200	67.813.200	67.813.200
Venta anuales de producto 4: Agua Comunidad		2.808.000	2.906.280	2.906.280	2.906.280	2.906.280
Total ingresos	0	232.128.000	240.252.480	240.252.480	240.252.480	240.252.480
COSTOS OPERACIONALES Y DE MANTENCIÓN						
COSTOS DE OPERACIÓN						
2 Operarios (6 días operación)		14.400.000	14.904.000	15.425.640	15.965.537	16.524.331
2 Guardias		4.800.000	4.968.000	5.141.880	5.321.846	5.508.110
1 Vendedor		12.000.000	12.420.000	12.854.700	13.304.615	13.770.276
Botellón PET reemplazo (500 unidades)		1.250.000	1.293.750	1.339.031	1.385.897	1.434.404
Tapas (set de 500 unidades) para 1 año		6.168.960	6.384.874	6.608.344	6.839.636	7.079.023
Etiquetas botellones		800.000	828.000	856.980	886.974	918.018
Envasado de hielo (sacos)		200.000	207.000	214.245	221.744	229.505
Combustible grupo electrógeno		8.175.000	8.461.125	8.757.264	9.063.769	9.381.001
Elementos de limpieza y esterilización		6.000.000	6.210.000	6.427.350	6.652.307	6.885.138
Web		500.000	517.500	535.613	554.359	573.762
Diario regional/radio		1.000.000	1.035.000	1.071.225	1.108.718	1.147.523
Servicios contables		3.000.000	3.105.000	3.213.675	3.326.154	3.442.569
Material de difusión		1.000.000	1.035.000	1.071.225	1.108.718	1.147.523
Material de oficina		1.000.000	1.035.000	1.071.225	1.108.718	1.147.523
Reactivos (cloro, soda, etc.) y anti incrustantes		6.000.000	6.210.000	6.427.350	6.652.307	6.885.138
Análisis físico-químico y bacteriológico en laboratorio acreditado (Solicitado por Servicio de Salud)		1.200.000	1.242.000	1.285.470	1.330.461	1.377.028
Combustible anual camioneta		3.000.000	3.105.000	3.213.675	3.326.154	3.442.569
Arriendo de local en Arica		3.600.000	3.726.000	3.856.410	3.991.384	4.131.083
Vestuario de trabajado		800.000	828.000	856.980	886.974	918.018
COSTO DE MANTENCIÓN						
Mantencción campo fotovoltaico		355.600	355.600	355.600	355.600	355.600
Mantencción campo termosolar		1.542.240	1.542.240	1.542.240	1.542.240	1.542.240
Planta embotelladora e implementos de trabajo		840.000	840.000	840.000	840.000	840.000
Máquina hielo en escamas		240.000	240.000	240.000	240.000	240.000
Máquina hielo en cubos		180.000	180.000	180.000	180.000	180.000

Planta de tratamiento de agua		3.950.000	3.950.000	3.950.000	3.950.000	3.950.000
Total de Costos	0	82.001.800	84.623.089	87.336.122	90.144.112	93.050.382
FLUJO DE INGRESOS - COSTOS	0	150.126.200	155.629.391	152.916.358	150.108.368	147.202.098
INVERSIONES						
OBRAS (construcción, habilitación, ampliación remodelación, etc.)	177.792.000					
Equipos	104.081.600					
Asesorías puesta en marcha (personal distinto al equipo Ayllu Solar)	0					
Terreno	0					
OTRAS INVERSIONES/GASTOS DE PUESTA EN MARCHA	15.810.000					
VALOR DEL RESCATE						175.028.333
FLUJO NETO	-297.683.600	150.126.200	155.629.391	152.916.358	150.108.368	322.230.432

Notas Aclaratorias

- Se considera el año 1 como periodo de instalación y el año 2 al 6 de operación.
- Con el objeto de simplificar el cálculo, no se considera impuesto a la renta, depreciación y capital de trabajo.
- El proyecto, de obtener las utilidades planificadas, considera una recuperación de inversión aproximada en el tercer año, luego de entregado en operación.
- Los respectivos análisis de sensibilidad de precio, divisa o costos claves de producción, así como reposición de inversión o escalamientos posibles, se deberán considerar en una posterior etapa, donde se solicitará una planilla más detallada.

2.4. Análisis de impacto económico

Conforme a los datos presentados en el apartado anterior se llevó a cabo una evaluación del proyecto estimándose, bajo un escenario moderado, una TIR del 48% (a un 60% de capacidad instalada), un período de recuperación de la inversión de 3 años, y un VAN (descontado al 10%) de M\$384.908 con una inversión de \$297.683 en un horizonte de 6 años, incluido un año de instalación.

Los datos que permitieron obtener los anteriores indicadores se resumen a continuación:

INDICADORES ECONÓMICOS

Tabla 8. Flujos.

ÍTEM	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Ingresos	0	232.128.000	240.252.480	240.252.480	240.252.480	240.252.480
Costos	0	-82.001.800	-84.623.089	-87.336.122	-90.144.112	-93.050.382
Inversión	297.683.600	0	0	0	0	0
Valor de rescate	0	0	0	0	0	175.028.333
Flujo anual con valor de rescate	297.683.600	150.126.200	155.629.391	152.916.358	150.108.368	322.230.432
Flujo anual acumulado	297.683.600	147.557.400	8.071.991	160.988.349	311.096.717	633.327.149
Flujo anual sin valor de rescate	297.683.600	150.126.200	155.629.391	152.916.358	150.108.368	147.202.098

Tabla 9. Indicadores.

TASA DE DESCUENTO DEL SECTOR		10%
INDICADORES ECONÓMICOS		
VALOR ACTUAL NETO CON INVERSIÓN (VAN con Inversión)		\$384.908.199
VALOR ACTUAL NETO SIN INVERSIÓN (VAN sin inversión ni valor de rescate)		\$573.912.975
VALOR ACTUAL DE COSTOS (VAC)		-\$627.130.657
TASA INTERNA DE RETORNO		48%
PERIODO DE RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN		Año 3

El análisis consideró un una mezcla de 4 productos, que no obstante no se enfocan al producto de mayor retorno (hielo en cubos), si presenta una orientación mayor en producción al agua embotellada en formatos de 20 litros. En tercer lugar considera la venta de hielo en escamas y la producción de agua para entrega al Municipio en camiones aljibe.

APORTES PECUNIARIOS Y NO PECUNIARIOS DE TERCEROS

A.- Aportes no pecuniarios, que complementan el proyecto

1. Considera el sitio estimado en una media hectárea.
2. Considera derechos de agua de 12 m³ diarios.
3. Establece cierre perimetral de la planta.

ANÁLISIS DE LAS CIFRAS OBTENIDAS EN LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

De esta forma, como supuesto, se consideró la anterior mezcla en un escenario moderado (considerando que si bien el mercado de Camarones es prácticamente cautivo, se debe entrar a competir en un mercado establecido en Arica) que considera un 60% de producción de planta, que no obstante podría producir una cantidad de productos máxima de: 400 botellones diarios de 20 litros, 250 bolsas de hielo en cubos diarios, 250 kilos de hielo en escamas diarios y 3 m³ de agua para la comunidad al día.

Es importante indicar, que la venta de agua y hielo en el lugar, se sustenta desde dos aspectos, primero por el consumo local de los propios pobladores y en segundo lugar por los 9 restaurantes en funcionamiento en el lugar, los cuales hoy ven limitado su suministro. No obstante, debe considerarse que la producción restante debe venderse en Arica, lógicamente a precios más baratos que los de Cuya. Por tanto, se incorpora en la evaluación, los respectivos costos de traslado y comercialización (Mano de obra y punto de venta, además de costos de administración). Como otro parámetro de seguridad se consideraron precios en promedio 10% menores a los que ofrece la competencia en Arica - Cuya.

Por tanto, bajo el supuesto de 60% de producción y venta y un 10% menos de precio de mercado, se obtiene un VAN positivo de M\$384.908, cubriendo la inversión y un VAN de M\$573.912 cubriendo sólo costos de operación. Ahora, si se considera un 100% de producción y venta, la actual mezcla de productos genera un VAN de M\$987.148 y una VAN sin considerar inversión de M\$1.176.152. Se destaca que el escenario moderado se plantea, desde un aspecto cauto, respecto a un mercado que si bien es creciente, podría en algún momento entrar en guerra de precios (situación que a la fecha no ha ocurrido, siendo la tendencia a un incremento de precio).

Considerando dicho escenario (60% de producción), es posible obtener las siguientes conclusiones adicionales a los flujos:

- A un 34,5% de producción de la planta bajo un escenario moderado, se presentan VAN = 0, con flujos positivos que permiten recuperar tanto la inversión, como y cubrir la operación anual. A un 21,9% de producción, se cubren los costos mínimos de operación.
- A un 21,9% de producción, se cubren sólo los costos de operación (No permite cubrir la inversión).
- Si los precios estimados como moderados en la evaluación, se bajan en promedio a un 56,9%, estos obtiene un VAN=0 (ceteris paribus), que permite recuperar la inversión y manejar la operación anual sin utilidades.
- Considerando una baja de precios a un 35,7% del precio estimado en el escenario moderado, se cubren sólo los costos de operación (ceteris paribus), pero no permite recuperar la inversión.
- Si se entrega un servicio a la comunidad, que considere la entrega de agua diaria (2m3 diarios mínimo – aprox. 60% de producción), el cual es el producto de menor margen de utilidad, esto no afectan mayormente el flujo de ingresos, aun cuando esta se entregue de forma gratuita. No obstante, esto debe manejarse con cuidado, por cuanto una entrega gratis del recurso, perjudica directamente la venta de agua en botellones en el lugar. Por lo cual, se recomienda, una entrega por medio del municipio a localidades aisladas como prioridad o ver la posibilidad de reutilización, hasta que el producto tenga una mayor aceptación y por tanto requiera de configurar la mezcla de productos a uno de mayor rentabilidad.
- Si bien, la inversión en el proyecto es alta, su vida útil es en promedio de 15 a 20 años. Además su costo de mantención anual no es alto (en promedio M\$7.000). Asimismo, si consideran estos costos, más los costos de producción, entrega una proyección con retornos estables y que son escalables a las actividades que hoy se realizan en la zona.
- Es importante indicar, que en caso de que se detenga la operación de la planta, anualmente se deberían considerar como fijos los costos de mantención antes indicados y los asignados a personal de operación y fuerza de ventas, estimados en M\$34.000 anuales.
- Socialmente, el proyecto podría constituirse como un punto de demostración de tecnologías instaladas, el cual puede entregar un servicio gratuito de visita a colegios o instituciones según se requiera.

Aspectos de escalamiento o potenciales

- Pesca (pescadores locales y de paso): la generación de hielo en escamas permite la venta de mayor cantidad de productos por parte de pescadores. Este genera dos impactos. Un primer efecto sobre la actual producción en la extracción de peces y moluscos por los pescadores, quienes pueden mantener la cadena de frío, limitación que hoy impide una mayor captura. En segundo lugar, se genera un efecto de mediano plazo referido a un negocio que podrían estar emprendiendo los pescadores, respecto a la venta de sus productos en Perú. Actualmente se encuentran en fase de averiguar los permisos de importación, previo a los contactos que hoy mantienen con compradores en el vecino país. Se destaca que hoy se evalúa la posibilidad comprando hielo en Arica, para luego almacenarlo en algún lugar refrigerado, que involucra para los pescadores considerar una alta inversión utilizando grupos electrógenos para alimentación de los equipos.
- Agua embotellada: Considerando la actual producción agua y ante la oportunidad de cubrir un mercado que aún sigue creciendo en Arica a precios aún competitivos para Cuya, se plantea vender la sobreproducción en Arica. Para ello se consideran los respectivos costos de traslado y comercialización en la ciudad de Arica. Asimismo, es posible al cierre del proyecto (5 años de operación), un posible escalamiento del negocio a la venta de agua embotellada en formatos más pequeños. Por ejemplo, de 500 cc, los cuales en términos de costos de producción son equivalentes a los de botellones, pero con la salvedad de que su precio es muy superior (un botellón se vende aprox. a \$2.000 y la botella de 500 cc a 450-500 pesos para la venta a distribuidores).

- Externalidades y nuevos negocios: El proyecto genera como externalidad positiva un posible escalamiento de los actuales negocios (restaurante). En el sector, para ofrecer una mayor diversidad de platos, se requiere conservar diversos tipos de alimentos, los cuales, pueden presentar mejor conservación en hielo. Además requieren disponer de agua de calidad certificada, lo cual podría poner en valor algunos productos nuevos como jugos naturales o venta de helados. En Arica hay un ejemplo reciente (año 2016) de venta de helados, la cual se instala en la ciudad con productos como leche proveniente del altiplano.

Existe un agua residual que no se considera en los flujos. Este podría generar un negocio alternativo por elementos químicos del agua residual, no obstante, implica considerar una piscina de secado y posteriormente un proceso que permita la obtención de los minerales. Por tanto, se deja como un potencial nuevo negocio, especialmente considerando la incertidumbre por el producto obtenido, los niveles de producción que son pequeños y por el precio de venta, el cual en general se encuentra a la baja.

3. DIAGNÓSTICO SOCIO-CULTURAL

3.1. Descripción de aspectos relevantes de la comunidad

El diagnóstico socio-cultural focalizado se estructura a partir del análisis de seis dimensiones básicas, consideradas relevantes para reconocer una comunidad con condiciones de asumir y poner en marcha -de forma exitosa- un proceso de gestión colaborativa de aplicaciones solares con proyección en el largo plazo. Para identificar estas dimensiones se definió que una comunidad ideal para implementar un proyecto de referencia, es una comunidad que cuenta con las siguientes características: se encuentra cohesionada internamente, cuenta con liderazgos y organizaciones validadas por sus habitantes, se relaciona con otras comunidades cercanas y con organismos públicos y privados de la región, posee prácticas y experiencias de carácter colaborativo, cuenta con población joven y adulta activa, con actividades productivas que presentan un potencial de desarrollo local y con la disposición de involucrarse en un proyecto en el largo plazo.

Desde esta perspectiva, las dimensiones abordadas en este apartado son: organización y cohesión social, relaciones con otros territorios, experiencias colaborativas anteriores y potencial de desarrollo productivo. La disposición a involucrarse en un proyecto a largo plazo se revisa en el análisis crítico del diagnóstico y las características demográficas fueron consideradas en la descripción general de la localidad.

3.1.1. Organización y cohesión social

En términos socioculturales los habitantes de la localidad de Cuya no tienen un origen común, pues ha sido resultado de un proceso de al menos 40 décadas de migraciones esporádicas de personas y familias provenientes de diversas ciudades del norte y centro de Chile.

En los primeros años de la década de 1970, existió una incipiente comunidad agrícola resultado de los procesos de colonización impulsados por la Corporación de la Reforma Agraria, la cual se ubicaba cercana a la actual localización del villorrio de Cuya y del que hoy sólo quedan algunas casas abandonadas. Todos los habitantes actuales de Cuya corresponden a migrantes que se asentaron junto al complejo aduanero preexistente debido a la oportunidad de prestar servicios de venta de alimentos a los pasajeros y vehículos que transitan por la Ruta 5.

En términos de composición de la población, a partir de las descripciones que los habitantes de Cuya hacen sobre sí mismos, se reconocen al menos tres categorías de habitantes: cuyanos antiguos, cuyanos nuevos, y población flotante. Los habitantes que pertenecen a cada una de estas categorías, presentarían características diferentes en relación a sus visiones en torno a la localidad y sus niveles de participación.

En general, los antiguos cuyanos se posicionan negativamente al crecimiento de la localidad y declaran una valoración negativa de sus organizaciones sociales, mientras que aquellos que son relativamente nuevos (cuyanos nuevos) declaran una valoración menos negativa, participan de forma más activa de las organizaciones y tienen mayor disposición a organizarse para crear nuevos nichos productivos.

La población flotante corresponde tanto a funcionarios municipales, funcionarios de Carabineros y Policía de Investigaciones, además de los habitantes de Caleta Camarones que tienen restaurantes en la localidad. Si bien esta población se abastece en la localidad, no hay una relación permanente con los habitantes regulares. En muchos casos quienes trabajan en estas instituciones no viven en la localidad, viajando regularmente desde Arica.

Los cuyanos reconocen transversalmente como espacios de interrelación las actividades que el municipio organiza para la comunidad, como eventos sociales y culturales. Mientras se reconoce que las instancias de participación local son pocas y de bajo poder resolutivo, condensadas principalmente en las reuniones esporádicas de la Junta Vecinal, pero que se ha mantenido inactiva en los últimos años (aunque actualmente se estaría reactivando). Recientemente, la Agrupación de Comerciantes Establecidos se ha constituido en una instancia de participación, que a pesar de ser constante (se reúne cada tres meses aproximadamente) no tienen aún un poder de convocatoria amplio. Esta organización fue creada con la finalidad de potenciar la actividad comercial local y tomar medidas de control ante los comerciantes ambulantes.

Muchos de los locatarios entrevistados declaran que la necesidad de mantener los negocios funcionando es prioritaria y que no estarían dispuestos a invertir tiempo en instancias de organización, que no son visualizadas por ellos como efectivas o rentables para sus negocios. Así mismo se identifican algunas críticas relevantes hacia los dirigentes y su capacidad de convocatoria, paralelo al cuestionamiento sobre el compromiso e interés de la comunidad en participar de las instancias de gestión comunitaria (Junta de Vecinos principalmente).

Paralelamente, es posible identificar un discurso de la desilusión ante las organizaciones e instituciones en general y un cuestionamiento sobre la efectividad de las instituciones en la implementación de los proyectos. Sin embargo, es posible identificar una lógica de dependencia en relación a las organizaciones del Estado y especialmente frente al municipio, a partir de relaciones asistencialistas que se han establecido desde estas instituciones.

Entre las organizaciones que tienen una mayor presencia, se destaca el Centro de Madres y el Club Deportivo. Este último se encuentra ampliamente validado por la comunidad al ser un espacio de organización de eventos deportivos que operan como el principal espacio de relación de las personas fuera de la actividad comercial. En el caso del Centro de Madres, se le identifica como una importante instancia beneficiaria de cursos y capacitaciones, además de ser un importante espacio de encuentro, sin embargo algunas personas indican que actualmente se encontraría en decadencia. Entre los antecedentes históricos de los conflictos, se identifica la compleja relación con la empresa Ariztía por negaciones de aprovechamiento de aguas, acaparamiento de tierras y la oposición de esta empresa frente a la construcción de un camino público que permitiera acceso a la caleta de Camarones.

Como elemento externo, la normalizada interrupción del suministro de energía debido a la sobrecarga en la demanda eléctrica versus la capacidad instalada por la empresa regional EMELARI, genera constantes molestias entre los vecinos de Cuya, situación ante la cual el municipio proporciona suministros adicionales mediante generadores diésel. Los cortes recurrentes han incidido en averías permanentes de equipamientos tanto personales como de los comercios instalados en el sector y en la imposibilidad de incorporar artefactos tecnológicos por su alto consumo de energía.

3.1.2. Relación con otros territorios

El municipio funciona como agente vinculador entre las comunidades mediante la organización de actividades recreativas y eventos culturales en fechas específicas (18 de septiembre, día de la mujer, vendimia de Codpa) en distintas localidades de la comuna. A pesar de esto, se reconoce que en general cada localidad del valle funciona como una unidad que se organiza y vincula de forma interna, y prácticamente no existen espacios recurrentes de vinculación, sino que más bien se circunscriben a instancias específicas, mediadas principalmente por acciones provenientes del municipio. En este contexto, se reconoce una fuerte relación de dependencia de la comunidad hacia el municipio como articulador de las localidades del valle, limitando las posibilidades de desarrollo local.

Otras instituciones como SERCOTEC y CORFO tienen una injerencia puntual y limitada en la comunidad a través de espacios esporádicos de capacitación. A partir de las entrevistas no es posible identificar una presencia relevante de estas instituciones en la articulación de las localidades.

Existe una relación económica y social de carácter reciente entre Cuya y Caleta Camarones, ya que algunos habitantes de la caleta han instalado locales comerciales en Cuya, y otros han optado por habitar en esta localidad. De esta forma se han establecido vínculos familiares entre habitantes de ambas localidades.

Otra instancia de articulación de las localidades de la comuna es el campeonato de fútbol, el que es organizado por el presidente del Club Deportivo y donde participan diversas localidades de la comuna y de las localidades de origen de los habitantes de Cuya.

Finalmente, no se reconocen vínculos importantes a nivel de dirigencias entre comunidades, por el contrario, se plantea el diagnóstico de que existiría un importante debilitamiento de las juntas vecinales y otras organizaciones sociales en la comuna, como consecuencia de la instalación del Consejo de la Sociedad Civil desde el municipio, lo que habría desplazado a la unión comunal de juntas de vecinos.

3.1.3. Experiencias colaborativas anteriores

En línea con la falta de participación y poca legitimidad de las organizaciones, se reconocen muy pocas actividades, proyectos o experiencias colaborativas anteriores en la comunidad.

Una actividad que se destaca en este contexto es la iniciativa liderada por la presidenta de la agrupación de comerciantes, quien organizó a cinco locatarios que no tenían acceso a la red eléctrica, exigiendo a las autoridades regionales que intercediera ante la compañía eléctrica, con resultados positivos para todos los involucrados.

Paralelamente se presenta un importante fracaso en iniciativas colaborativas, relacionado ahora con la experiencia de conformación de un comité de agua potable. Esto se debió en gran parte a la falta de capacidad de gestión de la organización, a la presencia de disposiciones disímiles a pagar por el servicio y la falta de capacitación en torno al funcionamiento del sistema. En este contexto, a los pocos meses de funcionamiento la planta de tratamiento sufrió una falla mecánica que no pudo ser resuelta por la comunidad, derivando en que su funcionamiento y la distribución del agua quedaran en manos del municipio.

Es posible identificar cierto consenso en la comunidad cuyana frente a que existiría una disposición negativa a asociarse, a actuar colectivamente. Esta disposición se debería a las características de la localidad, donde el comercio dificultaría invertir tiempo en este tipo de asociaciones y las rivalidades limitarían las posibilidades de gestionar colectivamente proyectos de mejoramiento local. En este contexto, las experiencias de resultados colectivos siempre han sido gestionadas por organismos externos (a excepción del caso de los locatarios sin electricidad), y se circunscriben a

cursos y capacitaciones impartidas por distintos organismos públicos, especialmente por el municipio de Camarones.

Finalmente, se destaca que gran parte de las apreciaciones asociadas a estas experiencias están ligadas a un sentimiento profundo de desconfianza e incredulidad entre los miembros de la comunidad y hacia las organizaciones del Estado.

3.1.4. Potencial de desarrollo productivo

La actual vocación productiva de Cuya es exclusivamente comercial, asociada a la alimentación, donde se distinguen dos tipos de comerciantes: comerciantes establecidos y comerciantes ambulantes. Es una actividad que depende del flujo vehicular, de las temporadas de mayor tránsito, y de la presencia eventual de empresas que trabajan en el mejoramiento de caminos.

Los comercios establecidos han surgido de forma gradual desde la construcción del complejo aduanero, levantados por familias que llegaron al lugar con el fin de establecer estos servicios en el marco de las oportunidades comerciales que generaba el flujo de gente por la instalación de este complejo.

Se reconoce que una gran parte de los locatarios han recurrido a fondos concursables de CORFO y SERCOTEC, y han existido diversas instancias de participación en cursos de administración y gastronomía gestionados a través del municipio.

Actualmente se observa que el rubro comercial se encuentra saturado, existiendo una sobre oferta de locales, incidiendo negativamente en las relaciones entre los locatarios. A pesar de esto, algunas personas de la comunidad tienen interés en crear nuevos nichos económicos asociados al turismo y nuevos servicios, sin embargo se enfrentan a serias limitantes al estar supeditados a la posibilidad de acceder a nuevas tierras por parte de Bienes Nacionales y por las limitaciones de acceso a la energía debido a la saturación de la capacidad eléctrica instalada.

En este contexto se observan posturas disímiles en torno a las proyecciones económicas de la localidad, existiendo por lo menos dos discursos marcados. El primero corresponde en gran medida a los habitantes más antiguos de la localidad (antiguos cuyanos), quienes apelan a evitar que lleguen nuevas personas a la localidad, y no visualizan oportunidades diferentes a las que ya existen. Por otra parte, habitantes relativamente más recientes (nuevos cuyanos) concuerdan en la necesidad de proyectar nuevas actividades, donde se visualiza al turismo como un potencial nicho de desarrollo productivo. En este contexto, algunas personas proyectan la construcción de cabañas y campings, siempre y cuando exista un impulso al turismo que estaría dado por la declaración de las momias chinchorro (ubicadas en el sector de Caleta Camarones) como patrimonio de la humanidad.

3.2. Asociación con Pescadores

Adicional al trabajo en terreno de diagnóstico, y de forma complementaria a la evidencia recogida, es indicar que se dispone de la experiencia del equipo de TSA en la región, lo que ha permitido formar con los años una red de trabajo estable con la Asociación de Pescadores y la Ilustre Municipalidad de Camarones. Esto se ha expresado en la postulación, adjudicación y ejecución de diversos proyectos en la zona, tales como los Proyectos FIC de la Región de Arica y Parinacota, código BIP30170173-0 "Mejoramiento productivo de las organizaciones de pescadores y mariscadores artesanales de la Caleta de Camarones: Aplicación de tecnología de desalación de agua de mar mediante membranas empleando energía solar para el desarrollo de la Comuna de Camarones" e "Implementación de una planta de desalación térmica de aguas salobres como alternativa sustentable para el desarrollo económico agropecuario y turístico de la localidad de Taltape, Comuna de Camarones", código BIP30158422-0.

En este caso ha sido factible trabajar de manera coordinada y se ha observado una capacidad asociativa en este conjunto específico de la comunidad asociada al poblado de Cuya.

Esta colaboración entre la TSA, STI y el Municipio se traducirá en el aporte del terreno, derechos de agua e incluso personal si fuera el caso para la presente iniciativa. Lo anterior, bajo el convencimiento de que las iniciativas previas han cumplido su propósito como se demuestra con los proyectos antes mencionados (ver Anexo 14) y que esta iniciativa en particular aporta directamente a su trabajo y sus proyecciones.

Es importante además mencionar, que contar con una asociación en red en el lugar, permite la generación de nuevos lazos con la comunidad.

3.3. Análisis crítico

A partir de las dimensiones descritas anteriormente es posible identificar algunos aspectos críticos – fortalezas y debilidades- que deben ser considerados para la posible implementación del proyecto de referencia en Cuya.

A partir del análisis realizado, es posible identificar que Cuya es una localidad con pocos elementos integradores y condiciones socioculturales complejas que dificultarían el involucramiento de su comunidad tanto en el proyecto de referencia como en el programa de formación de capital humano asociado a este. Si bien existen algunas gestiones comunitarias y liderazgos definidos, la falta de participación, la desconfianza y las débiles expectativas frente al futuro de la localidad, dificultan el desarrollo de un proyecto en el largo plazo.

Para incorporar a esta localidad como un proyecto de referencia sería necesario reforzar las organizaciones locales (principalmente la Junta de Vecinos) y desarrollar un proyecto que se articule con la vocación comercial de sus habitantes. Paralelamente, la participación en el ámbito de formación de capital humano podría ser relevante si esto permite potenciar los proyectos individuales en el sector comercial. Finalmente, considerando que en esta localidad se encuentra la municipalidad de Camarones y la relevancia que ésta tiene en el resto de la comuna, trabajar con la localidad para las iniciativas de formación de capital humano es fundamental. En este contexto se podría articular las actividades de formación de capital humano de Ayllu Solar con las redes establecidas a partir del Club Deportivo y la Agrupación de Comerciantes.

Tabla 10. Identificación de los aspectos críticos –fortalezas y debilidades del proyecto de referencia de Cuya.

Dimensión	Fortalezas	Debilidades
Condiciones organizacionales y de tejido social para el involucramiento en el proyecto	Existencia de organizaciones sociales locales (Junta de Vecinos y Agrupación de Comerciantes) en proceso de reactivación. Liderazgos claros y con proyección.	Existe una baja representatividad de las organizaciones sociales, enfrentando serias dificultades para involucrar a los habitantes en las instancias de participación. Se evidencia desconfianza entre las personas de la comunidad, hacia diversas instituciones (municipio, organizaciones del Estado) y hacia proyectos que involucren asociatividad entre los habitantes.
Posibilidades de vinculación con otras localidades	Se visualiza la posibilidad de potenciar la vinculación con Caleta Camarones, gracias a su cercanía, la existencia de relaciones familiares y las posibilidades de desarrollar actividad turística en el futuro (Momias Chinchorro).	No se identifican relaciones constantes y fuertes con otras localidades de la comuna salvo en instancias particulares mediadas por instituciones externas, especialmente el municipio.

<p>Experiencias para la gestión colectiva de proyectos</p>	<p>Se identifica una experiencia exitosa de coordinación y acción colectiva que se relaciona con un conflicto por suministro eléctrico. Se identifica oportunidad singular con el sindicato de pescadores con los que el grupo de TSA posee una experiencia de varios años y lazos de confianza y forma de coordinación establecidos con la UTA.</p>	<p>Se identifica una importante experiencia fallida de organización social en torno a la gestión del agua. Las pocas experiencias con resultados colectivos positivos han sido gestionadas de forma externa a la comunidad.</p>
<p>Condiciones de vinculación del sector productivo hacia aplicaciones solares</p>	<p>Existe un nicho productivo actual (comercio) que precisa ampliar sus capacidades energéticas. Existen posibilidades de desarrollo productivo en torno al turismo que requieren de energía.</p>	<p>Se observa resistencia a la innovación, sobre todo de carácter asociativo. En este contexto se evidencia que una parte importante de la comunidad local privilegia el mantenimiento de sus negocios tradicionales e individuales.</p>
<p>Condiciones de la localidad para la sustentabilidad del proyecto en el largo plazo</p>	<p>La posibilidad de impulsar el turismo relacionado con las Momias Chinchorro podría facilitar un desarrollo local a partir de la vocación comercial de la localidad.</p>	<p>La población es escasa y con pocos elementos culturales integradores. Además, a partir del análisis que realizan los propios habitantes del lugar, el interés económico individual relacionado con la vocación comercial de la localidad limitaría las posibilidades de actuar colaborativamente.</p>

4. FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO

4.1. Propuesta Formativa

La propuesta formativa del presente proyecto busca dar a conocer la tecnología de desalación de agua teniendo como apoyo la energía solar y contribuir al desarrollo de nuevas posibilidades de comercialización para el agua tratada y embotellada. Adicionalmente, se espera sentar las bases para un futuro desarrollo de turismo sustentable para Cuya.

4.2. ¿Cuáles son las temáticas y actividades propuestas?

Para lograr lo anterior se propone destacar la imagen de Cuya como “puerta de entrada” a la región de Arica y Parinacota, mediante el fortalecimiento e integración de diferentes actividades relacionadas con a) formación de capital humano y b) productos con sello local.

- a) Formación de capital humano: A través de la creación de un circuito demostrativo de tecnologías desalinizadoras (destilación por membranas, destilación simple, entre otras), en el cual se muestren las plantas de producción de hielo, embotelladora y el campo solar, como aplicaciones exitosas de la energía solar en actividades productivas. Este lugar serviría de complemento para el aprendizaje de estas nuevas tecnologías, tanto a los residentes de la localidad de Cuya como al público general de otros sectores de la región. Junto a lo anterior, el espacio contendrá información sobre las ventajas y desventajas de cada tecnología, material didáctico sobre la contaminación natural de aguas, los efectos sobre la salud (mala calidad del agua de consumo) y el uso de la energía solar.

Bajo similar modalidad a la presentada en el párrafo anterior, se realizarán trabajos educativos con la escuela de Cuya, quedando por evaluar nuevas visitas con otros establecimientos educacionales de la región, que se acoplen a contenidos curriculares vinculados a las áreas científicas como ciencias naturales, física, química.

- b) Producto con sello local: Las visitas que se realizarán en circuito demostrativo constará con una degustación de productos locales en base al agua obtenida como por ejemplo jugos con frutos típicos de la región (mango, tumbo, maracuyá, granada, aloe vera, guayaba, limón, naranja, entre otros), granizado, helados artesanales, postres, etc..

Finalmente se propone desarrollar un seminario regional “Innovación del Agua Tratada para Consumo” para difundir e intercambiar conocimientos sobre la contaminación natural y artificial de las aguas, y el tratamiento de aguas para la eliminación de boro, arsénico y sales disueltas de manera sustentable (energía solar y otras). El seminario incluirá la visita al proyecto de referencia de Cuya.

Se propone continuar desarrollando actividades que permitan unir a las personas en torno a actividades comunes y que potencien la identificación con la propia localidad, articulándola paulatinamente en torno a un eje distintivo de la misma como “puerta de entrada a la región”.

Tabla 11. Propuesta económica para desarrollar el capital humano del proyecto de referencia de Cuya.

PROPUESTA GENÉRICA	Costos (CLP)	Costos (USD)
Fomento a la cultura energética	10.000.000	13.721
Diseño y ejecución de capacitaciones para proyecto referencia	14.000.000	20.588
Capacitación de líderes locales	36.000.000	52.941
TOTAL	60.000.000	88.235

PROPUESTA PROYECTO REFERENCIA CUYA	Costos (CLP)	Costos (USD)
Seminario "Innovación en el Tratamiento de Agua para Consumo"	50.000.000	73.529
Espacio educativo sobre la desalación de agua	25.000.000	36.765
Viajes y traslados locales	2.000.000	2.941
Trabajo con escuela de Cuya y otros establecimientos	6.000.000	8.824
Material audiovisual y folletos	4.000.000	5.882
Honorarios otros profesionales (técnicos de seguimiento)	3.500.000	5.147
TOTAL	90.500.000	133.088

TOTAL FORMACIÓN DE CAPITAL HUMANO	150.500.000	221.324
------------------------------------------	--------------------	----------------

5. CONCLUSIONES GENERALES

Luego de analizar los antecedentes recopilados (técnicos, ambientales, económicos y sociales), pertinentes a la propuesta se puede concluir lo siguiente:

- Existe una baja calidad del agua superficial en el sector de Cuya, condición conocida por la comunidad y confirmado mediante los análisis de aguas realizados. Lo anterior se traduce en altos niveles de arsénico, boro y sales disueltas, configurándose una oportunidad clara para la aplicación de tecnologías de desalación de aguas soportadas por energía solar.
- La zona Cuya presenta altos niveles de radiación solar, tanto directa como global, siendo una de las más altas a este nivel de piso ecológico en la zona norte del país, con niveles para ambos casos sobre los 2000 kWh/m² año. Lo anterior pone de manifiesto el alto potencial existente para la instalación de un campo solar (térmico y fotovoltaico), que permita cubrir el suministro energético de la iniciativa planteada en el lugar. En el diseño específico podrá seleccionarse los tipos de tecnologías solares térmicas y fotovoltaica a seleccionar.
- La propuesta de usar energía solar como fuente de suministro energético para la operación del proyecto, se justifica al considerar que la localidad en la que se ejecutará la propuesta (Cuya-Cora 9) no se encuentra dentro del área cubierta por la red eléctrica de Cuya. Al explorar la posibilidad de realizar una eventual extensión de esta red queda en evidencia el alto costo de inversión requerido en comparación a la alternativa propuesta por la presente iniciativa (1,5 veces mayor).
- La tecnología de tratamiento de aguas que se propone, si bien es comercial, es nueva en Chile. Lo anterior constituye simultáneamente un riesgo tecnológico de implementación, pero también un factor de innovación.
- La inversión considerada en el proyecto tiene una vida útil promedio de 15 - 20 años. Con esta inversión, es posible obtener mezclas mejores de producción para los 4 productos (orientando la producción al producto que genera mayor retorno), no obstante, se consideró una mezcla en un escenario moderado que considera un 60% de producción de planta, con una cantidad de productos conformado por: 400 botellones diarios de 20 litros, 250 bolsas de hielo en cubos diarios, 500 kilos de hielo en escamas diarios y 3m³ de agua para la comunidad al día.
- Bajo un supuesto de producción de un 60% de la capacidad instalada, y un precio de venta en promedio de un 10% menor al de mercado, se obtiene un VAN positivo de M\$ 384.908, cubriendo la inversión y un VAN de M\$ 573.912 cubriendo sólo costos de operación. Asimismo, resulta una TIR de 48% y un periodo de recuperación de la inversión de 3 años incluyendo el primer año de inversión y puesta en marcha, lo que grafica un proyecto con alta potencialidad económica.
- El negocio generado en el marco del presente proyecto de referencia permite nuevas potencialidades de escalamiento futuro mencionadas en el informe, a las cuales se debe agregar un posible emprendimiento de los pescadores por vender su producción en el sur del Perú, la cual está limitada actualmente por la necesidad de hielo para conservar la cadena de frío.
- Desde el punto de vista ambiental, se considera la Gestión Integral de los Residuos generados por las actividades del proyecto, principalmente asociados a la generación de aguas de rechazo (residuos líquidos). Es importante mencionar que se debería evitar la descarga de aguas residuales al lecho del río, puesto que en esta acción se quedaría sometido a lo que dicta el D.S 90/2001 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia

que establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. De igual manera, al trabajar empleando energía renovable (fotovoltaica), la iniciativa apunta a una baja huella de carbono en la provisión de agua potable.

- Se destaca, como un factor positivo para la propuesta y clave en su posible viabilidad, se destaca el apoyo del “Sindicato de Trabajadores Independientes (STI), Pescadores Artesanales y ramos conexos de la comuna de Camarones”, asociación que reúne a los microempresarios comunales ligados a actividades de pesca artesanal y del municipio. Esta relación singular es producto de una trayectoria de años de trabajo conjunto con el equipo de TSA del proyecto. Esta asociación se desempeña como un instancia facilitadora del trabajo colaborativo, al permitir el establecimiento de una red de miembros unidos por intereses comunes. La propuesta de co-construcción de la aplicación ha considerado justamente este escenario particular de trabajo cooperativo pre-existente. Lo anterior debe ser considerado en conjunto con los riesgos señalados en los puntos anteriores con el fin de lograr los objetivos de impacto esperado del proyecto.
- Se espera que la participación del STI sea activa y comprometida, reflejándose en el pre-acuerdo que existe en suministrar los terrenos y los derechos de agua, componentes fundamentales para el éxito de la actual propuesta. Como evidencia de la buena disposición, que presenta la comunidad de Cuya para al desarrollo de actividades asociativas, en el marco del STI, se puede nombrar la experiencia previa en la participación de proyectos postulados y ejecutados a través del Fondo de Innovación para la Competitividad de asignación Regional (FIC-R), los cuales están siendo llevados a término exitosamente.
- Se concluye que tanto la formación de capital humano como la creación de un producto con sello local basado en el agua tratada es relevante para impulsar la actividad turística local, lo cual se suma a la pronta construcción del Museo de Sitio de la Cultura Chinchorro en el sector de caleta Camarones, hecho que convertirá a la localidad de Cuya en un eje central y punto de paso obligado en la comuna. Es decir, que un aumento en el turismo en la comuna demandará una mayor cantidad y tipos de servicios asociados al consumo del agua y alimentos.
- Por otro lado, a futuro, podría organizarse una celebración en torno a la actividad culinaria, cuya dinámica demande la unión y organización de todos los restaurantes para preparar y ofrecer un solo gran producto, y que ello implique la llegada de visitantes a consumirlo por ser algo distintivo de la localidad.
- El proyecto, por tanto, puede potenciar a través de las redes de trabajo existentes la asociatividad y participación de la comunidad para con la iniciativa. Además propone la oportunidad de articulación con otros territorios dentro de la comuna y la región, por medio de proyectos relacionados actualmente en ejecución y el apoyo del municipio de la comuna, que permite una vinculación a mayor plazo y potencial de visibilidad de la iniciativa desde la localidad de emplazamiento.
- Adicionalmente, es relevante fomentar la diversificación de servicios en Cuya, para reducir las tensiones por la competencia entre restaurantes, lo cual no sólo evitaría acrecentar la actual indisposición de las personas, sino que además comenzaría a darle una nueva perspectiva al desarrollo socio-económico de la localidad.

6. REFERENCIAS

- [1] Dirección General de Aguas, DGA, 2007. Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras, zona I norte, regiones I a IV, Informe Final, S.I.T. N° 122, 596 pág.
- [2] Dirección General de Aguas, DGA, 2010a. Plan de acción estratégico para el desarrollo hídrico de la región de Arica y Parinacota, (Documento Propuesta Borrador), División de Estudios y Planificación, S.D.T. N°306, Santiago, Chile. Disponible en: <http://sad.dga.cl/ipac20/ipac.jsp?session=14S1774094R03.49974&profile=cirh&page=17&group=1&term=Direcci%C3%83%C2%B3n+General+de+Aguas.+Divisi%C3%83%C2%B3n+de+Estudios+y+Planificaci%C3%83%C2%B3n&index=&uindex=BAW&aspect=subtab13&menu=search&ri=1&source=~!biblioteca&1461774975968> [acceso abril 2016].
- [3] Dirección General de Aguas, DGA, 2010b. Cuenca de Camarones: Identificación y caracterización de fuentes que condicionan la calidad de las aguas superficiales: rol del tranque Caritaya, Apoyo técnico para la Mesa Regional del Agua en la Región de Arica y Parinacota y desarrollo de estrategias regionales del recurso hídrico. Orden de Trabajo n°2, Convenio DGA-Universidad de Tarapacá, Laboratorio de Investigaciones Medioambientales de Zonas Áridas, LIMZA/CIHDE/UTA.

- [4] Instituto Nacional de Estadísticas, INE, 2017. Censo de población y vivienda, Departamento de Informática, Base de Datos por entidades. Disponible en: <https://www.censo2017.cl/> [Acceso noviembre 2020].
- [5] Mansilla, H., Cornejo, L., 2002. Chile, Relevamiento de comunidades rurales de América Latina para la aplicación de tecnologías económicas para potabilización de aguas proyecto OEA EA 141/2001, editor Marta Litter, ISBN 987 43 5412 7: 43-58.
- [6] Bundschuh, J., Litter, M.I., Parvez, F., Román-Ross, G., Nicolli, H. B., Jiin-Shu, J., Chen-Wuin, L., López, D., Armienta, M. A., Guilherme, L. R.G., Gomez Cuevas, A., Cornejo, L., Cumbal, L., Toujaguez, R., 2012. One century of arsenic exposure in Latin America: A review of history and occurrence from 14 countries, Science of The Total Environment, 429: 2-35.
- [7] Censo Agropecuario, 2007. Instituto Nacional de Estadísticas, INE. Disponible en: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/censo_agropecuario_07.php [Acceso Abril 2016].
- [8] Díaz, C., Melendez, E., 1957. Reconocimiento de suelos de la quebrada de Camarones, Agr. Tec., XVIII (2): 78-88. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/agritec/NR37011.pdf> [Acceso Abril 2016].
- [9] Barrientos, F., Reyes, V., 2014. Caleta Camarones... Voces Diversas con Historias de Mar. Disponible en: http://www.superacionpobreza.cl/wp-content/uploads/2014/01/historia_oral_caleta_camarones.pdf [Acceso Abril 2016].
- [10] Clescerl, L., Greenberg, A., Eaton, A., 2005. Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, 21st ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- [11] Instituto Nacional de Normalización, INN, Chile, Norma Chilena 409/1.Of, 2005. Agua Potable Parte 1: Requisitos.
- [12] Instituto Nacional de Normalización, INN, Chile, Norma Chilena 1333/Of78 modificada 1987, 1978. Requisitos de calidad de aguas para diferentes usos.
- [13] Superintendencia de Servicios Sanitarios, División de Fiscalización, 2007. Manual de métodos de ensayo para agua potable, segunda Edición. Disponible en: http://www.siss.cl/577/articles-9648_recurso_1.pdf [Acceso abril 2016].
- [14] Hernández, P., Estades, C., Faúndez, L., 2014. Biodiversidad terrestre de la región de Arica y Parinacota, ISBN 978-956-19-0847-5, 417 pág.
- [15] FIC-REGIONAL de Arica y Parinacota año 2011. "Construcción de un Mapa Solar para la Región de Arica y Parinacota: Caracterización y Medición de la Radiación Solar por Imágenes Satelitales con Miras a la Innovación y Desarrollo Regional a Través de la Aplicación de la Energía Termosolar en Chile.", Directora: Dra. Lorena Cornejo Ponce, Centro de Investigaciones del Hombre en el Desierto, CIHDE.
- [16] Ministerio de Obras Públicas, MOP, 2012. Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025. Disponible en: http://www.mop.cl/Documents/ENRH_2013_OK.pdf [Acceso Abril 2016].
- [17] Gobierno de Chile, GOB, 2014. Cuidemos el agua: Cifras y recomendaciones. Disponible en: <http://www.gob.cl/2014/11/27/cuidemos-el-agua/> [Acceso Abril 2016].
- [18] Servicio Nacional del Consumidor, SERNAC, 2015. Estudio de precios y evaluación de rotulación de Agua (Bidón de 20 litros) envasada y comercializada en Iquique. "Estudio con perspectiva e información Regional", Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 26 pág. Disponible en: <http://www.sernac.cl/wp-content/uploads/2015/07/Estudio-de-Precios-y-Evaluaci%C3%B3n-de-Rotulacion-de-Agua-Envasada-en-Iquique.pdf> [Acceso Abril 2016].
- [19] Keiken Engineering, Plantas de Destilación por Membrana (MD). Disponible en: <https://www.keiken-engineering.com/plantas-de-destilacion-por-membrana-md/> [Acceso Noviembre 2020]
- [20] Condorchem Envitech, Destiladores a membranas. Disponible en: <https://condorchem.com/es/destiladores-a-membranas/> [Acceso Noviembre 2020]

En la elaboración de este documento participaron las siguientes personas:

Contribuciones técnicas: Anahí Urquiza, Andrés Marconi, Carla Lanyon, Chantall Huerta, Diego Irizarri, Felipe Fernández, Felipe Valencia, Francisca Herrera, Gonzalo León, Hugo Lienqueo, Jorge Acarapi, Jorge Reyes, Karen Ubilla, Lorena Cornejo, María Janet Arenas, Marcia Montedónico, Miguel Salas, Óscar Barahona, Patricio Mendoza, Patricia Vilca, Roberto Román (Q.E.P.D), Rodrigo Palma, Tania Correa.

Edición y revisión final: Hugo Lienqueo, Gonzalo León, Stavros Kukulis, Romina Cifuentes

Email de contacto contacto@ayllusolar.cl

7. ANEXOS

7.1. Radiación Solar en la zona

Respecto a la radiación global y directa en el lugar, es posible observar que la zona presenta una alta radiación, siendo una de las más altas a este nivel de piso ecológico en la zona norte del País. Esto entrega un alto potencial para la instalación de un campo solar, que permita cubrir el suministro energético de la iniciativa planteada en el lugar.

Tabla 12. Radiación solar en el sector de Cuya.

Localidad	Año	Radiación Global Horizontal kWh/m ² año	Radiación Normal Directa kWh/m ² año
	2005	2606	3119
	2006	2587	3106

Sector Cuya latitud -19.16 longitud -70.18 altura 71	2007	2594	3089
	2008	2606	3143
	2009	2593	3120
	2010	2597	3122
	2011	2589	3095
	2012	2583	3085
	2013	2589	3077
	2014	2592	3117

Fuente: Proyecto FIC Mapa Solar – Centro de Investigaciones del Hombre del Desierto

[DNI acumulada anual 2005-2014]

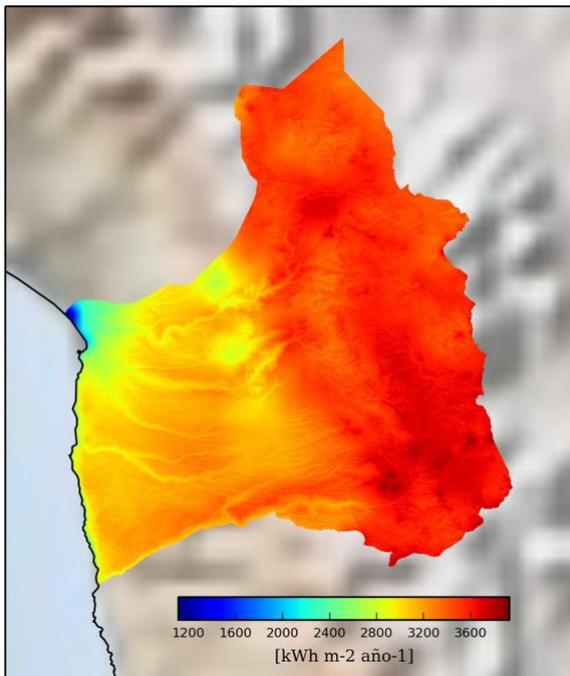


Figura 9. Mapa de radiación solar directa, sector Cuya.

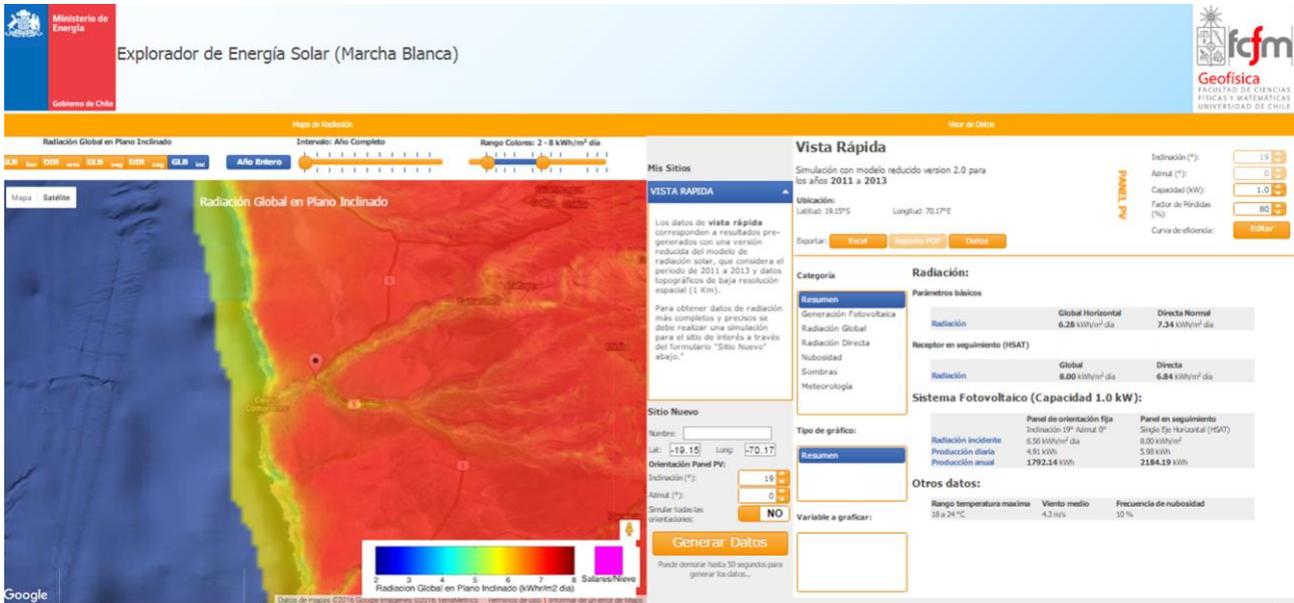


Figura 10. Imagen satelital de radiación solar utilizando el explorador solar WalkerSolar de la Universidad de Chile.

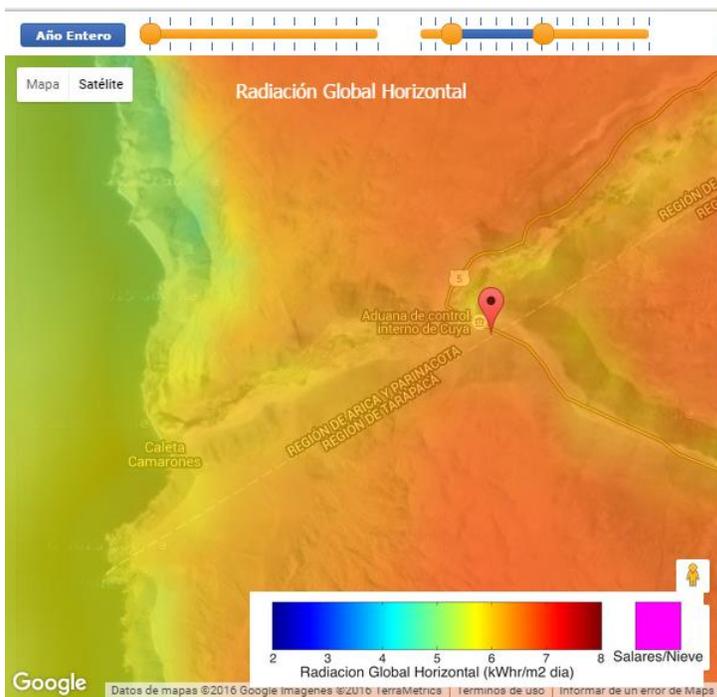


Figura 11. Radiación global horizontal Cuya utilizando el explorador solar WalkerSolar de la Universidad de Chile.

7.2. Ganadería de ovinos

Tabla 13. N° de especies por N° de cabezas de ganado.

Especies	N° de cabeza de ganado
Bovinos	557
Ovinos	4.457
Cerdos	213
Equinos	137
Caprinos	1.186
Camélidos	1.591
Jabalíes	0
Ciervos	0
Conejos	322
Total	8.463

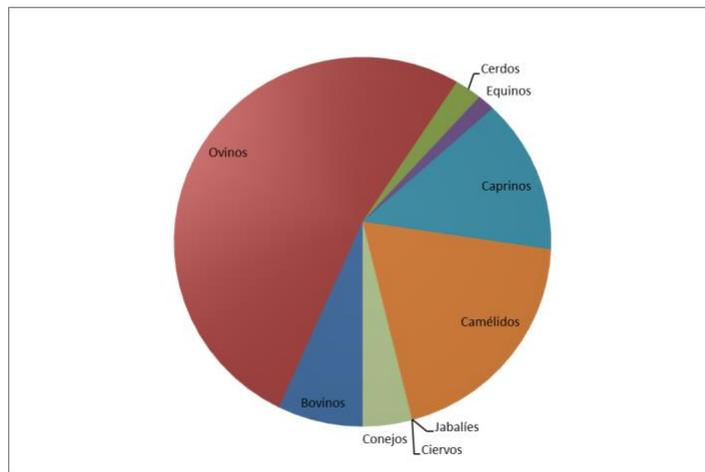


Figura 12. Gráfico de tortas de especies por cabezas de ganado (Elaboración propia en base al CENSO Agropecuario 2007)

7.3. Recurso solar de Cuya

La siguiente figura presenta el comportamiento de la radiación promedio mensual para cada hora en la localidad de Cuya considerando un periodo analizado desde el 2004 al 2013.

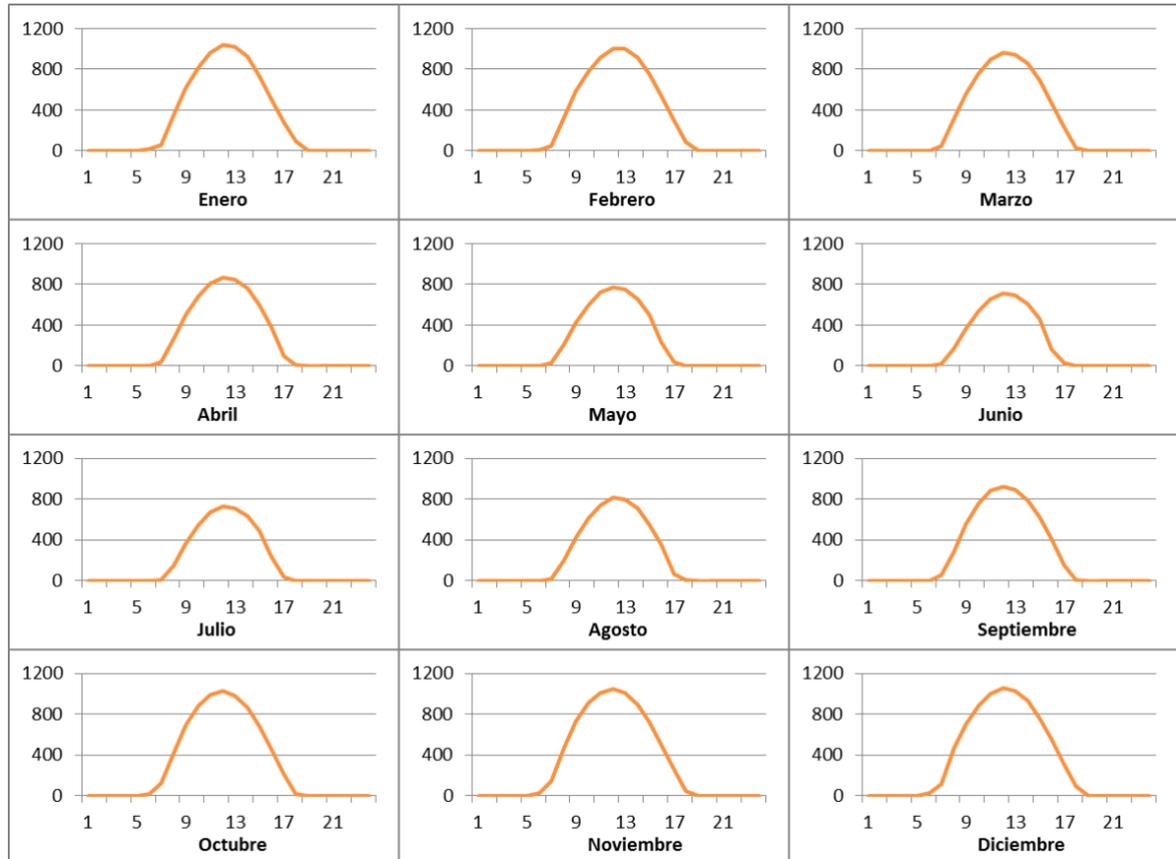


Figura 13. Ciclo diario de radiación [W/m²] promedio horaria por mes en Cuya.

7.4. Recurso eólico de Cuya

La siguiente figura presenta el comportamiento del recurso eólico promedio mensual para cada hora en la localidad de Cuya, considerando un periodo analizado desde el 2004 al 2013.

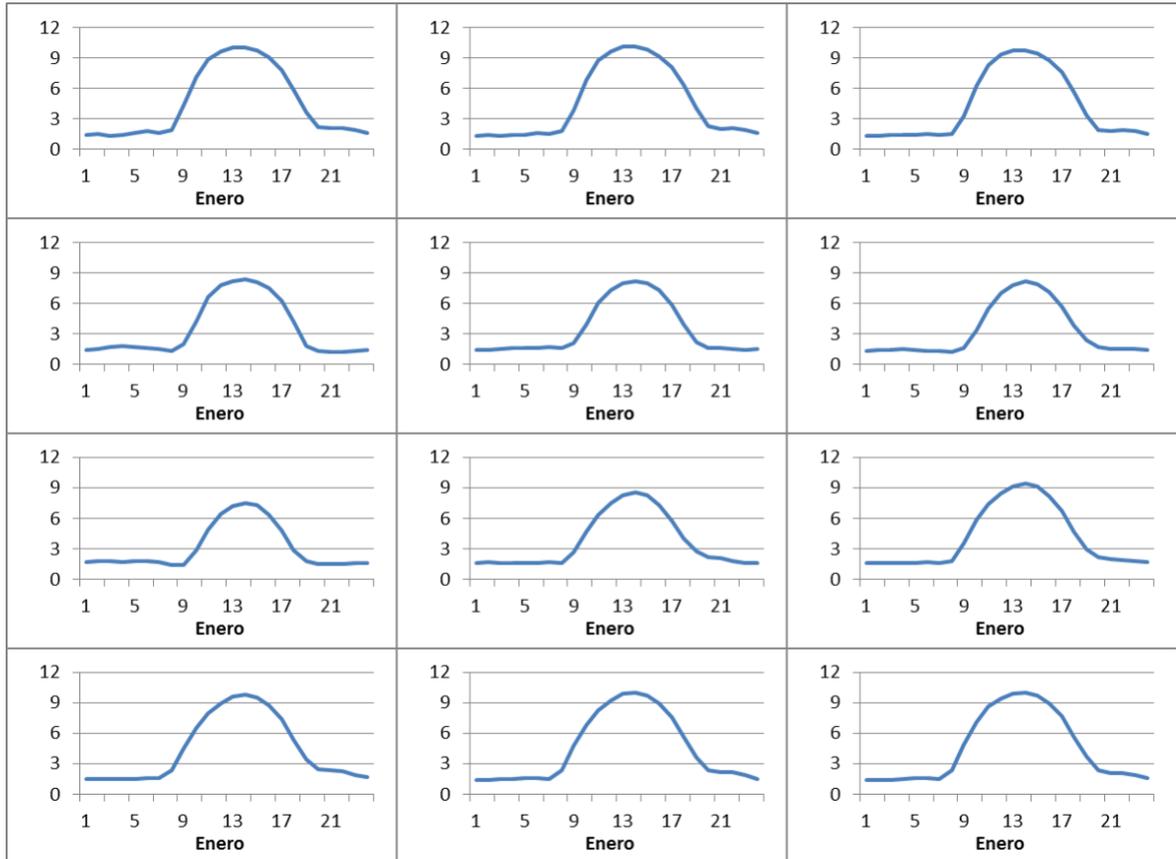


Figura 14. Velocidad del viento [m/s] promedio horaria por mes en Cuya.

7.5. Características del mercado del agua

La escasez hídrica toma cada vez mayor importancia a nivel mundial, donde Chile no es la excepción. Si bien el planeta Tierra está cubierto por agua en tres cuartos de su superficie, solo 2,5% de esta es agua dulce. A medida que la población mundial aumenta, la escasez hídrica se ha ido transformando cada vez más en un problema global (MOP , 2012).

De esta forma, se exponen cifras a nivel mundial que indican que:

- 1.400 millones de personas no disponen de agua potable para su uso doméstico.
- 15 millones de niños mueren al año por falta de agua potable.
- 1 de cada 5 personas no tiene acceso a agua potable.
- 3000 litros de agua promedio se requieren para producir la comida diaria de una persona.
- De 8 a 10 veces más agua requiere la producción de carne por sobre la de cereales.

Por tanto, el agua es un recurso preciado, por lo que se debe valorar y cuidar. En este aspecto, Chile, a pesar de mantener reservas naturales de agua producto de las altas precipitaciones en la cordillera de Los Andes, ha presentado sequías históricas en los últimos años, que han perjudicado la actividad económica del País. Situación más extrema sucede en la zona norte nacional, donde las fuentes de agua son más escasas y compiten entre el consumo de la población con el requerido por la actividad económica asociada a la minería, agricultura, etc.. Además, lo anterior se agrava por las consecuencias del cambio climático que restringen la disponibilidad de agua a nivel planetario.

Si se considera sólo el consumo humano, sumando las comidas y bebidas ingeridas y las distintas actividades que se realizan cada día, el consumo diario de agua de un chileno promedio asciende a 125-200 litros. Esta cifra se eleva hasta más de 600 litros por ejemplo en Santiago Oriente, donde a modo comparativo, se presenta el consumo per cápita más alto de Chile (GOB, 2014).

Para esquematizar este requerimiento (figura Requerimientos promedio de agua por proceso), las actividades cotidianas que consumen más agua. En este contexto, como se indicaba, la realidad del norte del país es muy complicada, pero aún más grave en sus áreas rurales, las cuales por su baja disponibilidad de agua, la lejanía de centros urbanos y entre los propios poblados, determina altos costos o una difícil oportunidad de acceder al agua potable.



Figura 15. Requerimientos promedio de agua por proceso.

Si bien, el problema es de una envergadura superior, es posible generar inicialmente emprendimientos focalizados en estas zonas rurales, siempre y cuando existan alternativas técnicas y energéticas viables para disponer de agua adecuada para el consumo. Al respecto, y considerando que los tipos de consumo (consumo humano, aseo personal, jardín, servicios higiénicos, entre otros) nacional de agua potable en las regiones de Tarapacá y Arica y Parionacota, no es diferente, es posible generar modelos sustentables de negocios desde su concepción más básica, en torno a la venta de agua potable y elaboración de hielo.

Por tanto, la primera barrera se presenta en la disponibilidad de agua de calidad en el sector de Cuya y su respectivo suministro energético, que por su lejanía a los sistemas de red eléctrica urbanos, es limitada. Se considera para ello, como una posible alternativa, el uso del procedimiento de Destilación por Membranas (Sistema MD) de descontaminación del agua del lugar como una alternativa viable de uso. De esto se debe acotar, cual podría ser la posible actividad económica que pueda desarrollarse en torno al agua.

Al respecto y en un primer nivel, se propone la venta de agua embotellada, considerando que es un mercado creciente y de alta demanda en los últimos años en Chile. Esta tendencia queda de manifiesto en las cifras de consumo de bebidas refrescantes en el año 2011, que muestran que el agua embotellada pasó de vender 133 millones de litros en 2004, a 272 millones de litros en 2010. En total, un alza de 104% en siete años, cifra que se espera duplicar aproximadamente el año 2018 si la tendencia se mantiene, esto viene de la mano, con la tendencia a consumir agua en botellones en los hogares (en promedio 3 por semana), producto de una percepción de baja calidad del agua potable pública (SERNAC, 2015).

Ahora, si bien se puede producir agua embotellada, es recomendable generar un negocio paralelo, que permita disminuir el riesgo de producción de los primeros años normalizando con ello los flujos de costo e ingreso. En este punto, se observa como un segundo producto derivado del agua el hielo en escamas, como una oportunidad para la conservación de alimentos, específicamente productos del mar, los cuales son extraídos desde caleta de Camarones y que se limitan productivamente entre otros, por la pérdida de cadena de frío a los puntos de venta. Complementario a esta demanda interna por conservación de productos extraídos, existe una demanda disponible proveniente de goletas u otras embarcaciones que pasan por Caleta Camarones y que necesitan hielo para transportar sus productos entre regiones. Esto es suplido hoy en Arica y en Iquique, pero obliga a mantener bodegas más grandes y consumo energético en las embarcaciones. Asimismo, permite suplir la provisión necesaria de hielo de puerto Pisagua, la cual se encuentra muy cerca del lugar y de la cual se extraen una producción muy superior a la actual de caleta Camarones. Mayor detalle de ambas oportunidades puede verse en el punto 2.3.1, 2.3.2 y 2.3.3.

Por otra parte, se deriva un tercer producto, asociado al hielo en cubos, el cual se utiliza para consumo humano y que para el caso puede incluso suplir a los restaurantes del lugar. Finalmente, la venta de agua tratada directamente al municipio y los pobladores, a un costo más competitivo que lo ofrecido por la planta actual (limitada por sus altos costos de operación y capacidad) o la adquisición de agua potable directamente en Arica, que debe cancelar su transporte.

En base a todo lo anterior, se puede ver que existe una oportunidad significativa en torno a ofrecer agua de calidad en el sector de Cuya, puesto que la combinación de todas los productos mencionados permite tener mejores proyecciones de éxito, escalabilidad y réplica, así como una mayor oportunidad de nuevos emprendimientos, satisfaciendo una necesidad presente en la población local y cercana; y que va creciendo día a día en su demanda de productos, influyendo de forma positiva en la oportunidad de mercado presente. Finalmente, es importante indicar, que la producción de 4 productos, permite generar distintas mezclas en su producción, de tal forma, de obtener mejores resultados económicos y adaptarse a variaciones en la demanda respecto a variables de precio del producto, cantidad producida, precio de bienes sustitutos, precio de bienes complementarios, ingreso de los clientes, entre otros.

7.6. Planta embotelladora (Lavadora, Llenadora y Tapadora Semiautomática de Bidones). Marca Cotti, Modelo LTC-60.

Tabla 14. Especificaciones de una Planta embotelladora.

Especificaciones de la máquina embotelladora	
Producción	-60 botellones/hora de 12 Y 20 litro
Bidones	-Carga y descarga manual -Lavado, enjuague y llenado automáticos -Tapado manual -Tipo de envases: 12 Y 20 L. cilíndricos – estándar
Tapas	-A presión tipo “CAP-SNAP” o similares
Botellas	-Carga y descarga manual -Enjuague: colocación manual e inyección automática de agua -Tapado manual mediante tapador eléctrico -Tipo de envases: PET; desde 500 a 2500 cc y botellones de 4 a 8 L -Tapas: Plásticas roscada -Producción estimada de botellas y bidones desechables: 200 unidades/h
Material Constructivo	-Estructura construida en acero inoxidable AISI 304 -Cabina de lavado y tanque recuperador de agua con detergente, construido en PRFV
Electro-bombas	-De alta presión, para los procesos de lavado, revestida con pintura epoxi -De alta presión para enjuague y llenado, de acero inoxidable
Tablero eléctrico y panel de comando	-Completo, con componentes de 1 ^{ra} calidad -Panel de comando de 24 volts -Controlador de tiempo de lavado, enjuague y llenado programable marca SIEMENS
Agua caliente de lavado	-Sistema de calentamiento de solución de lavado, compuesto de resistencias blindadas de acero inoxidable de 5 KW. con termostato
Procesos automáticos de lavado	1 ^{era} Etapa: Lavado interno y externo simultáneo, con agua caliente con detergente 2 ^{da} Etapa: Enjuague final interno con agua producto, con tiempo controlado por temporizador para optimizar el consumo de agua producto 3 ^{ra} Etapa: Escurrido
Proceso de llenado y tapado	Llenado de bidones realizado a través de una (1) válvula construida en acero inoxidable. Sistema de tapado a presión, de accionamiento manual (palanca); con servidor de tapas de acero inoxidable

*Procedencia Argentina

Tabla 15. Accesorios para una Planta embotelladora.

Accesorios para LTC-60	
Kit para Llenar y Tapar Botellas de Pet Desechables con Tapa Roscada	Para botellas desde 500 hasta 2500 cc y bidones de 4 a 8 L conformado por: -Dispositivo para llenar y tapar botellas (2 unidades por vez) con plato giratorio y traba. Construido de acero inoxidable -Tapador eléctrico (24 V) con mandril; encendido y apagado automático. Uso manual
Enjuagador De Botellas	Conformado por 2 inyectores de agua a presión, bandeja colectora y drenaje. Construido de acero inoxidable
Pantalla Lumínica	Para observación visual del producto envasado. Construida de acero inoxidable y acrílico
Dispensador de Tapas de Bidones	Con esterilizador ultravioleta. Construido de acero inoxidable
Mesa Transportadora con Rolos	Para extensión del área de trabajo en la salida del producto envasado. Longitud 2 m. Con base de apoyo Construida íntegramente en acero inoxidable con rolos plásticos.



Figura 16. Planta embotelladora (lavado, llenado y tapadora semiautomática de bidones), marca Cotti, modelo LTC-60.

7.7. Máquina fabricadora de Hielo en Escamas (Contenedor Incluido).

Tabla 16. Especificaciones de una maquina de Hielo en escamas.

Especificaciones de la máquina para hacer hielo en escama	
Output	500kg/24hrs. Para uso con agua potable, no de mar
Ice machine size	1320*1180*1905mm
Ice storage bin capacity	300kg size: 1320*1180*1100mm
Total net size	1320(L)*1180(W)*1905(H)mm Total gross weight: 225kg
Refrigerating capacity	3KW
Total installation power	3.62KW
Pressure of water source to make ice	0.1MP-0.5MP
Flake ice thickness & temp.	1.8mm-2.5mm; -5~-8°C

Fuente: Proveedor Nacional.

*Procedencia China



Figura 17. Máquina fabricadora de hielo en escamas Contenedor incluido.

7.8. Máquina fabricadora de Hielo en Cubos (Contenedor Incluido).

Tabla 17. Especificaciones de una maquina de Hielo en cubos.

Especificaciones de la máquina para hacer hielo en cubos	
Output	500kg/24hrs
Ice machine size	Dimension(L*W*H) 830X760X1843 mm
Bin Capacity	125kg(lb) 275lb
Voltage (V/Hz)	220V/50HZ
Power	2280 W
Condenser Unit	Air/Water
Net Weight of Main Machine	85 kg
Net Weight of Ice Bin	45 kg
Gross Weight of Main Machine	90 kg
Gross Weight of Ice Bin	50 kg



Figura 18. Máquina fabricadora de Hielo en Cubos (Contenedor Incluido).

7.9. Contenedor refrigerado para hielo en escama y hielo en cubo



Figura 19. Contenedor refrigerado para hielo en escama y hielo en cubo.