



Fraunhofer
CHILE

CENTRO DE TECNOLOGÍAS PARA ENERGÍA SOLAR - FRAUNHOFER CHILE RESEARCH

**ESTRATEGIA ENERGÉTICA LOCAL
INFORME FINAL
Comuna de Chañaral**





4	1. Introducción
5	2. Resumen Ejecutivo
6	3. Definición de Comuna
10	4. Meteorología
13	5. Economía
18	6. Definición de Límites de Influencia
22	7. Demanda Energética
52	8. Firma de Acuerdo de Desarrollo de la Estrategia Energética Local y Taller I
53	9. Taller Participativo II
71	10. Priorización de Proyectos
73	11. Cartera de Proyectos
76	12. Fichas de Proyectos
97	13. Proyectos: Metas Cuantificables y Plan Temporal de Implementación
100	14. Glosario
101	15. Anexos

Comité Editorial / Revisión Técnica

Pablo Tello Guerra, CORFO
 División de Desarrollo Sustentable, Ministerio de Energía
 Carlos Letzkus, I. Municipalidad de Chañaral

Autores

Gonzalo Ramírez / Fraunhofer Chile Research
 Marco Vaccarezza / Fraunhofer Chile Research



Raúl Salas
 Alcalde de Chañaral

Para la Ilustre Municipalidad de Chañaral, un pilar fundamental es el trabajar con proyectos que promuevan el uso de energías limpias y sustentables, es por esto que, como Jefe Comunal, me sumo al trabajo que se está llevando a cabo por parte de CORFO en financiar y apoyar la elaboración de nuestra Estrategia Energética Local y por parte del Ministerio de Energía a través de su programa "Comuna Energética", que junto a otros 23 municipios a nivel nacional busca impulsar las iniciativas energéticas más adecuadas para cada uno de ellos.

Estas iniciativas, levantadas desde nuestra comunidad, están en sintonía con los objetivos que perseguimos como administración municipal, ya que es importante para Chañaral transformarse en un polo de desarrollo en materia de generación de energías limpias, siendo una contribución positiva para mejorar la calidad de vida de nuestros vecinos y vecinas de la comuna.

Como líder comunal mi mensaje siempre ha sido categórico al referirme al desarrollo de la comuna de Chañaral, amigable con el medio ambiente. Para ello es importante la inversión en sistemas de energías renovables y edificaciones calificadas con eficiencia energética, ya que son tecnologías de creciente competitividad que promueven el uso de fuentes de energías limpias e inagotables.

Finalmente, es importante destacar que siendo parte de la región de Atacama somos una de las comunas con mayores índices de radiación solar, esto nos aventaja y nos entrega la posibilidad de aprovechar un recurso natural disponible de manera gratuita gracias a la naturaleza.

1. INTRODUCCIÓN

ESTRATEGIAS ENERGÉTICAS LOCALES – BREVE DESCRIPCIÓN

EEL programa Comuna Energética (CE) es una herramienta de gestión y un proceso de acreditación para las comunas de Chile, que establece proyectos de corto, mediano y largo plazo para la acción energética local de las comunas. Con CE, la estrategia energética de una comuna es identificada, analizada, revisada, coordinada e implementada sistemáticamente, de acuerdo a una serie de metas y objetivos.

En el contexto de este programa, el Ministerio de Energía ha impulsado el desarrollo de Estrategias Energéticas Locales (EEL). Actualmente, diversas comunas del país están en proceso de elaboración de su EEL para obtener el sello Comuna Energética, una herramienta de gestión del ámbito municipal, que permite identificar y planificar diversas iniciativas en materia de energía. La formulación de la EEL requiere conocer la situación energética actual de la comuna, contemplando -entre otros elementos- las variables técnicas y económicas de la oferta y demanda de energía, así como las variables socio económicas y productivas que permitan identificar las principales necesidades existentes y las oportunidades de desarrollo energético local. A partir de estas definiciones iniciales, se puede formular de manera participativa e informada, la visión, imagen objetivo o meta energética para la comuna. Finalmente, la EEL permite definir actividades, proyectos y políticas locales para alcanzar la meta planteada por la estrategia. Este proceso se puede resumir en 3 grandes etapas:

- Conocimiento de la realidad energética comunal.
- Formulación de la visión o meta comunal.
- Identificación de Líneas de acción, programas y proyectos.

2. RESUMEN EJECUTIVO

Este informe describe el proceso realizado en la comuna de Chañaral, detallando el resultado del trabajo que se llevó a cabo durante el segundo semestre de 2016, en conjunto con la Ilustre Municipalidad y con el soporte del Programa de Energía Solar, Programa de Reactivación Urbana y Productiva Sustentable de Atacama, Corredor Solar, CORFO y la SEREMI de Energía de Atacama. Se describe en detalle el resultado de cada una de las Etapas del proceso y se concluye con la definición de líneas de acción y proyectos concretos, en materias energéticas en la comuna. Este proceso surge desde la propia comunidad, guiada por nuestro equipo consultor, por lo que cuenta con la activa participación tanto de la comunidad, como de sus autoridades regionales y municipales.

Cabe destacar que el desarrollo de la Estrategia Energética Local para la comuna de Chañaral se enmarca en el Proyecto Corredor Solar Cuenca del Salado, que a su vez es parte de las iniciativas comprendidas en el Programa en Energía Solar. El proyecto Corredor Solar de la Cuenca del Salado (Comunas de Diego de Almagro y Chañaral), consiste en la elaboración de un modelo de ciudad con alta penetración de energía solar, basada en autoabastecimiento y generación distribuida en los edificios públicos, viviendas y sistema económico productivo.

El desarrollo de la Estrategia Energética Local de Chañaral es el primer paso (en conjunto con el desarrollo equivalente para la comuna de Diego de Almagro), en el proyecto Corredor Solar de la Cuenca del Salado.

En concreto, durante el desarrollo de la Estrategia Energética Local para Chañaral comenzó con un Diagnóstico de la situación energética actual, identificando los consumos energéticos en los ámbitos públicos, residenciales, comercio e industria, tanto en cuanto a consumos de energía eléctrica como térmica. Esto permitió identificar la línea base para desarrollar posteriormente la proyección a mediano y largo plazo de los consumos energéticos comunales, lo que se realizó en paralelo con el estudio del potencial de energías renovables existentes en la comuna. Es posible indicar que la ubicación y características climáticas de la comuna, identifican que la energía solar es la fuente de energía renovable con mayor potencial en la zona, en especial en zonas alejadas de la costa.

El proyecto incluyó la realización de tres talleres presenciales en la

común, abiertos a la comunidad. Con ellos se buscó presentar a las personas la realidad y perspectivas energéticas de su ciudad, levantar sus inquietudes, visión y expectativas, para definir en base a esto y de manera conjunta, un plan energético para la Comuna.

Como resultados de estos talleres y a su vez como resultado final del desarrollo del presente estudio, se definió un listado de 8 proyectos, que fueron propuestos y presentados a la Comunidad para su desarrollo, consolidando así la visión energética de largo plazo que Chañaral definió:

CHAÑARAL: COMUNA QUE SE ORGANIZA PARA UTILIZAR SUS RECURSOS RENOVABLES PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES

El listado de proyectos definido es el siguiente:

1. ILUMINACIÓN EFICIENTE PARA LA COMUNA
2. INFRAESTRUCTURA SOLAR COMUNITARIA / PLANTA SOLAR EN EDIFICIO PÚBLICO
3. OPTIMIZACIÓN DE CONTRATOS Y TARIFAS DE CONSUMOS MUNICIPALES
4. PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN COMUNAL EN ENERGÍAS RENOVABLES
5. PLANTA DESALADORA ALIMENTADA POR ENERGÍA SOLAR PARA COMUNIDADES COSTERAS
6. GENERACIÓN DE VALOR COMPARTIDO ENTRE EMPRESAS, COMUNIDAD Y SECTOR PÚBLICO
7. GESTIÓN DE COMPRAS ASOCIATIVAS DE SISTEMAS SOLARES PARA LA COMUNIDAD
8. DESARROLLO DE SISTEMAS DE TRANSPORTE LIMPIO PARA LA COMUNA
9. FOMENTO AL USO DE LAS ERNC EN MIPYMES

El alcance y detalle de los proyectos se incluye al final del presente informe, presentando metas numéricas y temporales para su desarrollo, de manera de contar con parámetros objetivos y concretos para medir y verificar su cumplimiento.

3. DEFINICIÓN DE COMUNA

CHAÑARAL

La comuna de Chañaral se ubica en la provincia que lleva el mismo nombre, Región de Atacama. Colinda al sur con la comuna de Caldera y Copiapó, al este con la comuna de Diego de Almagro y al norte con la comuna de Taltal, perteneciente a la Región de Antofagasta.

Esta comuna se encuentra emplazada a 935 km de la ciudad de Santiago y su superficie alcanza los 5,772 km² (División Político Administrativa y Censal 2007 – INE).



Figura 1: Comuna de Chañaral

La comuna de Chañaral se encuentra subdividida en tres distritos censales, Chañaral, Flamenco y El Salado.

Distrito Censal	Área km ²
Chañaral	2187.4
Flamenco	1875
El Salado	1710
Comuna de Chañaral	5772.4

Tabla 1: Superficie comunal por distrito censal¹

Demografía

La comuna de Chañaral ha presentado un decrecimiento compuesto promedio anual de 0,18 % de su población entre el año 2002 y el 2012, pasando de una población total de 14.035 habitantes a 13.781². Esta tendencia, al ser extrapolada por el INE hacia el año 2020, determina una población a de aproximadamente 13.500 personas en ese año (ver Figura 2). Esta comuna cuenta con 6.453 viviendas aproximadamente.

La razón de sexo existente en la comuna de Chañaral es cercana a 1:1, presentando un valor promedio de 52,0 % de hombres y 48,0 % de mujeres, desde el año 2002 al 2012. El INE proyecta el índice de sexo al año 2020 como un valor constante de aproximadamente 52,3 % de hombres y 47,7 % de mujeres (ver Figura 2).

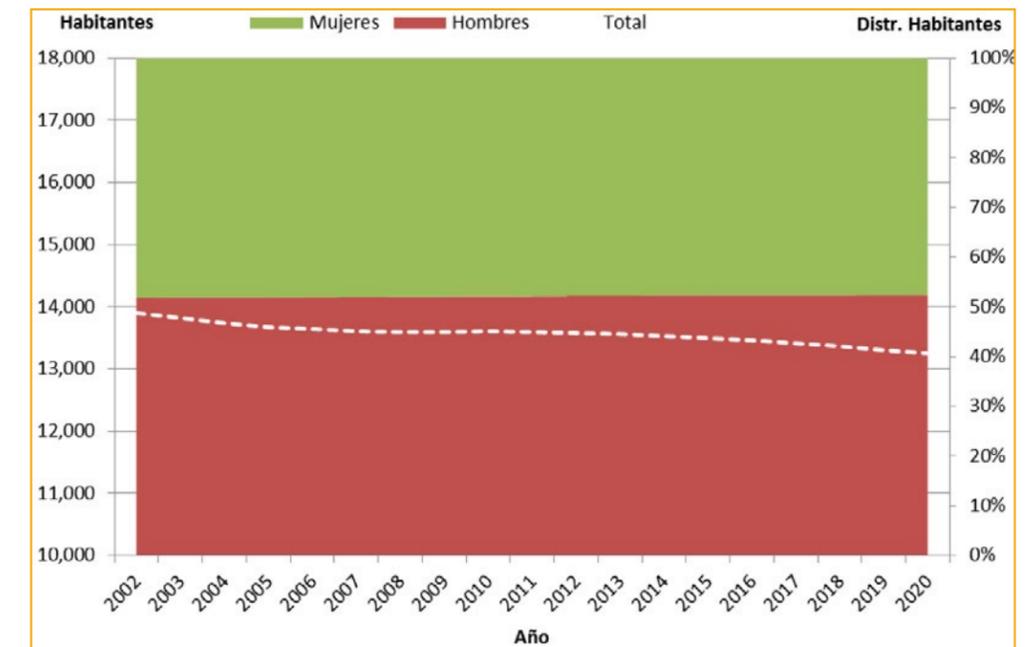


Figura 2: Población histórica (2002-2012) y proyectada (2013-2020) de la comuna de Chañaral. Fuente INE.

Se identifica un aumento en la edad de la población, que presentaba un 30 % de población menor de 15 años en el 2002 y evolucionaría a una composición del 30 % menor de 25 años, para el año 2020 (proyecciones INE).

¹ División Político Administrativa y Censal, Región de Atacama, Chile 2007.

² INE - Estadísticas Poblacionales de Chile – www.ine.cl – Poblacion-INE-Actualizacion-2002-2012-Proyeccion-2013-2020 - Excel

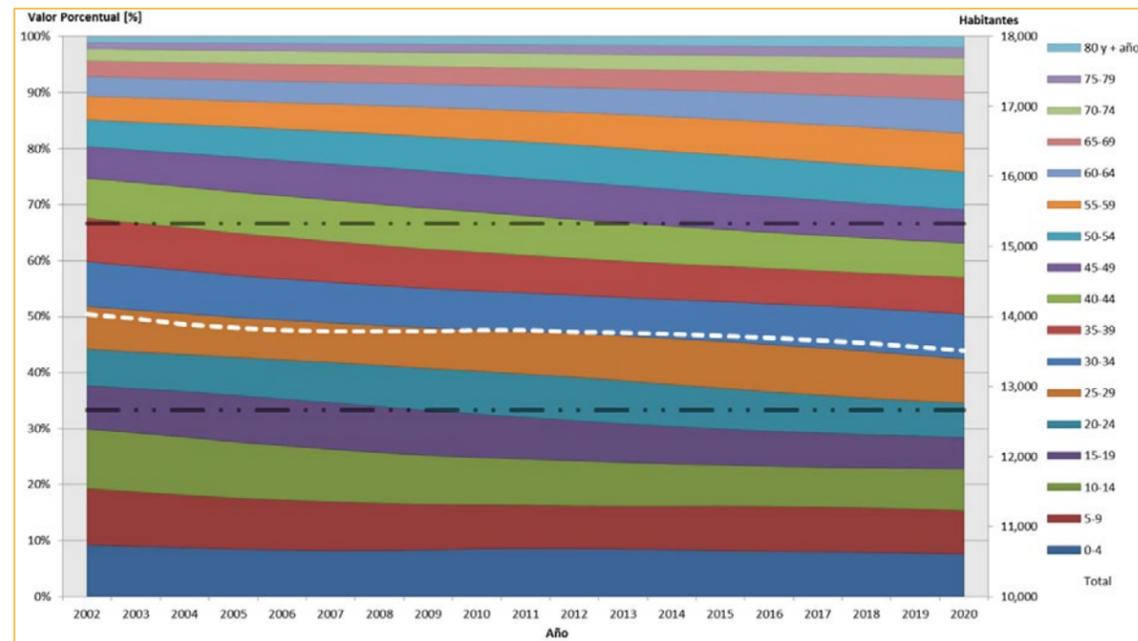


Figura 3: Evolución etaria y proyección de la comuna de Chañaral. Fuente INE.

Para tener una mejor visualización de la evolución histórica (2002-2012) y esperada³ (2012-2020) de la composición etaria y por sexos de la población de la comuna de Chañaral, se presentan las pirámides poblacionales, para los años 2002 y 2012, más la proyección a 2020. Lo anterior se ilustra en la Figura 4. Es

posible apreciar que se incrementará la edad de la población, con un aumento significativo de los porcentajes de personas con edad por sobre 45 años.

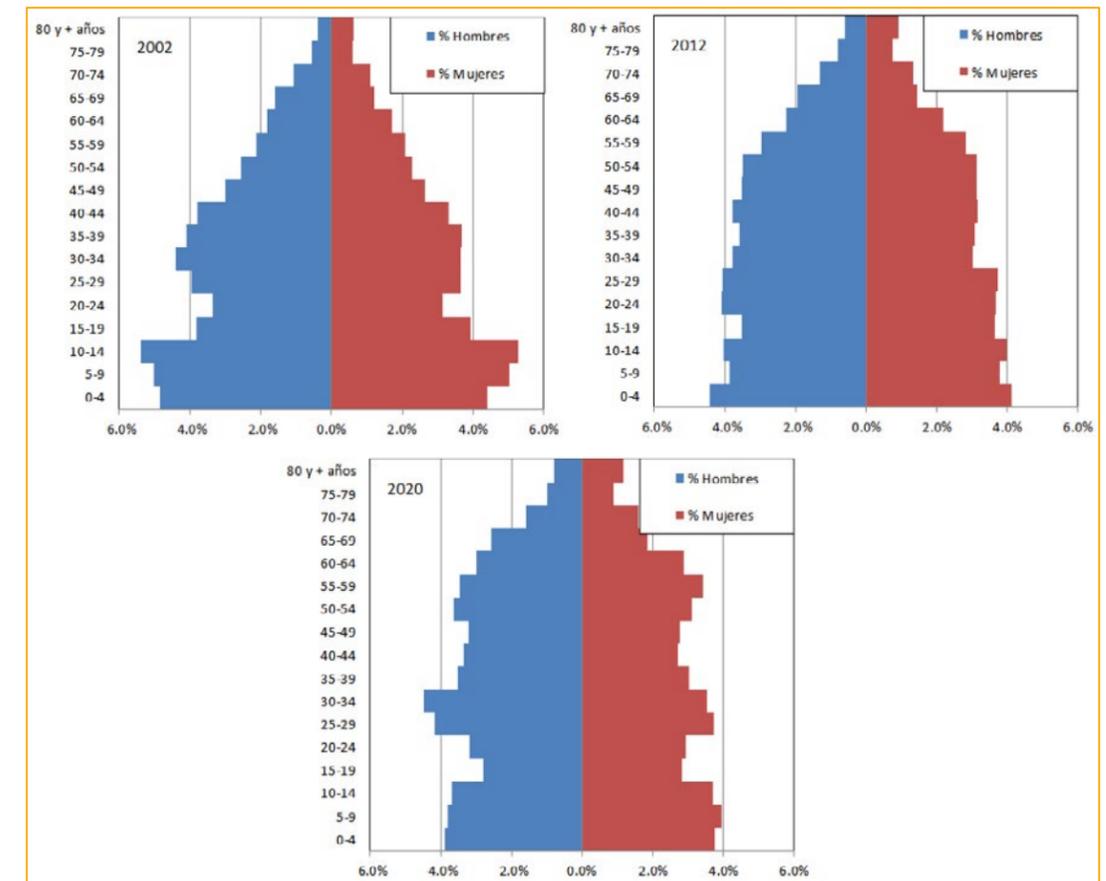


Figura 4: Pirámides poblacionales por sexo históricas y proyectadas. Fuente INE.

³ Proyección realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

4. METEOROLOGÍA

CLIMA

En la zona costera de la comuna de Chañaral, que incluye la ciudad de Chañaral y las localidades de Flamenco y Portofino, predomina el clima desértico litoral. Las principales características de este clima -que se presenta en toda la franja de la costa de la Región de Atacama- son la abundante nubosidad matinal, con un nivel muy bajo de precipitaciones (promedio anual de 15 mm), temperaturas anuales de 16,1°C y humedad relativa promedio de 74%. Hacia el interior, por la Cuenca del Río Salado, se presenta clima desértico transicional (El Salado), y compartiendo al este con la comuna de Diego de Almagro, un clima desértico frío de montaña (ver Figura 5)⁴⁻⁵.

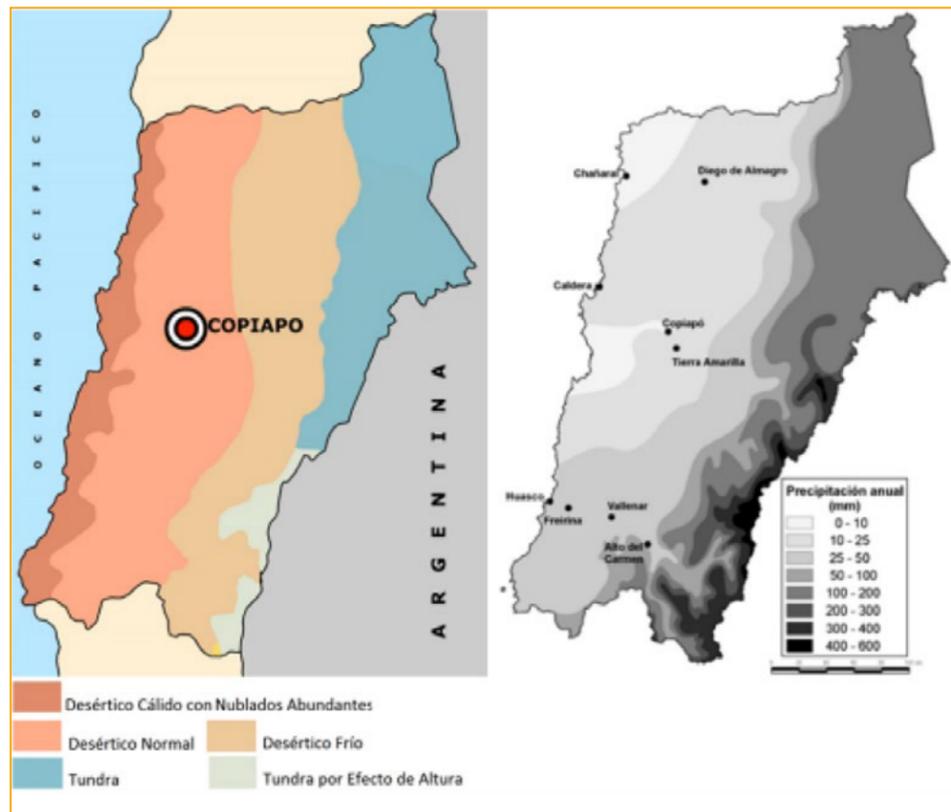


Figura 5: Climas de la Región de Atacama y niveles de precipitación promedio⁶⁻⁷

⁴ Atlas Faenas Mineras Antofagasta y Atacama, Sernageomin 2011.

⁵ http://mapasdechile.com/clima_region03/

⁶ Dirección Meteorológica de Chile

⁷ "Características Climáticas de la Región de Atacama", Juliá et. al. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile, 2008.

En cuanto a los niveles de precipitación acumulada anual (ver Figura 5) se identifica -a modo de ejemplo- la siguiente serie histórica⁸ desde el año 1850 hasta el 2000 (ver Figura 6), que detalla las precipitaciones acumuladas anuales, el período de acumulación de 200 mm y la caracterización de precipitaciones por año. En comparación, en Santiago (Quinta Normal) existe un nivel de precipitación acumulada anual promedio (1961-1990) de 261⁹ mm, mientras que Copiapó presenta un valor de 12 mm, en el mismo intervalo temporal. La Figura 5 detalla cómo en la comuna de Chañaral se pueden presentar niveles

de precipitaciones menores o similares a la zona de la ciudad de Copiapó. Como no existe información comparable para la comuna de Chañaral, se presenta información de la ciudad de Copiapó, pues es la referencia geográfica disponible más cercana.

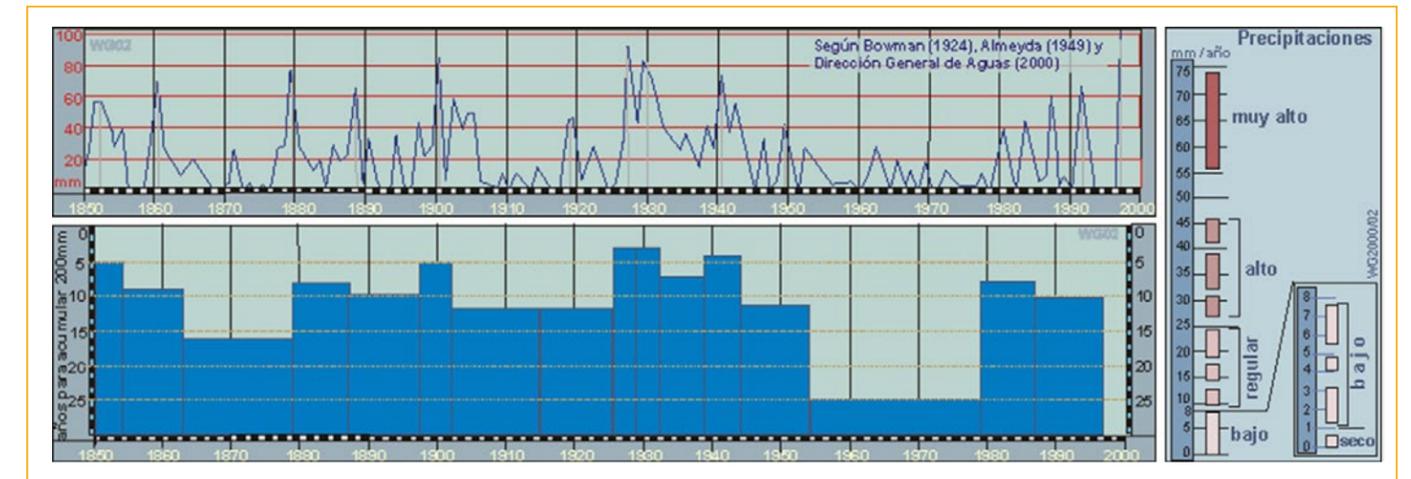


Figura 6: Precipitaciones acumuladas anuales (superior), período para acumular 200 mm (inferior) y distribución de niveles de lluvia anual (derecha) para la ciudad de Copiapó¹⁰

⁸ Dirección General de Aguas.

⁹ Medio Ambiente, Informe Anual, Instituto Nacional de Estadísticas, 2014.

¹⁰ Bowman, Almeida, Griem, Garrido y Dirección General de Aguas.

HIDROGRAFÍA

La provincia de Chañaral (comunas de Chañaral y Diego de Almagro) cuenta con tres sistemas hidrográficos principales. El primero es el sistema del río La Ola, de carácter endorreico pues sus corrientes de agua no presentan salida al mar. Este sistema se ubica en la zona este de la comuna de Diego de Almagro, cercano a grandes salares (por ejemplo, Pedernales) y comparte parte de su extensión con la zona norte de la comuna de Copiapó (ver Figura 7). El segundo sistema hídrico corresponde a la quebrada Doña Inés Chica, que presenta un régimen de escurrimiento esporádico. Este sistema se encuentra en la zona norte de la comuna de Diego de Almagro, cruzando en dirección oeste hacia la comuna de Chañaral y convergiendo en la zona de Pan de Azúcar (noroeste de Chañaral). El último sistema hídrico es el Río Salado, que domina la zona centro-oeste de la comuna de Diego de Almagro y cruza la comuna de Chañaral, específicamente por el pueblo de El Salado y la ciudad de Chañaral. Este es un sistema exorreico, que escurre hacia el Océano Pacífico.

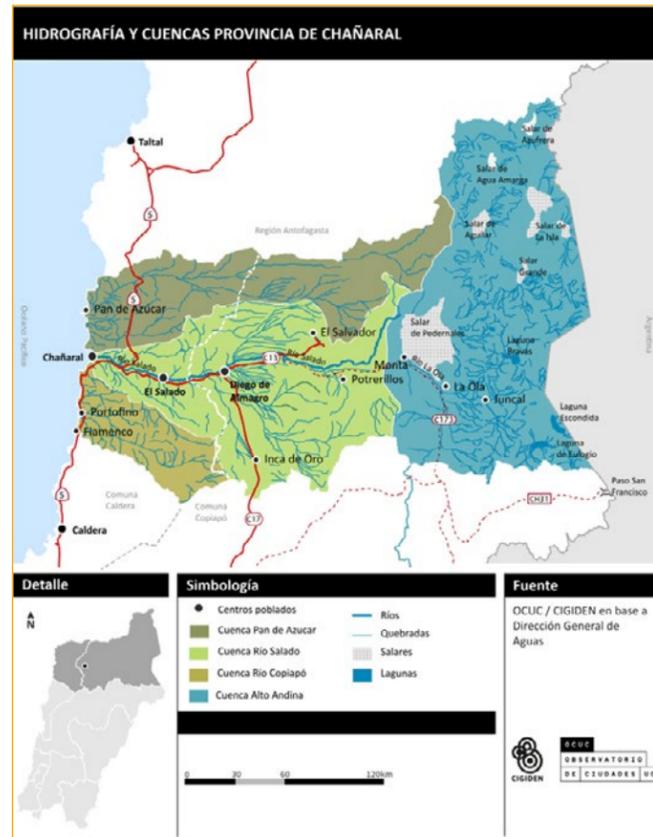


Figura 7: Sistema hidrográfico de la provincia de Chañaral, fuente Observatorio de Ciudades UC.

5. ECONOMÍA

El PIB de la Región de Atacama está determinado principalmente por la minería de cobre, hierro y oro, pasando de una participación del 60% (2008) aproximadamente a un valor de 40% en la actualidad (2014). El sector de minería presentó entre los años 2008 y 2014 un crecimiento promedio anual compuesto de 3,2%, mientras que en el período 2011-2014 presentó un crecimiento promedio anual compuesto de -9,4 %. Por otra parte, el sector de construcción ha crecido desde el año 2008 al año 2014, viendo modificada su participación en el PIB (ver Figura 8). Este sector vio un crecimiento promedio anual compuesto del 32,2% durante el período 2008-2014, mientras que durante el período 2011-2014 se identificó un valor de 6,1%.

En menor medida se identifica una participación del comercio, restaurantes y hoteles en conjunto con servicios personales, que han logrado en promedio en los 7 años catastrados una participación del 10,2%, presentando también un crecimiento conjunto anual promedio del 8,7 % para el período 2008-2014 y -5,0% para el período 2011-2014.

De forma general, se identifica una caída en las tasas de crecimiento de PIB regional de las componentes de mayor participación (minería, construcción, comercio, restaurantes y hoteles), alcanzando algunas tasas negativas de crecimiento en los últimos años (minería).

En la Tabla 2 se detalla la participación de los diferentes sectores productivos en el PIB regional, durante el período 2008-2014.

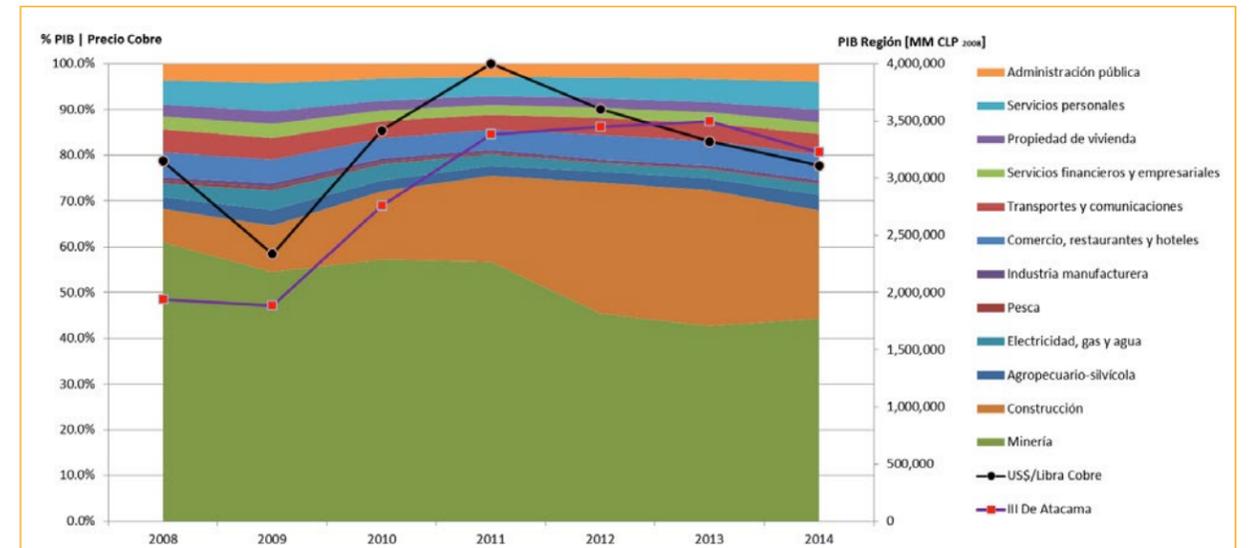


Figura 8: Evolución y composición del PIB de la Región de Atacama. Fuente Banco Central, 2016.



Sector Productivo PIB Regional [MMMCLP 2008] y Participación %	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Tasa Compuesta Anual de Crecimiento	
								2008-2014	2011-2014
Agropecuario-silvícola	2.5%	3.4%	2.4%	2.1%	2.4%	2.6%	3.4%	14.5%	15.4%
Pesca	0.6%	0.6%	0.4%	0.3%	0.2%	0.2%	0.2%	-6.5%	-13.6%
Minería	61.0%	54.5%	57.2%	56.7%	45.4%	42.7%	44.3%	3.2%	-9.4%
Industria manufacturera	0.7%	0.9%	0.8%	0.6%	0.6%	0.6%	0.7%	7.8%	2.1%
Electricidad, gas y agua	3.0%	4.3%	3.6%	2.6%	1.8%	2.0%	2.3%	3.8%	-5.6%
Construcción	7.4%	10.1%	14.9%	18.8%	28.6%	29.7%	23.6%	32.2%	6.1%
Comercio, restaurantes y hoteles	5.5%	5.1%	4.4%	4.4%	5.4%	5.4%	5.6%	9.2%	6.6%
Transportes y comunicaciones	5.0%	4.7%	3.8%	3.3%	3.7%	3.9%	4.5%	6.9%	9.7%
Servicios financieros y empresariales	2.8%	3.1%	2.3%	2.2%	2.2%	2.4%	2.6%	7.4%	4.3%
Propiedad de vivienda	2.6%	2.8%	2.2%	1.9%	2.1%	2.3%	2.8%	9.6%	10.5%
Servicios personales	5.3%	6.1%	4.8%	4.2%	4.5%	5.1%	6.1%	11.5%	11.8%
Administración pública	3.6%	4.2%	3.2%	2.8%	3.0%	3.3%	3.9%	10.4%	9.4%
Producto Interno Bruto	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Minería y Construcción [% PIB Regional]	68.3%	64.6%	72.2%	75.6%	74.1%	72.4%	68.0%	8.7%	-5.0%
Comercio y Servicios Personales [% PIB Regional]	10.7%	11.2%	9.3%	8.5%	9.9%	10.5%	11.7%	10.3%	4.5%
Producto Interno Bruto Atacama [MMM CLP]	1,942	1,887	2,759	3,385	3,451	3,500	3,227	8.8%	-1.6%
Producto Interno Bruto País [MMM CLP]	93,848	96,444	110,999	121,319	129,028	137,230	147,568	7.8%	6.7%

Tabla 2: Participación PIB regional por sector productivo y tasas de crecimiento históricas por sector. Fuente Banco Central, 2016.

La Tabla 3 detalla el desglose de faenas mineras existentes en la Región de Atacama, identificando 124 faenas regulares de minería en la comuna, de las cuales el 95 % se dedica a la extracción y venta de minerales de cobre (ver Tabla 4). Esto indica una fuerte relación entre el valor al que se transa el metal de cobre a nivel internacional y el porcentaje del PIB regional, más aún, PIB comunal del sector productivo de la minería del cobre.

Cabe mencionar el comportamiento del PIB minero regional relativo al precio del metal rojo (ver Figura 9), indicando una relación directa entre el precio de éste y el PIB regional sectorial. Esto indica que a nivel comunal, los escenarios futuros de PIB y posiblemente toda actividad relacionada con la extracción de este metal, será una función del precio de venta, lo que nos ayuda a generar posibles escenarios de desarrollo futuros.

Comuna	No FMI	FMI	Total	No FMI	FMI
Chañaral	124	76	200	5.2%	3.2%
Diego de Almagro	125	117	242	5.2%	4.9%
Caldera	24	47	71	1.0%	2.0%
Copiapó	202	455	657	8.5%	19.1%
Tierra Amarilla	92	175	267	3.9%	7.3%
Huasco	14	66	80	0.6%	2.8%
Copiapo	0	1	1	0.0%	0.0%
Freirina	62	237	299	2.6%	9.9%
Vallenar	91	375	466	3.8%	15.7%
Alto del Carmen	11	89	100	0.5%	3.7%
Total			2,383		
F.M.I. (Faena Minera Informal)					

Tabla 3: Desglose de faenas mineras en la Región de Atacama¹¹

Comuna	Caliza	Caolín	Carbonato De Calcio	Carbonato de Calcio Blanco	Cloruro De Litio	Cobre	Coquina	Cuarzo	Cuarzo Aurífero	Estéril	Fosforita	Hierro	Mármol	Oro	Óxido de Cobre	Sulfuro de Cobre	Cobre	Oro	Hierro
Chañaral	0%	0%	0%	0%	0%	62%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	31%	2%	95%	2%	0%
Diego de Almagro	0%	0%	0%	0%	0%	42%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	0%	8%	46%	1%	90%	8%	0%
Caldera	0%	0%	0%	0%	0%	67%	8%	0%	0%	0%	4%	4%	0%	13%	4%	0%	71%	13%	4%
Copiapó	0%	0%	0%	0%	0%	80%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	16%	1%	0%	81%	16%	2%
Tierra Amarilla	1%	0%	0%	0%	0%	83%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	15%	0%	0%	83%	15%	1%
Huasco	0%	0%	0%	0%	7%	71%	0%	0%	0%	0%	0%	21%	0%	0%	0%	0%	71%	0%	21%
Freirina	0%	0%	0%	0%	0%	98%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	98%	0%	2%
Vallenar	3%	1%	2%	0%	0%	79%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	10%	0%	0%	79%	10%	3%
Alto del Carmen	0%	0%	0%	0%	0%	27%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	27%	45%	0%	0%	27%	45%	0%

Tabla 4: Desglose de faenas mineras formales por material de producción. Fuente SERNAGEOMIN.

¹¹ Atlas de Faenas Mineras Regiones de Antofagasta y Atacama, Sernageomin, Ministerio de Minería, 2011.

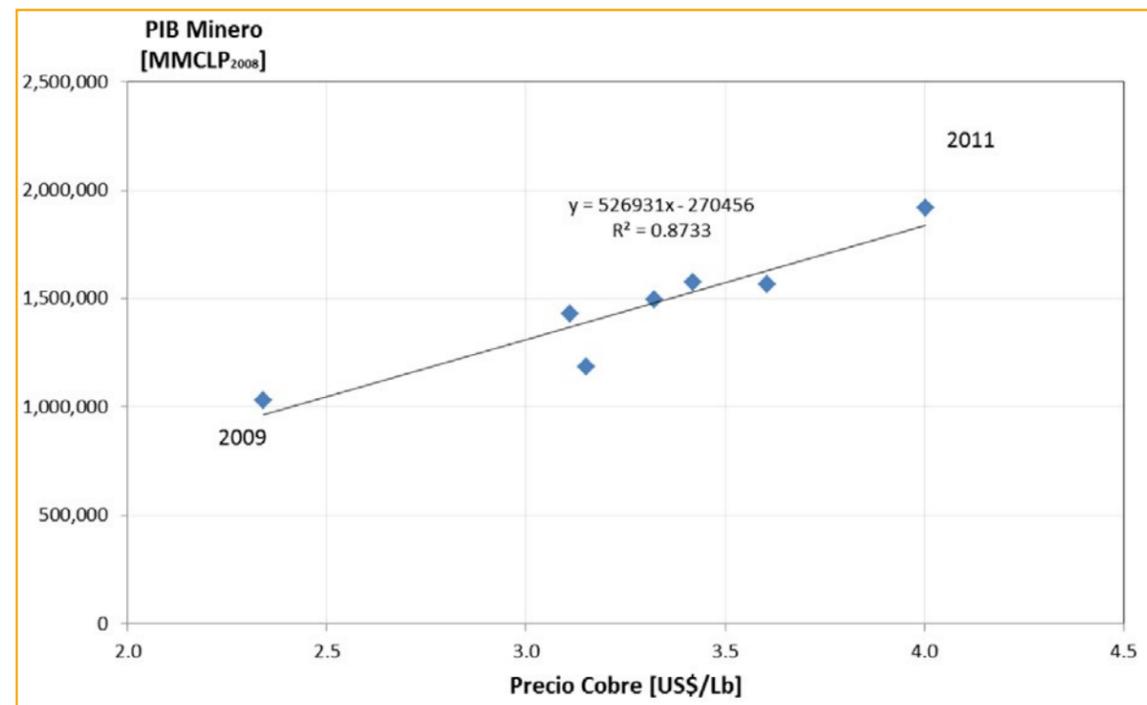


Figura 9: PIB minero como función del precio del cobre. Fuente elaboración propia.

Cabe destacar que en base a información del Servicio de Impuestos Internos, solo a modo descriptivo, haciendo seguimiento de 14 sectores económicos en la provincia de Chañaral, para el año 2015 se obtiene la siguiente tabla de

actividad económica, en términos de Ventas totales en Unidades de Fomento y cantidad de trabajadores¹²:

Sector	Territorio	Ventas (UF)	N° Trabajadores
Actividades Agropecuarias y Silvicultura	Provincia de Chañaral	39,215.00	74.00
Actividades Inmobiliarias y de Alquiler	Provincia de Chañaral	166,561.00	200.00
Comercio al por Mayor y Menor	Provincia de Chañaral	1,693,520.00	1,020.00
Construcción	Provincia de Chañaral	3,064,105.00	1,785.00
Electricidad, Gas y Agua	Provincia de Chañaral	11,510.00	2.00
Enseñanza	Provincia de Chañaral	147,365.00	271.00
Hoteles y Restaurantes	Provincia de Chañaral	284,682.00	306.00
Industrias Manufactureras	Provincia de Chañaral	397,328.00	394.00
Minería	Provincia de Chañaral	2,397,885.00	1,797.00
Otros Servicios Comunitarios, Sociales y Personales	Provincia de Chañaral	40,106.00	555.00
Pesca	Provincia de Chañaral	175,421.00	35.00
Servicios Financieros	Provincia de Chañaral	46,863.00	14.00
Servicios Sociales y de Salud	Provincia de Chañaral	7,102.00	6.00
Transporte y Comunicaciones	Provincia de Chañaral	593,509.00	319.00

Figura 10: Sectores económicos de la provincia de Chañaral. Ref. OCUC 2016 – en base a información SII

Se aprecia que el sector de mayor relevancia es construcción, con más de 3 millones de UF en ventas anuales y 1.785 trabajadores; seguido por Minería, con 2,4 millones de UF en ventas y 1.797 trabajadores.

¹² Informe "Programa de Reactivación Urbana y Productiva Sustentable de Atacama, Corredor Solar", elaborado por el Observatorio de Ciudades UC – OCUC, 2016.



6. DEFINICIÓN DE LÍMITES DE INFLUENCIA

Este capítulo busca definir el área sobre la cual será válido el ejercicio presentado en este documento, así como también el área sobre la que se centrarán los esfuerzos de catastro de potencial de eficiencia energética y de recursos renovables.

En la comuna de Chañaral se identifican cuatro zonas en las cuales existe un plan regulador comunal que hace uso de instrumentos de planificación urbana¹³. Estos instrumentos identifican los puntos espaciales que definen las zonas en donde se realiza planificación urbana (ver Tabla 5). Estas zonas son:

- Chañaral
- Flamenco
- Porto Fino
- El Salado

Chañaral			El Salado		
Punto	N	E	Punto	N	E
1	7087130	337250	1	7077585	367639
2	7087130	338623	2	7077429	368310
3	7086969	340760	3	7078034	368520
4	7085830	340940	4	7077996	368734
5	7083720	335760	5	7077542	369002
6	7083660	335400	6	7077285	369002
7	7084120	335400	7	7077180	369805
			8	7076962	369773
			9	7076999	369506
			10	7077302	367570
Flamenco			Porto Fino		
Punto	N	E	Punto	N	E
1	7061899	332222	1	7066993	330085
2	7062113	332687	2	7066993	330799
3	7057964	331896	3	7066022	331204
4	7058098	331683	4	7065953	330399
5	7059623	331242			

Tabla 5: Puntos geográficos que determinan los polígonos de planificación urbana (UTM). Fuente Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

¹³ Diario Oficial de la República de Chile, miércoles 13 de abril 2005.

Las Figuras 11, 12, 13 y 14 ilustran los polígonos detallados en la Tabla 5, que para efectos de este trabajo y según lo definido en conjunto con la Municipalidad, en reuniones realizadas los días 22 de junio y 26 de julio de 2016, serán las áreas de influencia de la EEL. Es necesario mencionar que

el Plan Regulador de El Salado está actualmente bajo revisión, por lo que el área de influencia quedará definida por el documento legal vigente más las expansiones naturales (crecimiento urbano hacia el sur ya ha ocurrido).

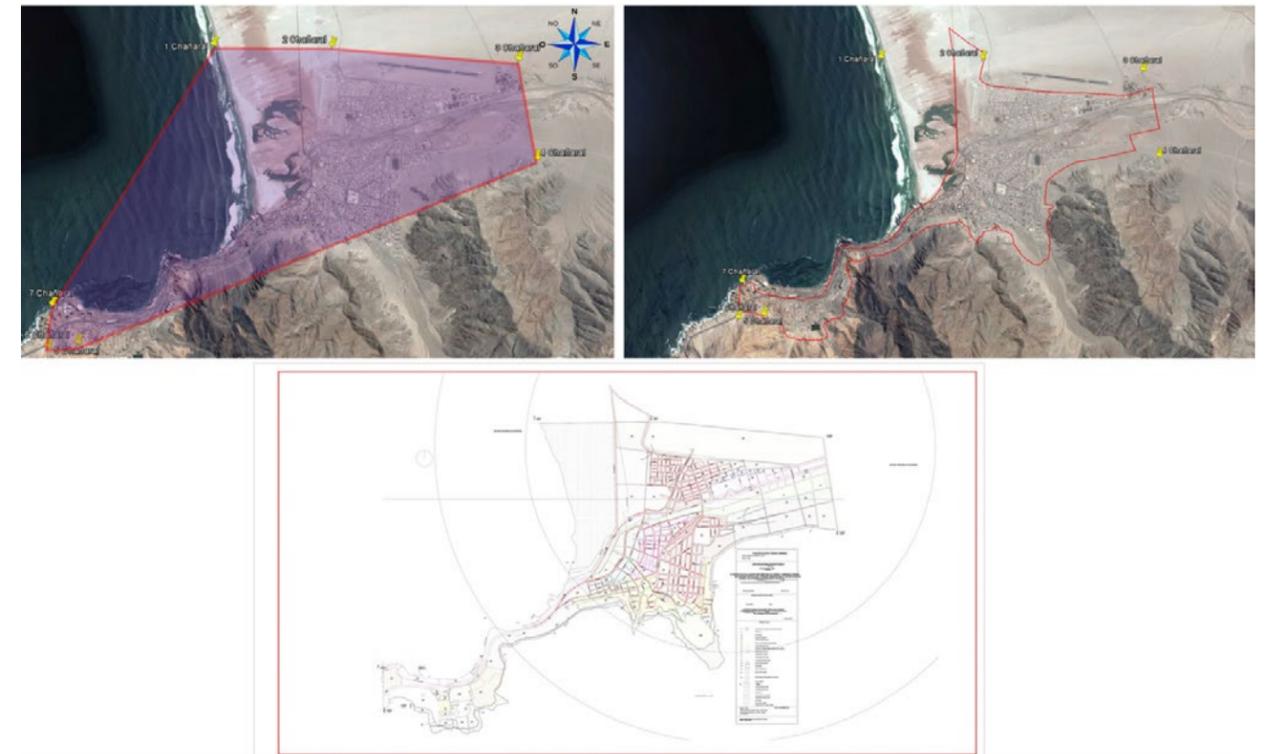


Figura 11: Polígono oficial de planificación urbana (sup. izq.), polígono oficial y zona urbana (sup. der.) y división de territorial de la ciudad de Chañaral (inf.)



Figura 12: Polígono oficial de planificación urbana del pueblo de Flamenco

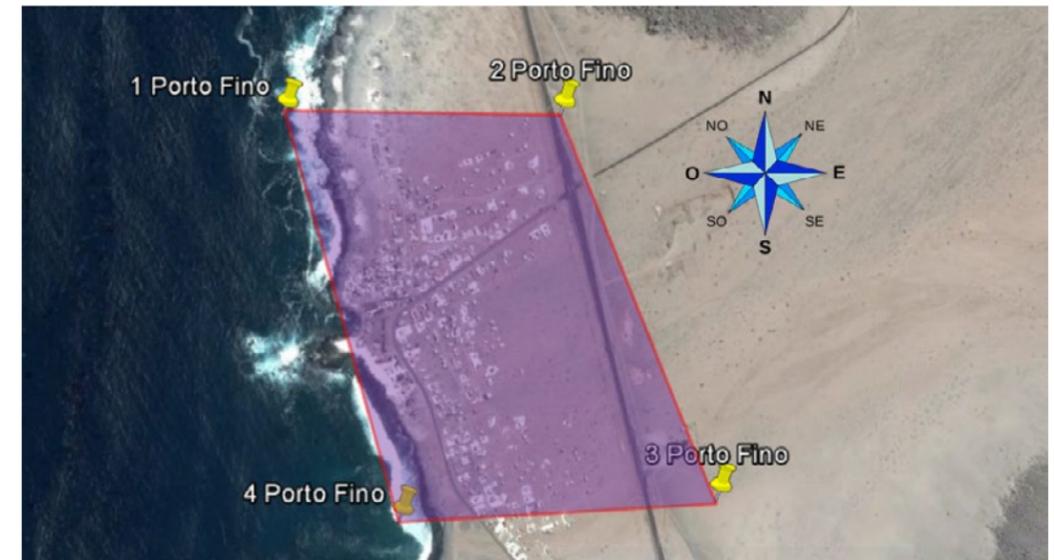


Figura 13: Polígono oficial de planificación urbana del pueblo de Porto Fino



Figura 14: Polígono oficial (línea sólida) de planificación urbana del pueblo de El Salado y expansión revisada a la fecha (línea punteada)



7. DEMANDA ENERGÉTICA

Chañaral es una comuna que consume energía eléctrica y térmica. La primera es obtenida en su totalidad a través de sistemas de transmisión eléctrica que conforman parte del Sistema Interconectado Central (SIC) y que a futuro serán parte del Sistema Eléctrico Nacional. La ciudad de Chañaral se encuentra alimentada por una red de distribución en 13,2 kV de propiedad de CGE (EMELAT). Esta subestación se encuentra a su vez alimentada por una red

en 23 kV proveniente desde la ciudad de El Salado. Esta última se encuentra alimentada por una línea en 110 kV que se conecta a la subestación Diego de Almagro (ver Figura 15), subestación de propiedad de Transelec que se conecta con el resto del país mediante la línea Diego de Almagro – Carrera Pinto 220 kV hacia el sur y la línea Paposo – Diego de Almagro 220 kV hacia el norte.

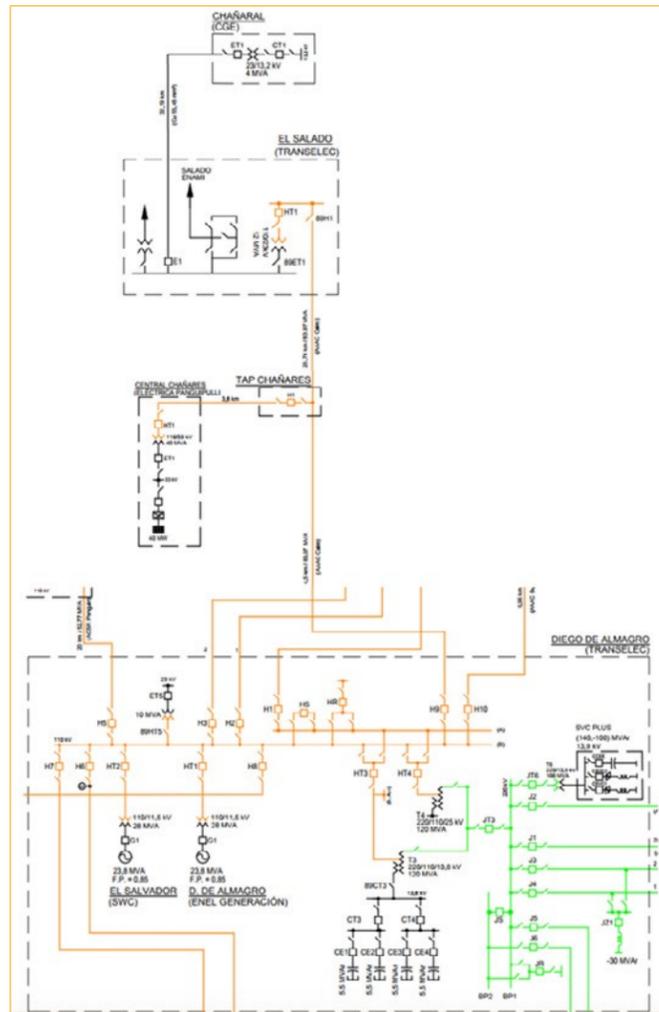


Figura 15: Diagrama unifilar de la subestación Diego de Almagro 220 kV, fuente CDEC-SIC.

El abastecimiento eléctrico residencial comercial de la comuna de Chañaral proviene principalmente de contratos de suministro de largo plazo cerrados entre generadoras eléctricas y empresas de distribución eléctrica (comercializadoras). Estos contratos de suministro, al ser de tipo forward, o instrumentos financieros no asociados a proyectos específicos ni relacionados con la operación real física del sistema, imposibilitan el cálculo del “abastecimiento” de la comuna. En términos físicos, la única planta de generación eléctrica conectada al sistema eléctrico nacional, existente en la comuna de Chañaral (Solar PV Javiera) generó 145,5 GWhe en el año 2016¹⁴. Adicionalmente, existe una planta fotovoltaica de 38 kWp de potencia emplazada en el Parque Nacional Pan de Azúcar, que entregará energía a cerca de 22 familias que residen en la Caleta Pan de Azúcar¹⁵.

Considerando que la demanda eléctrica informada por EMELAT (período 2011-2015 y proyectada al 2016) para la comuna de Chañaral alcanzó un valor 45,4 GWhe/Año en su peak del 2013, la planta produjo cerca de tres veces la energía consumida por la comuna. Se deduce entonces que la comuna es excedentaria en términos eléctricos netos anuales. Cabe mencionar que esto solo es válido durante las horas solares, dado que durante las horas de noche

es esperable que la generación eléctrica provenga de fuentes térmicas, eólicas o hídricas de otras partes del país.

El diagrama unifilar obtenido del CDEC-SIC al 03 de octubre del 2017, no identifica unidades de generación en faenas mineras de gran envergadura (detalladas en el diagrama), por lo que el consumo eléctrico en su totalidad puede ser considerado como proveniente del SIC.

En relación al consumo térmico, se identificó que su totalidad a nivel residencial se ve explicada por la venta de gas licuado de petróleo, vendido por tres distribuidoras nacionales. No existen redes de distribución de gas natural en la comuna de Chañaral, ni tampoco se identifica el uso de otro tipo de combustible a nivel comunal.

De forma general, se identifican consumos eléctricos promedio por vivienda¹⁶ de 1,28 MWh/vivienda/año, situándose en los dos tercios del consumo promedio nacional de 1,8 MWh/vivienda/año, y aproximadamente 513,6 kWh/Año como consumo per cápita anual residencial¹⁷.

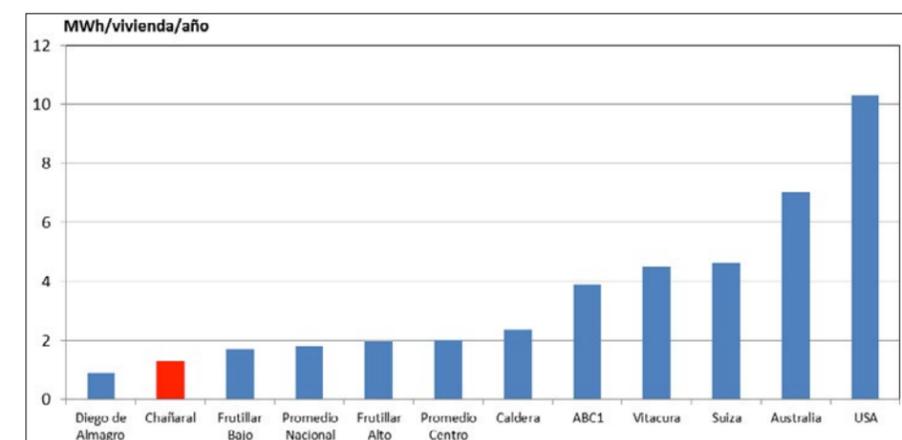


Figura 16: Consumo promedio por vivienda anual en Chañaral. Fuente elaboración propia.

A continuación, se detallan las demandas energéticas históricas y la proyección de las mismas en el tiempo.

¹⁴ Fuente CNE, estadísticas de producción bruta.

¹⁵ <http://www.semanario7dias.cl/index.php/2017/01/09/ministro-energia-inaugura-planta-solar-fotovoltaica-parque-nacional-pan-de-azucar/>

¹⁶ Considera 5.370 viviendas y un consumo residencial de 6,9 GWh/Año para el año 2016.

¹⁷ Considera 13.416 habitantes y un consumo residencial de 6,9 GWh/Año para el año 2016.

TÉRMICA HISTÓRICA

En base a entrevistas con distribuidores y comercializadores de combustibles actualmente en operación en la zona, se identificó la demanda estimada de combustibles residenciales para la comuna de Chañaral. En este sentido, el principal combustible comercializado en la zona es el gas licuado de petróleo (GLP), cuya demanda (ver Figura 17) se ha visto incrementada en los últimos años, pasando de un nivel de consumo estimado de 0,1 GWht anual en el año 2012 a 0,38 GWht anual para el año 2014. Esta tendencia no fue cumplida en el año 2015, ya que si bien el consumo de GLP aumentó entre 2014 y 2015, no lo hizo a la misma tasa de crecimiento observada previamente, posiblemente como consecuencia del aluvión que impactó la cuenca del río Salado el 25 de marzo de 2015.

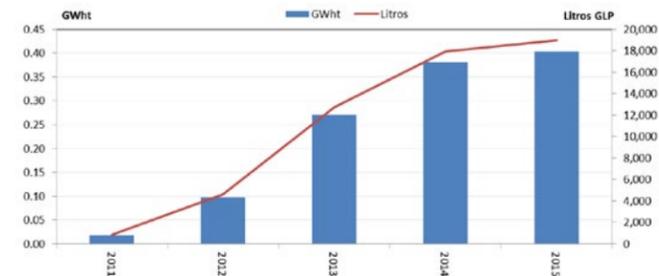


Figura 17: Demanda de GLP en Chañaral. Fuente elaboración propia.

¹⁸ http://chanarcillo.cl/articulos_ver.php?id=62386
<http://sinec.cl/noticias/news.php?xnewsaction=fullnews&newsarch=072013&newsid=3>
<https://top-ten.cl/article/cuatro-comunas-de-la-araucania-se-beneficiaran-con-5-mil-nuevas-luminarias-le>

ELÉCTRICA HISTÓRICA

La demanda eléctrica histórica informada por la concesionaria de distribución local para la comuna de Chañaral se detalla en las Tabla 6 y Figura 18. Se identifica un consumo eléctrico que venía a la baja y que además fue impactado por el aluvión de marzo del 2015. Para el 2016 no se espera la recuperación del consumo eléctrico a niveles pre aluvión.

El análisis identifica que a 2014 casi la mitad del consumo eléctrico de la comuna es explicado por el segmento de la minería (46%), seguido el industrial (23,5%), residencial (19,6%), comercial (6,9%), fiscal y municipal (2,4%) y el alumbrado público (1,4%).

Cabe mencionar la baja participación del consumo eléctrico del alumbrado público en Chañaral, en relación al consumo total de la comuna. El peso relativo alcanzó valores de 0,9 y 2,6% en los años 2011 y 2013, respectivamente. Estos valores son considerados bajos al ser comparados con comunas cercanas como Caldera y Diego de Almagro, que alcanzaron para el año 2014 valores de 7% y 11,9% respectivamente. Chañaral, en conjunto con las comunas de Alto Hospicio, Quilaco y Quilpué, fue una comuna pionera en materia de iluminación eficiente, al realizar un recambio de las luminarias durante el período 2012-2013¹⁸.

GWhe	2011	2012	2013	2014	2015	2016*
RESIDENCIAL	6.2	6.5	6.9	7.1	6.5	6.9
COMERCIAL	2.5	2.6	2.5	2.5	1.9	2.0
MINERIA	15.2	13.4	21.8	16.6	12.0	9.8
FISCAL Y MUNICIPAL	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9
INDUSTRIAL	13.8	13.4	13.0	8.5	7.8	8.7
ALUMBRADO PUBLICO	1.0	1.0	0.4	0.5	0.3	0.3
Total	39.5	37.7	45.4	36.1	29.3	28.7

*Considera demanda real hasta Junio, proyectada a Diciembre

Tabla 6: Consumo eléctrico histórico en comuna de Chañaral (Cifras en GWh eléctricos anuales). Fuente EMELAT.

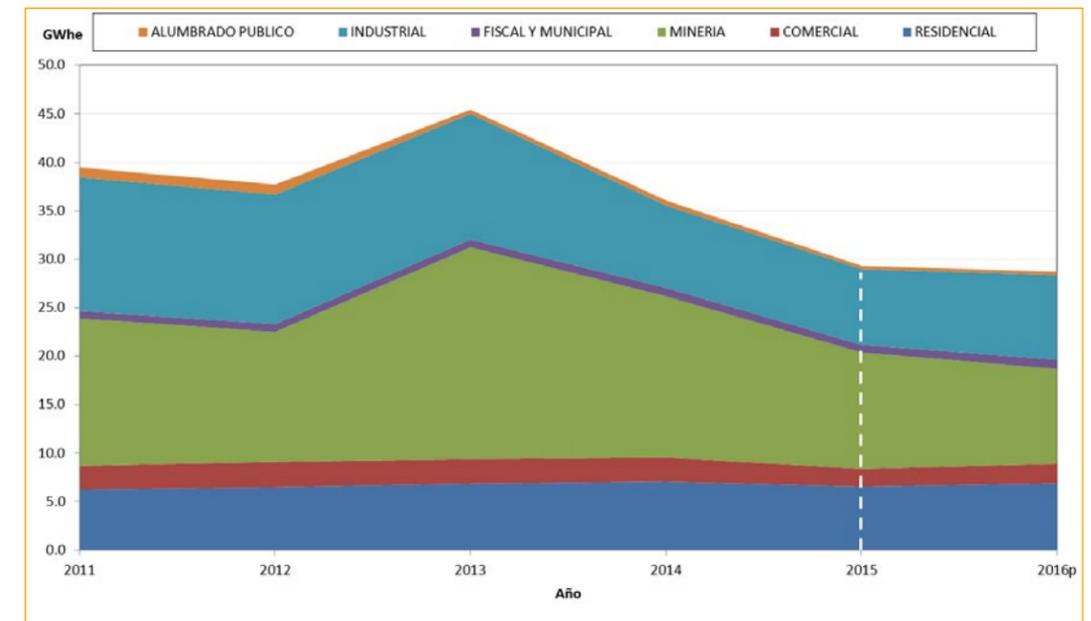


Figura 18: Evolución histórica de consumos eléctricos en comuna de Chañaral (GWe). Fuente EMELAT.

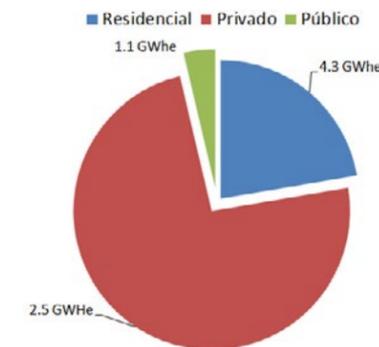


Figura 19: Composición de demanda eléctrica en GWh para el año 2015, fuente EMELAT.



PROYECCIÓN DEMANDA TÉRMICA 2030

La comuna de Chañaral presenta un decrecimiento poblacional, principalmente. Considerando este hecho, se presentan dos escenarios de crecimiento de demanda: uno que considera tasas de crecimiento históricas y otro que considera un menor crecimiento, capturando el decrecimiento de la población en el corto plazo.

Las proyecciones de demanda térmica consideran los siguientes supuestos:

- Demanda térmica 2016 en niveles pre-aluvión (2014).
- Escenario 1: Crecimiento hasta el 2020 con tasa histórica zonal anual (5,8%), seguido de un crecimiento de 2% anual hasta el 2030.
- Escenario 2: Crecimiento hasta el 2020 con tasa histórica zonal anual (3%), seguido de un crecimiento de 2% anual hasta el 2030.

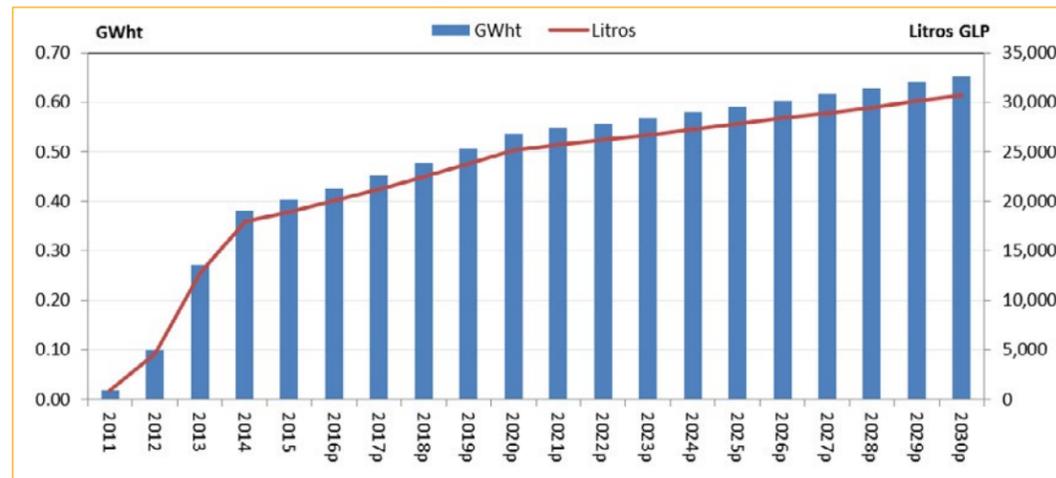


Figura 20: Proyección de demanda por gas licuado de petróleo en Chañaral para escenario 1 (p: Cifras Proyectadas). Fuente elaboración propia.

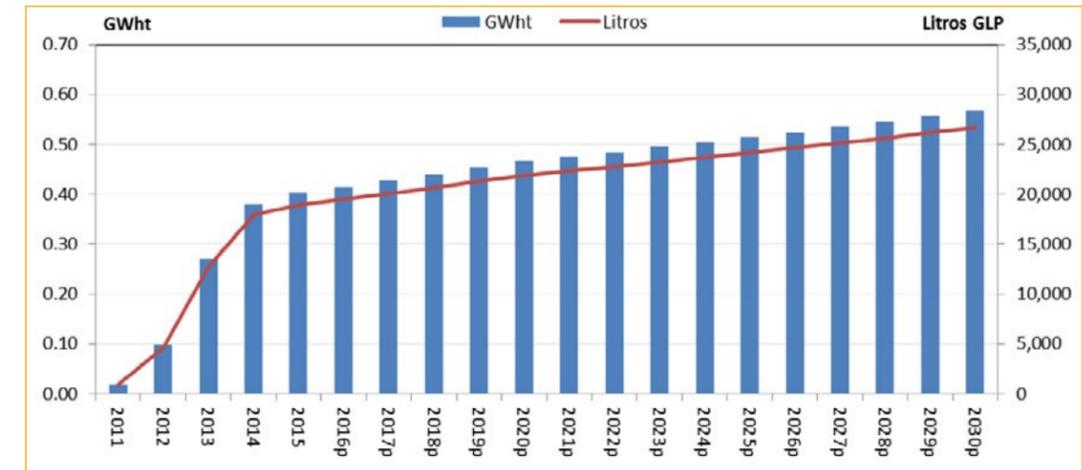


Figura 21: Proyección de demanda por gas licuado de petróleo en Chañaral para escenario 2 (p: Cifras Proyectadas). Fuente elaboración propia.

PROYECCIÓN DEMANDA ELÉCTRICA 2030

La demanda eléctrica de Chañaral ha mostrado un crecimiento promedio compuesto negativo de 7,2 % anual, en el periodo 2011 - 2015. Este crecimiento negativo fue principalmente provocado por la caída observada en la actividad minera, que es el sector de mayor peso en la demanda energética comunal, (llegó a ser el 48% de la demanda total comunal en 2013, 21,8 GWh sobre un total de 45,4 GWh anuales). El segmento residencial durante este mismo período se mantuvo estable en cuanto a su valor anual. También se observan caídas en los consumos comerciales e industriales. El consumo municipal y fiscal se mantiene estable, salvo lo referente al consumo de

alumbrado público, que disminuye fuertemente gracias a la implementación de sistemas de iluminación LED en la comuna, a partir de 2013-2014 (ver Tabla 7).

Se aprecia un impacto del aluvión del 25 de marzo del 2015, dado que todos los sectores decrecen su consumo, independiente de la tendencia que venían siguiendo previamente a este evento. El decrecimiento a nivel agregado, llevó el consumo anual de 36,1 GWh eléctricos en 2014 a 29,3 GWh eléctricos en 2015.

GWhe	2011	2012	2013	2014	2015	2016p	CAGR 2011-2015
RESIDENCIAL	6.2	6.5	6.9	7.1	6.5	6.9	1.2%
COMERCIAL	2.5	2.6	2.5	2.5	1.9	2.0	-6.8%
MINERIA	15.2	13.4	21.8	16.6	12.0	9.8	-5.7%
FISCAL Y MUNICIPAL	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	1.1%
INDUSTRIAL	13.8	13.4	13.0	8.5	7.8	8.7	-13.2%
ALUMBRADO PUBLICO	1.0	1.0	0.4	0.5	0.3	0.3	-25.2%
Total	39.5	37.7	45.4	36.1	29.3	28.7	-7.2%
RESIDENCIAL		4%	6%	3%	-8%		
COMERCIAL		7%	-3%	-2%	-25%		
MINERIA		-12%	63%	-24%	-28%		
FISCAL Y MUNICIPAL		9%	-1%	9%	-11%		
INDUSTRIAL		-3%	-3%	-35%	-8%		
ALUMBRADO PUBLICO		0%	-59%	24%	-39%		

Tabla 7: Demanda eléctrica histórica y tasas de crecimiento¹⁹. Fuente elaboración propia.

¹⁹ 2016 considera demanda real hasta junio, la mitad restante del año es proyectada.

Al igual que para la demanda térmica, se detallan dos escenarios de proyección de demanda eléctrica a nivel de la comuna de Chañaral. El primero es un escenario optimista, que considera tasas de crecimiento informadas por la CNE en su Informe Técnico Definitivo (ITD) de precios de nudos de corto plazo,

primer semestre 2017 (ver Tabla 8), para clientes regulados y libres en la zona SIC norte. El segundo escenario considera tasas de crecimiento reguladas en la ventana 2016-2020, de la mitad de los valores reportados por la CNE.

Escenario	Demanda	Año												
		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
1	Regulado	3.7%	2.8%	7.1%	3.6%	2.9%	3.0%	2.8%	2.6%	2.6%	2.7%	2.6%	2.6%	2.6%
	Libre	4.6%	2.8%	1.5%	2.7%	1.7%	2.6%	2.9%	4.2%	4.1%	4.0%	3.6%	3.7%	3.6%
2	Regulado	1.9%	1.4%	3.6%	1.8%	2.9%	3.0%	2.8%	2.6%	2.6%	2.7%	2.6%	2.6%	2.6%
	Libre	2.3%	1.4%	0.8%	1.4%	1.7%	2.6%	2.9%	4.2%	4.1%	4.0%	3.6%	3.7%	3.6%

Tabla 8: Tasas de crecimiento interanual para escenarios 1 y 2, fuente CNE, ITD 2017-1

- Escenario 1:
 - Residencial: Considera tasa regulada.
 - Comercial: Considera tasa regulada.
 - Minería: Considera tasa libre.
 - Fiscal y Municipal: Considera tasa regulada.
 - Industrial: Considera tasa libre.
 - Alumbrado Público: Considera tasa regulada.

- Escenario 2:
 - Residencial: Considera tasa regulada modificada (2016-2020).
 - Comercial: Considera tasa regulada modificada (2016-2020).
 - Minería: Considera tasa libre.
 - Fiscal y Municipal: Considera tasa regulada modificada (2016-2020).
 - Industrial: Considera tasa libre.
 - Alumbrado Público: Considera tasa regulada modificada (2016-2020).

En el escenario 1, se identificó un crecimiento desde los 40 GWhe/año al 2011, hasta 45 GWhe/año al 2030, mientras que en el escenario 2, crecería de 40 a 43,5GWhe/Año. Bajo ambos escenarios, se existe una participación importante de los consumos minero (34%), industrial (31%) y residencial (24%, en orden decreciente), alcanzando con ellos prácticamente el 90 % de la demanda comunal para todo el horizonte de análisis.

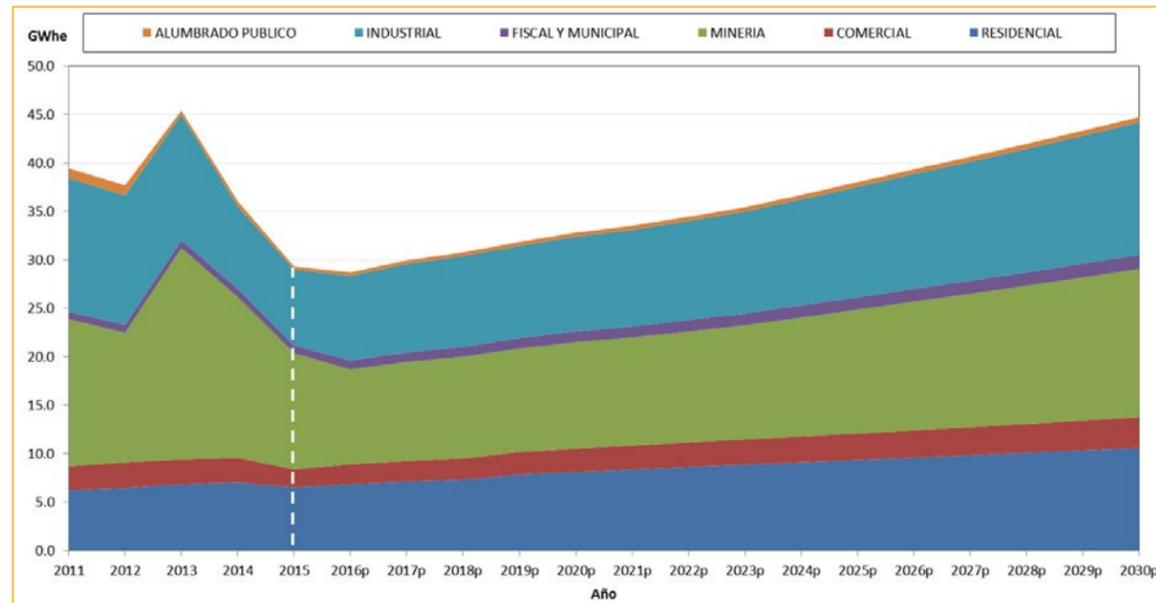


Figura 22: Proyección demanda eléctrica de Chañaral Escenario 1. Fuente elaboración propia.

GWhe	2011	2012	2013	2014	2015	2016p	2017p	2018p	2019p	2020p	2021p	2022p	2023p	2024p	2025p	2026p	2027p	2028p	2029p	2030p
RESIDENCIAL	6.2	6.5	6.9	7.1	6.5	6.9	7.1	7.3	7.9	8.2	8.4	8.6	8.9	9.1	9.3	9.6	9.9	10.1	10.4	10.6
COMERCIAL	2.5	2.6	2.5	2.5	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	3.1	3.1
MINERÍA	15.2	13.4	21.8	16.6	12.0	9.8	10.2	10.5	10.7	11.0	11.2	11.4	11.8	12.3	12.8	13.3	13.8	14.3	14.8	15.3
FISCAL Y MUNICIPAL	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5
INDUSTRIAL	13.8	13.4	13.0	8.5	7.8	8.7	9.1	9.4	9.5	9.8	10.0	10.2	10.5	11.0	11.4	11.9	12.3	12.7	13.2	13.7
ALUMBRADO PÚBLICO	1.0	1.0	0.4	0.5	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Total	39.5	37.7	45.4	36.1	29.3	28.7	30.0	30.8	31.9	32.8	33.5	34.5	35.5	36.7	38.0	39.4	40.7	42.0	43.4	44.8
RESIDENCIAL	6.2	6.5	6.9	7.1	6.5	6.9	7.1	7.3	7.9	8.2	8.4	8.6	8.9	9.1	9.3	9.6	9.9	10.1	10.4	10.6
PRIVADO	16.3	16.0	15.5	11.0	9.7	10.8	11.2	11.6	11.9	12.2	12.4	12.8	13.1	13.6	14.2	14.7	15.2	15.7	16.3	16.8
PÚBLICO	1.8	1.8	1.2	1.4	1.1	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0
MINERÍA	15.2	13.4	21.8	16.6	12.0	9.8	10.2	10.5	10.7	11.0	11.2	11.4	11.8	12.3	12.8	13.3	13.8	14.3	14.8	15.3

Tabla 9: Proyección demanda eléctrica Chañaral Escenario 1. Fuente elaboración propia.

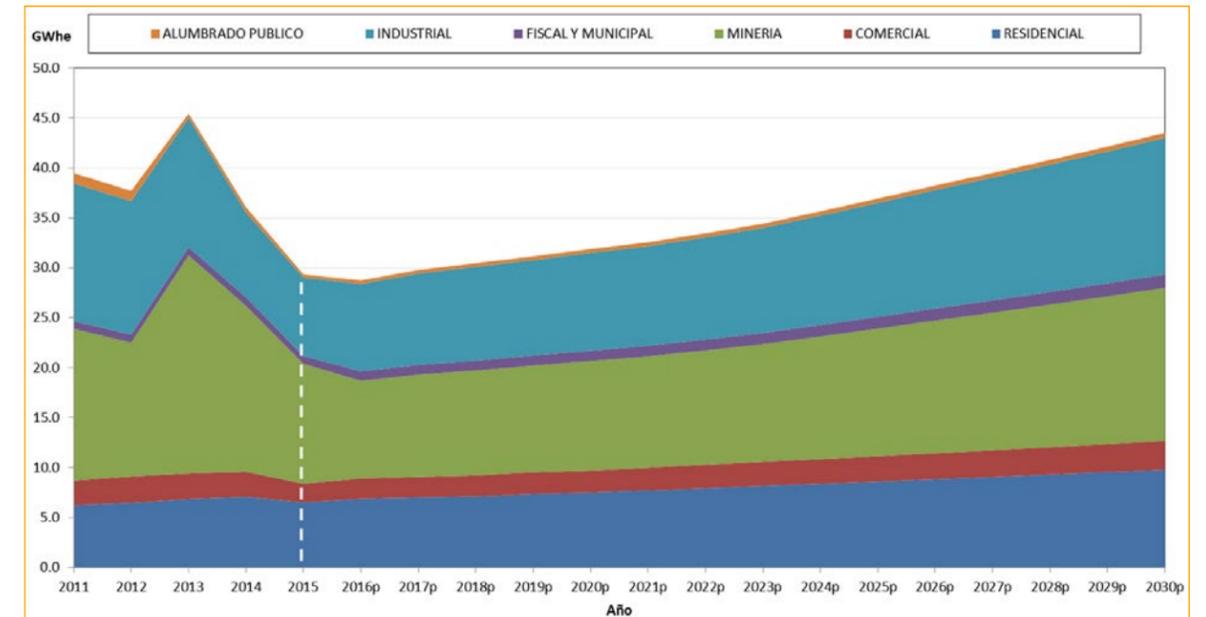


Figura 23: Proyección demanda eléctrica Chañaral Escenario 2. Fuente elaboración propia.

GWhe	2011	2012	2013	2014	2015	2016p	2017p	2018p	2019p	2020p	2021p	2022p	2023p	2024p	2025p	2026p	2027p	2028p	2029p	2030p
RESIDENCIAL	6.2	6.5	6.9	7.1	6.5	6.9	7.0	7.1	7.4	7.5	7.7	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8	9.1	9.3	9.5	9.8
COMERCIAL	2.5	2.6	2.5	2.5	1.9	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9
MINERÍA	15.2	13.4	21.8	16.6	12.0	9.8	10.2	10.5	10.7	11.0	11.2	11.4	11.8	12.3	12.8	13.3	13.8	14.3	14.8	15.3
FISCAL Y MUNICIPAL	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3
INDUSTRIAL	13.8	13.4	13.0	8.5	7.8	8.7	9.1	9.4	9.5	9.8	10.0	10.2	10.5	11.0	11.4	11.9	12.3	12.7	13.2	13.7
ALUMBRADO PÚBLICO	1.0	1.0	0.4	0.5	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
Total	39.5	37.7	45.4	36.1	29.3	28.7	29.8	30.5	31.1	31.9	32.6	33.4	34.4	35.7	36.9	38.2	39.5	40.8	42.1	43.5
RESIDENCIAL	6.2	6.5	6.9	7.1	6.5	6.9	7.0	7.1	7.4	7.5	7.7	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8	9.1	9.3	9.5	9.8
PRIVADO	16.3	16.0	15.5	11.0	9.7	10.8	11.2	11.5	11.7	12.0	12.2	12.6	12.9	13.4	13.9	14.5	15.0	15.5	16.0	16.6
PÚBLICO	1.8	1.8	1.2	1.4	1.1	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8
MINERÍA	15.2	13.4	21.8	16.6	12.0	9.8	10.2	10.5	10.7	11.0	11.2	11.4	11.8	12.3	12.8	13.3	13.8	14.3	14.8	15.3

Tabla 10: Proyección demanda eléctrica Chañaral Escenario 2. Fuente elaboración propia.

Bajo ambos escenarios, se identificó un crecimiento de la demanda total en más de un 40 % para el año 2030, respecto el año 2016. Este crecimiento de

la demanda genera una oportunidad para la elección de nuevas fuentes de energía, que ofrezcan beneficios a la ciudad de Chañaral.

POTENCIAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA POR SECTORES

La comuna de Chañaral cuenta con dos fuentes energéticas primarias, la red eléctrica (electricidad) y el gas licuado de petróleo. La intensidad de consumo de ésta alcanzó los 36,1 GWh e 0,38 GWht respectivamente para el año 2014²⁰. La Agenda de Energía del Ministerio de Energía considera “conseguir un 20 por ciento de reducción en el uso de energía, proyectado para 2025”²¹. Esta política habla de la matriz energética completa (considerando consumos no eléctricos, que son la mayor parte del consumo energético en la matriz nacional, dado que solo representan el 21,8% del total²²), luego no es directamente aplicable a la proyección de crecimiento de demanda energética de Chañaral. A modo de ejemplo, se detalla el nivel de potencial de eficiencia de aplicar la política del 20% en las proyecciones anteriormente identificadas y de forma transversal por segmento de consumo. Al año 2025, se obtendría un potencial de eficiencia energética de aproximadamente 2,8 GWh/Año solo para el sector privado, seguido por el sector minería con 2,6 GWh/Año, el residencial con 1,9 GWh/Año y finalizando con el sector público, con un valor de 0,4 GWh/Año.

Entrando en más detalle, el primer energético (electricidad) presenta oportunidades de eficiencia a nivel privado, minería, residencial y público, debido a su peso relativo en la matriz de consumo eléctrico comunal. En primer lugar, se encuentran los consumos privados de tipo comercial e industrial, alcanzando un peso relativo del 37%. Aquí se identificaron oportunidades similares a las del nivel residencial, pero extrapolando el concepto de selección de equipos eficientes a procesos comerciales e industriales. Es decir, habría que seleccionar motores de alta eficiencia, priorizar sistemas de cadena de frío de alimentos que tengan una buena aislación

para disminuir el consumo de energía eléctrica de los compresores, así como también invertir en aislación de cámaras de guardado de alimentos para mantener la cadena de frío. A nivel residencial se identificó una oportunidad de corto y mediano plazo, dada la gran participación de este sector al emplear electrodomésticos con certificación de uso eficiente de energía (refrigeradores), iluminación eficiente (oportunidades de ahorro del 75%), uso de termos eléctricos eficientes. Estas sugerencias se incluyen en el manual “Recomendaciones para el Uso Eficiente de la Energía en el HOGAR”, de la Asociación Chilena de Eficiencia Energética (AChEE). Además, el consumo promedio por vivienda y per cápita existente en Chañaral es menor al promedio nacional, luego es esperable que en el corto y mediano plazo alcancen niveles promedio, incrementando el potencial de eficiencia logvable.

Finalmente, en la subcategoría de consumos públicos y municipales se identificó la oportunidad de corto plazo de disminuir los consumos en iluminación pública. Si bien Chañaral ha sido pionera en materia de iluminación eficiente, también hay zonas con mala iluminación.

La comuna presenta bajos consumos de energía eléctrica en iluminación pública respecto a otras ciudades de la región de Atacama (Caldera y Diego de Almagro), representando el 1,4%²³ de la electricidad consumida. En contraste, este número alcanza valores entre 10,3 y 11,9% para la comuna de Diego de Almagro y 4 y 8% para la comuna de Caldera. Si bien Chañaral ha hecho un gran trabajo de eficiencia energética, es probable que la cobertura del servicio de iluminación pública se haya expandido, por lo que sería eficiente mantener la estrategia del uso de luces LED.

Índice	Ciudad	2011	2012	2013	2014
Peso respecto a total	D. de Almagro	10.3%	11.5%	10.4%	11.9%
	Chañaral	2.6%	2.7%	0.9%	1.4%
	Caldera	3.9%	3.7%	6.7%	7.5%
Peso respecto a residencial	D. de Almagro	20.3%	21.7%	18.8%	22.2%
	Chañaral	16.4%	15.8%	6.1%	7.4%
	Caldera	15.6%	14.1%	23.0%	24.1%

Tabla 11: Participación de consumo eléctrico de iluminación pública en la comuna²⁴. Fuente elaboración propia.

²⁰ Se tienen los datos del año 2015, pero están afectados al impacto del aluvión del 25 de marzo.

²¹ Documento de Políticas Ministeriales del Ministerio de Energía. Extraído de: http://www.gob.cl/cuenta-publica/2015/sectorial/2015_sectorial_ministerio-energia.pdf con fecha 05.09.2017.

²² Balance de Energía Nacional 2015.

²³ Recambio luminarias Chañaral: <http://diario.latercera.com/2013/07/21/01/contenido/pais/31-142174-9-cuatro-comunas-renuevan-luminaria-publica-con-tecnologia-led.shtml>

²⁴ Fuentes, Estrategia Energética Local de Caldera, Fundación Chile e información propia levantada en la zona (Chañaral y Diego de Almagro).

La comuna presentó un consumo térmico total de 0,38 GWht para el año 2014, a partir de la información levantada en el diagnóstico realizado. Se estima que este consumo corresponde en gran medida al uso de agua caliente sanitaria, siendo el resto destinado al uso para calefacción y cocina.

El potencial de ahorros por eficiencia energética en el ítem calefacción es relevante en la comuna, ya que las características climáticas de la zona hacen viable construir casas de alta eficiencia energética a bajo costo. En este sentido, cabe destacar el ejemplo que representan las viviendas diseñadas, y hoy en construcción en El Salado y Chañaral, como parte del proyecto de reconstrucción de viviendas dañadas por el aluvión de marzo de 2015. El Ministerio de la Vivienda, con el apoyo técnico del Centro de Innovación de la Madera de la Universidad Católica, diseñó una vivienda social de alta eficiencia energética, que con soporte de energía solar fotovoltaica y térmica, logra altos niveles de confort, con muy bajo costo energético. Esta iniciativa se denomina proyecto habitacional “Oasis de Chañaral” y consiste en un conjunto de más de 300 casas entre Chañaral y El Salado, construidas en forma industrializada en madera, mediante un sistema de piezas prefabricadas. Estas logran mantener durante todo el año una temperatura de confort de entre 16 y 25 grados °C sin mayor consumo energético²⁵. A la fecha de desarrollo de la presente Estrategia Energética Local, ya se realizó la inauguración la Casa Piloto en Chañaral, que servirá de centro demostrativo y de capacitación. En paralelo, se encuentran en plena faena de construcción las respectivas villas en Chañaral y El Salado, como se aprecia en las siguientes imágenes:



Figura 24: Casa piloto “Oasis de Chañaral”



Figura 25: Villa Oasis de Chañaral, proceso de construcción, Noviembre 2016.

²⁵ <http://www.madera21.cl/?p=1402>



POTENCIAL DE ABASTECIMIENTO CON ENERGÍAS RENOVABLES

Este capítulo busca identificar, en una primera instancia, el potencial teórico de energías renovables existentes en la comuna de Chañaral, su calidad y potencial de abastecimiento, al ser considerada la zona de influencia definida en el capítulo 6. Para cada energía renovable se realizó el ejercicio de identificación del potencial, según el esquema detallado en la Figura 26.



Figura 26: Esquema de análisis

Potencial Fotovoltaico

De forma general, se identifica una distribución de la calidad de la irradiación solar horizontal que incrementa según la distancia de la costa y la altura sobre el nivel del mar (ver Figura 27). Los menores niveles de irradiación anual global horizontal, se encuentran en las zonas costeras (Chañaral, Flamenco, Portofino), mientras que el sector de El Salado presenta una irradiación anual global 21 % mayor que la identificada en la costa (considerando 1.900 y 2.300 kWh/m² en la costa y en la zona de El Salado respectivamente, ver Tabla 12).

Locación	Irradiación Anual Global Horizontal [kWh/m ²]	Altitud [msnm]	Temperatura Promedio Anual [°C]
Chañaral	1,964	14	19.2
El Salado	2,340	406	19.5
Flamenco	1,930	16	18.4

Tabla 12: Variables de interés para comuna de Chañaral. Fuente elaboración propia.

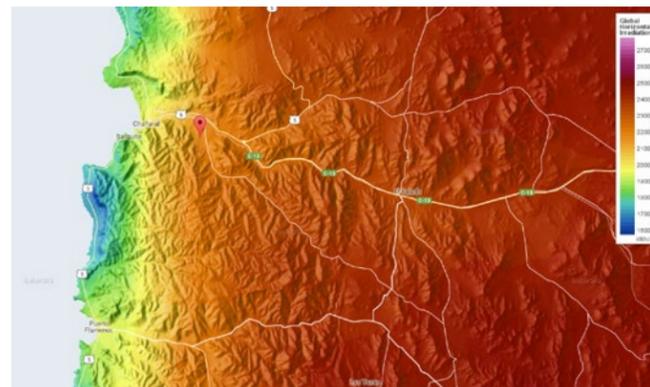


Figura 27: Radiación anual global horizontal, fuente Solargis.

Para complementar el análisis de recurso solar en base a información satelital (Figura 27), se incorpora el rendimiento histórico de las plantas existentes en la región de Atacama y en zonas de mejores condiciones (Pozo Almonte y Jama).

La Figura 28 detalla el rendimiento de sistemas fotovoltaicos en la zona de Atacama, dentro de la que se encuentra la planta Llano de Llampos y Salvador Solar. Su rendimiento solo es superado por plantas en zonas más al norte, como Pozo Almonte y Paso Jama (Calama sur).

Este breve análisis del recurso y su comparación operativa respecto al resto del país, permite comprender el potencial existente en la comuna de Chañaral.

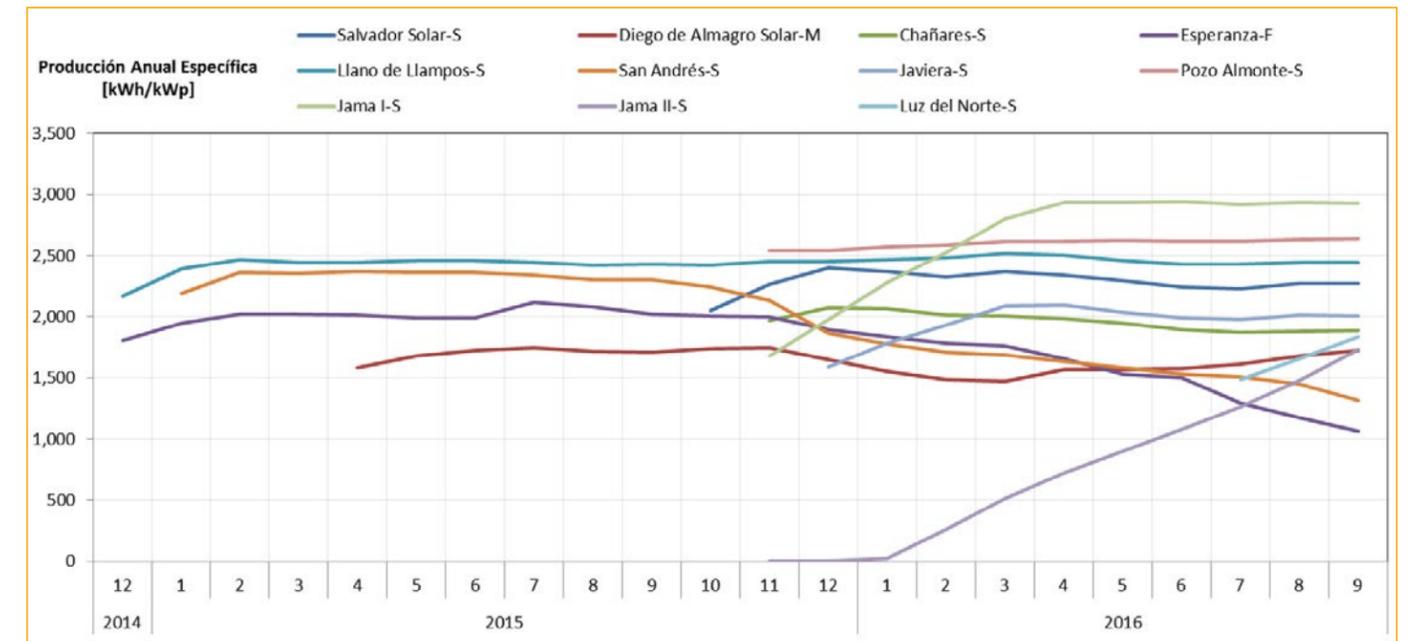


Figura 28: Ventana móvil de producción anual de 12 meses para plantas fotovoltaicas en la Región de Atacama con tecnología fija (F), seguidor (S) y mixta (M)²⁶. Fuente CEN.

²⁶ Salvador Solar (Total/Etrion/Sunpower), Diego de Almagro Solar (Almeyda Solar), Chañares (Enel Green Power), Esperanza Solar (SolarTS Energy), Llano de Llampos (SunEdison/Cap), San Andrés Solar (SunEdison/Ameris Capital), Javiería (SunEdison, AMSA), Pozo Almonte (Solar Pack), Jama (Rijn Capital) y Luz del Norte (First Solar).

Fotovoltaico de Gran Escala

El mercado de las plantas fotovoltaicas de gran escala registró un crecimiento explosivo en Chile, en el periodo 2013-2016. En estos tres años, la capacidad instalada creció desde prácticamente 0 MW (a diciembre 2013 no existían más 6 MW instalados), a casi 2.000 MW a fines de 2016, considerando plantas en operación, en etapa de puesta en marcha/pruebas y en construcción. Gran parte de esta capacidad instalada se encuentra precisamente en la región de Atacama y parte en la comuna de Chañaral, como es la planta Javiera, de 69 MW de capacidad instalada, que fue desarrollada por SunEdison y cuenta con un contrato de suministro con Antofagasta Minerals S.A.

Potencial teórico

La Figura 27 detalla de forma general la radiación anual global horizontal para la zona norte de la Región de Atacama (provincia de Chañaral que engloba las comunas de Chañaral y Diego de Almagro). Al realizar un acercamiento a la zona de la comuna de Chañaral, con una superficie de 5.722 km², se identifican diferentes niveles de irradiación que están principalmente definidos por la distancia de la costa (ver Figura 29). Estos valores van desde los 1.600 kWh/m² –año en las zonas costeras hasta valores cercanos a los 2.500 kWh/m² – año en zonas al noreste, limítrofes con la Región de Antofagasta y la comuna de Diego de Almagro. El potencial teórico de producción eléctrica de la comuna de Chañaral alcanza los 1.641 TWh/Año.

Potencial ecológico y técnico

Las restricciones ecológicas y técnicas presentes en esta comuna, corresponden a los parques nacionales (Pan de Azúcar, ver Figura 29 zona verde achurada) y la calidad del terreno (existencia de cauces hidrológicos, inclinación o inestabilidad del terreno, ver Figura 31). Considerando estos criterios, se identifica un área utilizable que suma 659 km² (ver Figura 31) en una zona de irradiación de 2.400 kWh/m²/año o superior. Entonces, al utilizar un 11,4% de la superficie de la comuna, el potencial ecológico técnico -considerando una eficiencia de módulo del 15% y pérdidas del 15%- alcanza el valor de 201,9 TWh/año.

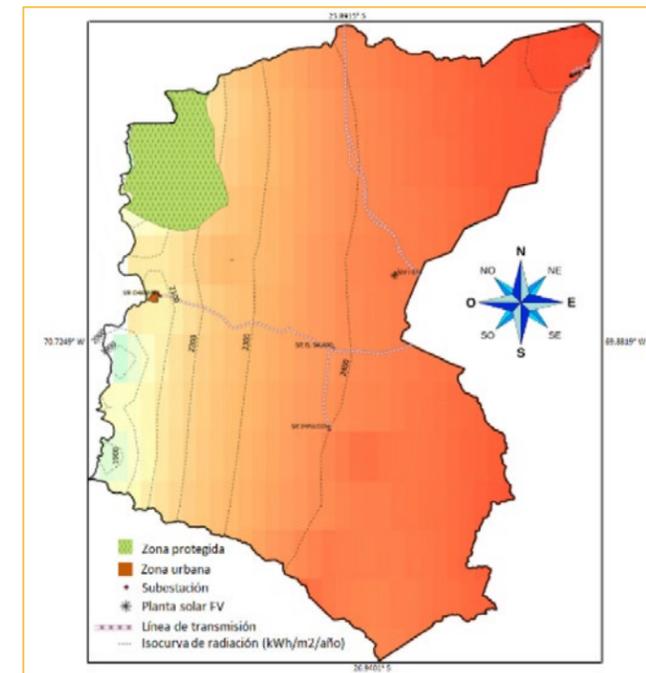


Figura 29: Radiación anual global horizontal (kWh/m²), curvas de nivel de la misma e infraestructura de sistemas eléctricos de potencia (subestaciones, líneas y proyectos solares fotovoltaicos de gran escala) para la comuna de Chañaral, creación propia, datos SolarGis.

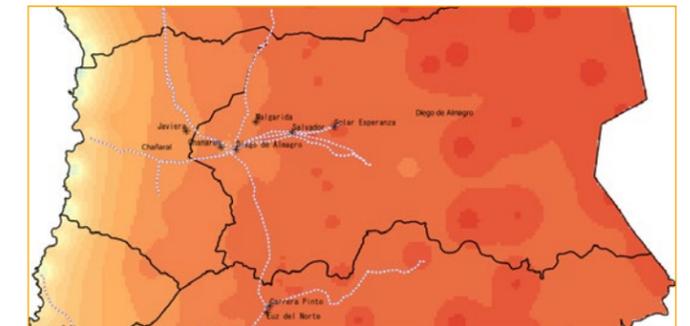


Figura 30: Disposición geográfica del sistema de transmisión del SIC y las plantas fotovoltaicas en operación y en construcción para la Región de Atacama. Elaboración propia



Planta Solar	Capacidad Instalada [MW]	Longitud Línea [m]
Javiera	69.5	0
Chañares	40.0	3,800
Diego de Almagro	30.0	500
PV Salvador	68.0	0
Lalackama	55.0	1,700
Luz del Norte	141.0	2,850
Carrera Pinto	90.9	3,500
San Andrés	50.0	0
Llano de Llampos	100.0	9,000
María Elena	68.0	0

Datos Unilineal CDEC-SIC/SING.

Tabla 13: Longitud de líneas de evacuación de proyectos solares fotovoltaicos en operación (considera plantas en varias ubicaciones, no solo Región de Atacama, a modo de ejemplo). Fuente elaboración propia.

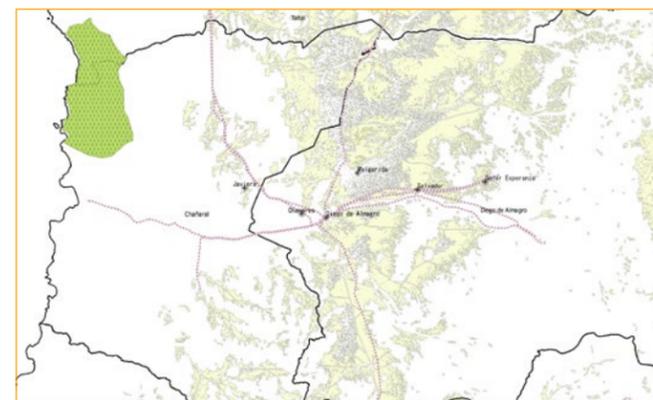


Figura 31: Zonas protegidas y con superficie apta para el desarrollo de plantas FV. Fuente elaboración propia.

Potencial Definitivo

PEI potencial definitivo considera además condiciones económicas, las que podrían llegar a poner en duda el desarrollo de la zona sureste de la comuna de Chañaral, en donde se identifica una zona alejada de infraestructura eléctrica existente. Restando estas zonas, se obtiene un potencial de generación anual de electricidad de 128 TWhe/año, considerando una eficiencia de panel del 15% y pérdidas eléctricas del 15%. El área definitiva equivale a 421 km² de superficie plana y de alta calidad de recurso solar (superior a 2.300 kWh/m²/año).

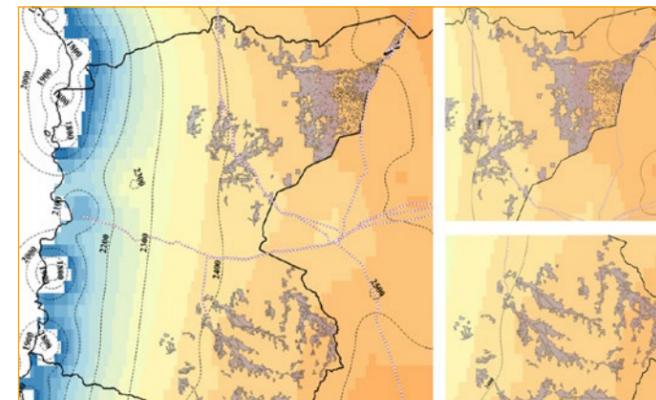


Figura 32: Potencial solar fotovoltaico definitivo y detalle de zona norte y sur. Fuente elaboración propia.

Solar Fotovoltaico y Térmico Residencial y Comercial

La capacidad de instalar sistemas energéticos en el mismo lugar de consumo permite disminuir la inversión en infraestructura de transmisión y distribución. Además, ayuda a democratizar el concepto de energía, crear conciencia y apoyar la elección de las fuentes de suministro de la misma. El presente capítulo detalla el potencial energético solar fotovoltaico y térmico residencial.

Potencial teórico

Con el fin de identificar el potencial teórico de sistemas solares fotovoltaicos y térmicos residenciales, industriales y municipales, es necesario estimar la superficie utilizable para dichos efectos. Para esto se analizaron las manzanas de Chañaral dentro de los márgenes definidos por el capítulo de límites de influencia de la Estrategia Energética Local (ver Figura 33).



Figura 33: Análisis de superficie por locación en comuna de Chañaral. Superior-izquierda Chañaral, superior-derecha El Salado, inferior-izquierda Flamenco e inferior-derecha Portofino²⁷. Fuente elaboración propia.

²⁷ Los colores indican los barrios agrupados de forma de comprender los ratios de utilización del terreno.

De este análisis se desprende el potencial teórico en m2. La Tabla 14 detalla el área acumulada de las manzanas y el factor de utilización (porcentaje de área de una manzana utilizada por estructuras con techos).

Tipo Área	Residencial			Industrial			Municipal		
Locación	Área Manzana [m2]	Factor Ocupación*	Área Útil [m2]	Área Manzana [m2]	Factor Ocupación*	Área Útil [m2]	Área Manzana [m2]	Factor Ocupación*	Área Útil [m2]
Chañaral	1,031,495	59%	610,087	135,109	65%	87,821	160,132	50%	80,066
El Salado	104,766	48%	49,929	7,666	65%	4,983	43,706	50%	21,853
Flamenco	321,954	34%	110,991	-	-	-	-	-	-
Portofino	327,681	13%	41,834	-	-	-	-	-	-

*Se define como la proporción de área construida y la total.

Tabla 14: Área disponible y utilizable para la instalación de sistemas solares residenciales fotovoltaicos y/o térmicos. Fuente elaboración propia.

Utilizando los valores de área de manzana identificados en la Tabla 14 y las irradiaciones identificadas para las diferentes locaciones de la comuna de Chañaral (ver Tabla 12) se obtienen los potenciales detallados en la Tabla 15²⁸.

Potencial (GWhe-GWht/Año)								
Lugar	Chañaral		El Salado		Flamenco		Portofino	
Sector	Fotovoltaico	Térmico	Fotovoltaico	Térmico	Fotovoltaico	Térmico	Fotovoltaico	Térmico
Residencial	152.8	718.9	14.9	70.1	24.4	114.9	9.8	361.2
Industrial	22.0	103.5	1.5	7.0	2.9	13.7	0.0	0.0
Municipal	20.0	94.3	6.5	30.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	194.8	916.8	22.9	107.8	27.3	128.5	9.8	361.2
Total FV 254.8 GWhe/Año Total Térmico 1514.2 GWht/Año								

¹ Considera unaeficiencia del sistema de colección térmico del 60 %.

Tabla 15: Potenciales teórico de generación eléctrica y térmica en la comuna de Chañaral. Fuente elaboración propia.

²⁸ Potencial no hace distinción entre uso de terreno para energía solar o térmica. El potencial por cada tecnología hace uso de todo el terreno (potencial superpuesto). Esto debido a que no se quiere sesgar el valor total a una selección arbitraria de área.

Potencial ecológico y técnico

Este potencial no se ve afectado por el concepto ecológico, debido a que las zonas en las cuales se desea instalar los sistemas ya fueron intervenidas y catalogadas como urbanas. Por otro lado, el concepto técnico podría jugar un rol primordial en zonas rurales, en donde la probabilidad de presentar estructuras poco robustas, incapaces de sostener sistemas solares fotovoltaicos y/o térmicos en sus techos, disminuye el potencial teórico. Para efectos de este

ejercicio, no se consideran limitantes estructurales y se asume la instalación de los sistemas en el área de techos identificados, generando así una cota superior de potencial ecológico y técnico (ver Tabla 16). Se considera el área útil de las manzanas detallada en la Tabla 14. Además, se hace uso del área en la razón 4:1 entre la tecnología fotovoltaica y térmica (esto debido a sus pesos relativos de eficiencia). La Tabla 16 presenta el potencial ecológico-técnico solar de la comuna de Chañaral.

Potencial (GWhe-GWht/Año)								
Lugar	Chañaral		El Salado		Flamenco		Portofino	
Sector	Fotovoltaico	Térmico	Fotovoltaico	Térmico	Fotovoltaico	Térmico	Fotovoltaico	Térmico
Residencial	122.2	143.8	11.9	14.0	19.5	23.0	7.8	9.2
Industrial	17.6	20.7	1.2	1.4	2.3	2.7	0.0	0.0
Municipal	16.0	18.9	5.2	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	155.8	183.4	18.3	21.6	21.8	25.7	7.8	9.2
Total FV 203.8 GWhe/Año Total Térmico 239.8 GWht/Año								

¹ Considera unaeficiencia del sistema de colección térmico del 60 %.

Tabla 16: Potencial ecológico y técnico de Chañaral. Fuente elaboración propia.



Potencial Definitivo

Para determinar el potencial definitivo solar es necesario considerar las condiciones reales en las cuales se instalan estos sistemas. En el caso residencial, por ejemplo, solo se instalará la cantidad necesaria para satisfacer las necesidades eléctricas y/o térmicas de forma económicamente eficiente (0,5-3 kWp fotovoltaicos y un colector solar de 1 m2 en conjunto con un estanque de 120 litros). Entonces, es posible considerar que para una casa promedio en la comuna de Chañaral²⁹ es posible instalar un sistema fotovoltaico y uno térmico sin competir por área.

Para el caso de áreas industriales y municipales, se asume una capacidad de uso del terreno del 40% (debido al espaciado necesario para evitar el sombreado mutuo) y una distribución de uso de área con proporción 4:1 entre sistemas fotovoltaicos y térmicos. Esto debido a la mayor eficiencia que presentan los colectores térmicos respecto a los fotovoltaicos. El potencial residencial de producción eléctrica queda expresado como una función de

la cantidad de viviendas y capacidad instalada fotovoltaica por casa (kWp). Esto indica que ante escenarios de crecimiento demográfico y económico es esperable un gran aumento de este potencial en la comuna. Para el caso de las instalaciones de la Municipalidad de Chañaral y del sector industrial, dependerá principalmente del incremento de área disponible según al crecimiento de la infraestructura, que también es función de la economía y demografía. El potencial identificado se detalla en la Tabla 17.

Como antecedente, en Diego de Almagro se instalaron 400 sistemas de 0,5 kWp de capacidad en el techo de viviendas, evidenciando el potencial de instalar sistemas para autoconsumo en una zona donde la materialidad de los techos implica baja capacidad de carga mecánica. Además, el bajo por vivienda indica que los sistemas para auto consumo a instalar, también serán de un menor tamaño que los existentes en otras zonas (múltiples kWp de capacidad).

Potencial (GWhe/kWp-GWht/Vivienda/Año)								
Lugar	Chañaral		El Salado		Flamenco		Portofino	
Sector	Fotovoltaico	Térmico	Fotovoltaico	Térmico	Fotovoltaico	Térmico	Fotovoltaico	Térmico
Residencial	8.4	5.9	0.7	0.5	1.2	0.8	0.5	0.4
Industrial	7.0	8.3	0.5	0.6	0.9	1.1	0.0	0.0
Municipal	6.4	7.5	2.1	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	21.9	21.7	3.3	3.5	2.1	1.9	0.5	0.4
Total FV 27.8 GWhe/kWp/Año Total Térmico 27.5 GWht/Año								

1 Considera unaeficiencia del sistema de colección térmico del 60 %.

Tabla 17: Potencial definitivo Chañaral. Fuente elaboración propia.

Energía Eólica

A nivel nacional existen diversas experiencias de desarrollo de generación eléctrica mediante aerogeneradores. La primera experiencia es del año 2001, con la central Alto Bagueles en el sistema mediano de Aysén. A la fecha

contamos con más de 20 proyectos en operación o por entrar, detallándose los factores de planta anual a agosto del 2016 en la Figura 34.

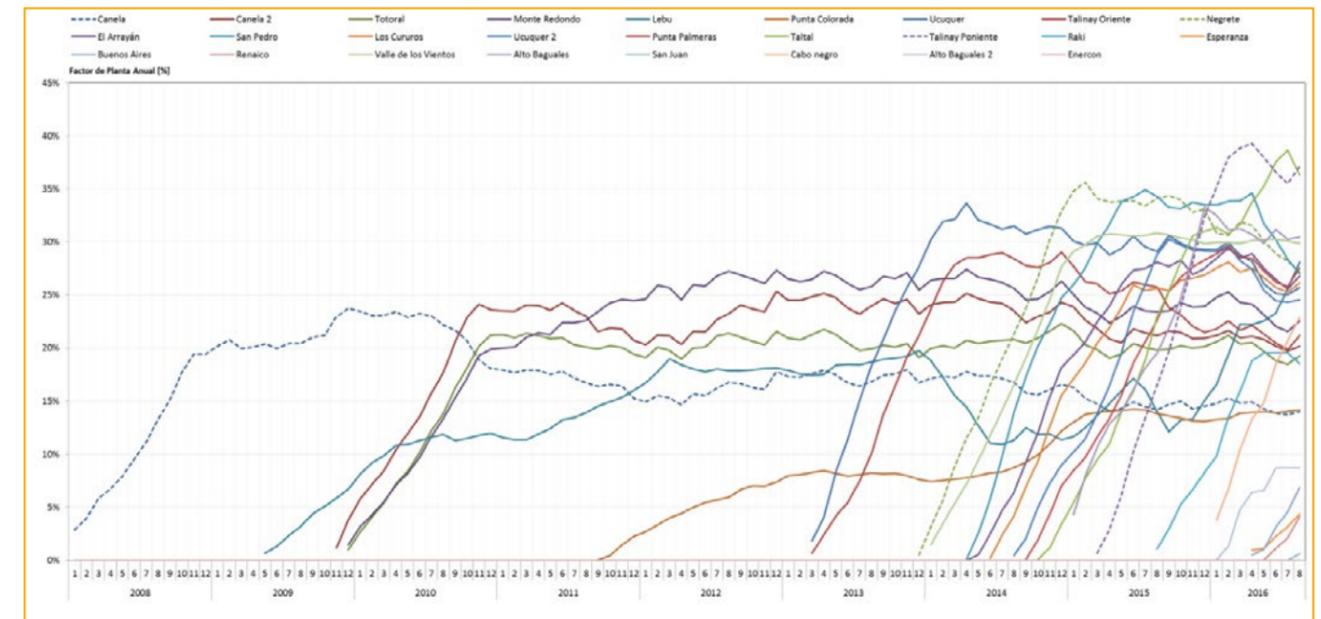


Figura 34: Factor de planta anual móvil (ventana de 12 meses) de las plantas eólicas en Chile. Fuente elaboración propia.

Para comprender las variables que determinan la viabilidad económica de un sitio para el desarrollo de proyectos eólicos, se presentan las variables de factor de planta anual, velocidad del viento promedio anual (obtenida del Explorador Eólico) y elevación sobre el nivel del mar de proyectos en funcionamiento. Para esto, se presenta la distribución de velocidad anual promedio de viento relativa

a la altura sobre el nivel del mar (ver Figura 35), factor de planta en relación a la fecha de entrada (ver Figura 36) y el factor de planta anual (12 meses) a mayo del 2016, en relación a la velocidad del viento promedio anual para diferentes alturas sobre el nivel del mar (ver Figura 37).

²⁹ Considera 4,996, 374, 733 y 350 para Chañaral, El Salado, Flamenco y Portofino respectivamente y 13,689 habitantes.

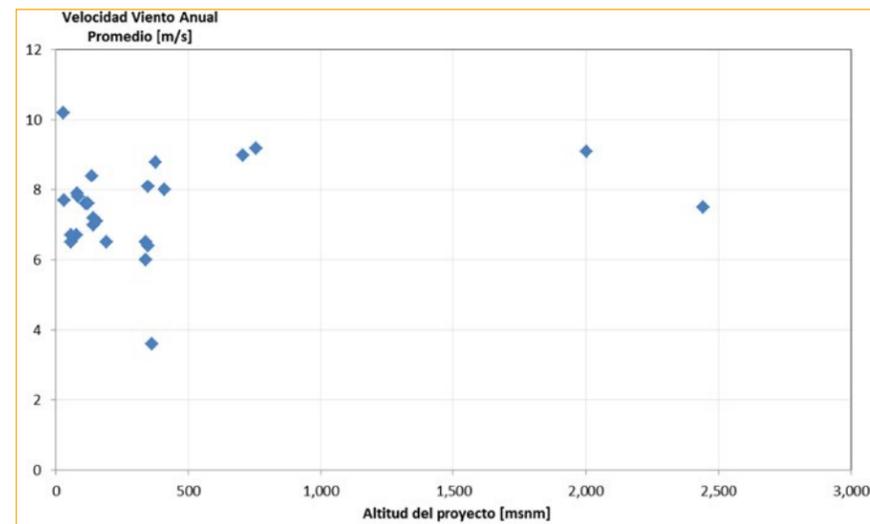


Figura 35: Distribución de altitud de los proyectos y su velocidad de viento anual promedio. Fuente explorador eólico FCFM.

La Figura 35 detalla cómo la gran mayoría de los proyectos se encuentra bajo los 500 msnm, presentando casos extremos a 2000 y 2400 msnm (Taltal y Valle de los Vientos, respectivamente).

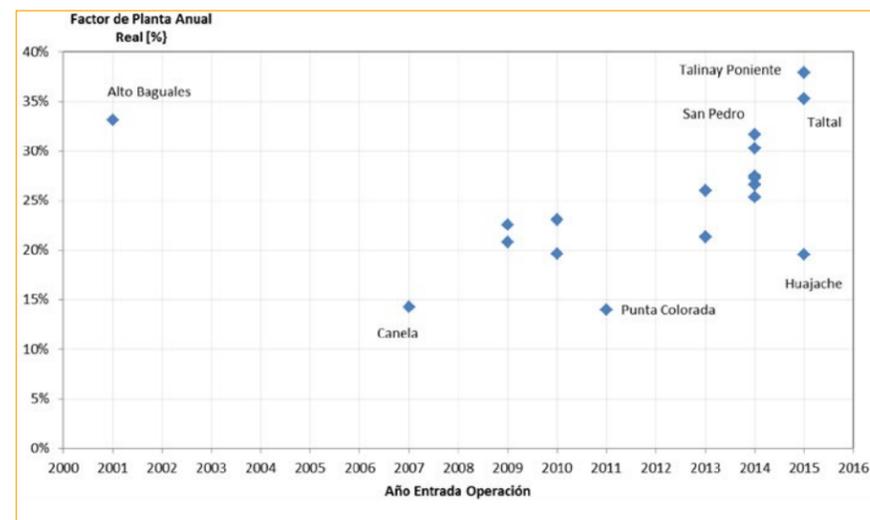


Figura 36: Fecha de entrada en operación de proyectos eólicos y su factor de planta anual real a Mayo de 2016. Fuente explorador eólico FCFM.

La Figura 36 detalla cómo el factor de planta anual a mayo del 2016 de los proyectos más nuevos, han sido sistemáticamente mayores, lo que indica un aprendizaje a nivel de industria de la identificación de buenos lugares y el aprovechamiento de su recurso.

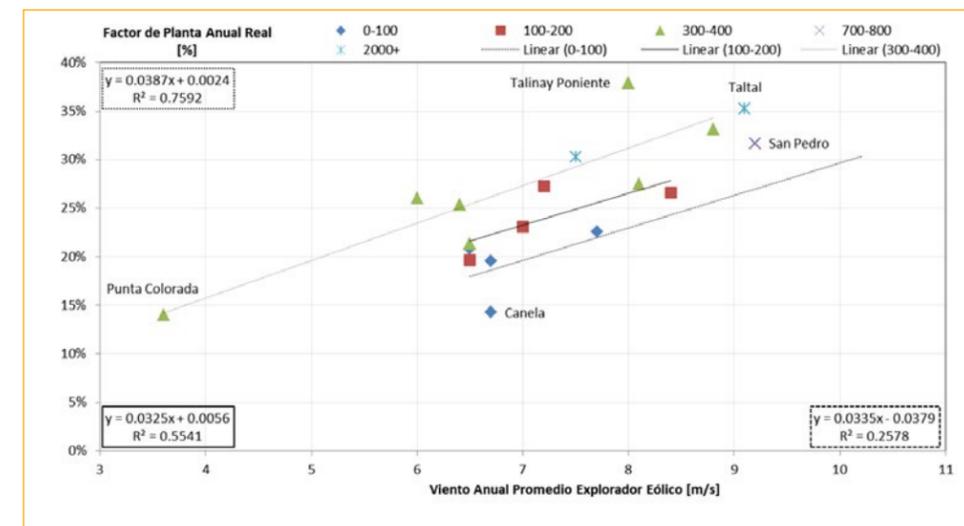


Figura 37: Factor de planta real anual y velocidad del viento promedio anual de proyectos en operación (Explorador Eólico). Fuente explorador eólico FCFM.

La Figura 37 detalla la relación de factor de planta anual real a mayo del 2016, con la velocidad del viento promedio anual obtenida del Explorador Eólico. En ella se indica que prácticamente todos los proyectos en operación presentan velocidades promedio anual de viento mayores a 6 m/s, lo que será considerado un criterio a la hora de determinar zonas con potencial eólico de gran escala.

También se detalla el ajuste entre la variable de velocidad de viento promedio anual y el factor de planta anual promedio, que presenta una correlación positiva.

Potencial Teórico

La Figura 38 detalla la calidad promedio anual de recurso eólico existente en la comuna de Chañaral. En esta figura se identifica que las zonas con mejor

calidad de recurso eólico son los corredores transversales (este-oeste), como por ejemplo la misma cuenca del Salado, como también zonas elevadas (cima de cerros) en la zona sur de la comuna (ver Figura 38).

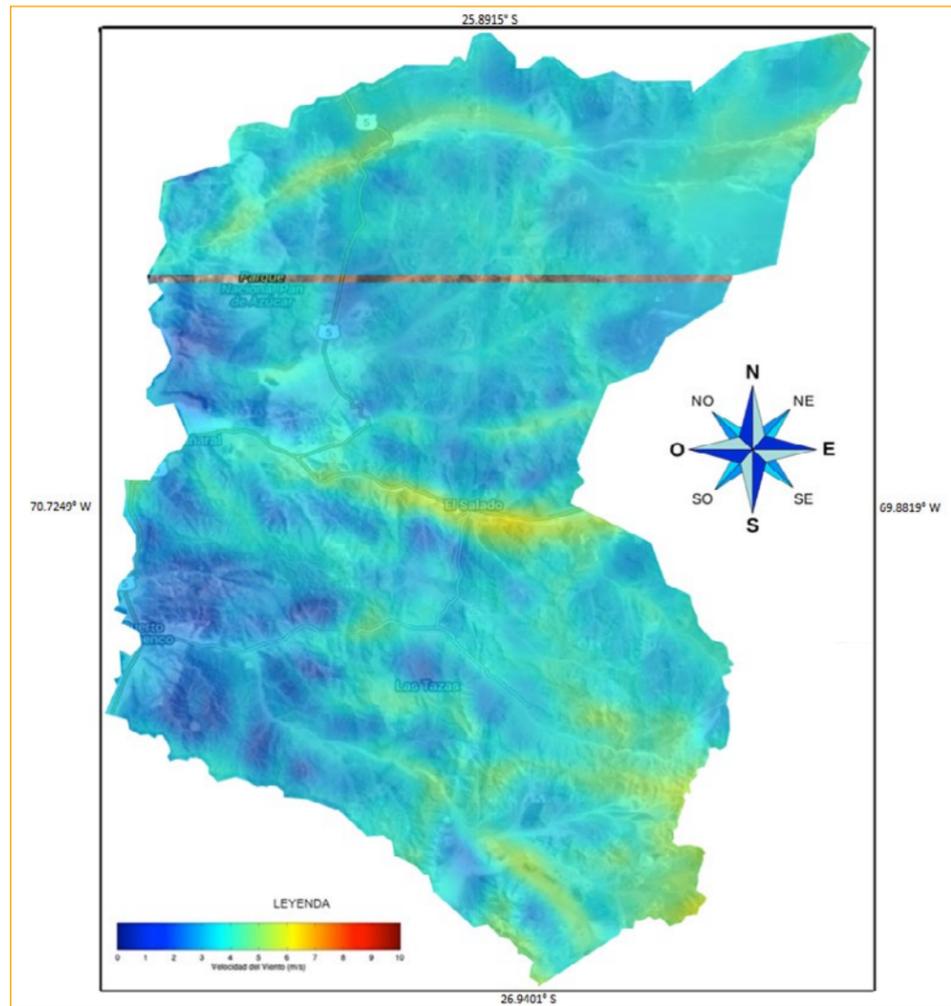


Figura 38: Velocidad promedio anual del viento para la comuna de Chañaral [m/s]. Fuente explorador eólico FCFM-Ministerio de Energía y GIZ.

Debido a la complejidad de la estimación de potencial teórico eólico (recurso altamente en el espacio y altura), se calculará un potencial único definitivo para la comuna de Chañaral.

Para estimar un potencial teórico conservador, se definirán 2 tipos de zonas con velocidad de viento promedio asociada y área, permitiendo así calcular una cantidad de aerogeneradores.

Para este cálculo, se considera una densidad de potencia según la regla de diseño de 4 diámetros rotóricos de distancia para aerogeneradores en paralelo respecto a la orientación dominante del viento y 15 diámetros rotóricos de distancia para filas perpendiculares respecto de la orientación dominante del viento. Los resultados de aerogeneradores instalables³⁰ se detallan en la Tabla 18.

Zona	Velocidad Media Anual (m/s)	Área (%)	Área km2	Aero Generadores (90 m diam.)
Alto recurso (Corredor Salado y zona Sur)	5.5	5%	288.60	605
Medio	3.6	60%	3,463.20	7260
Bajo	2.4	35%	2,020.20	4235
Total	3.3	100%	5,772.0	12,100

Tabla 18: Potencial eólico teórico en la comuna de Chañaral. Fuente elaboración propia.

Potencial ecológico y técnico

El potencial ecológico técnico considerará la exclusión de zonas protegidas como el parque Pan de Azúcar, afectando la superficie total de la zona definida

como potencial "bajo" en 438 km2. Esto genera como resultado el potencial ecológico y técnico detallado en la Tabla 19.

Zona	Velocidad Media Anual (m/s)	Área (%)	Área km2	Aero Generadores (90 m diam.)
Alto recurso (Corredor Salado y zona Sur)	5.5	5%	288.60	608
Medio	3.6	65%	3,463.20	7295
Bajo	2.4	30%	1,582.20	3333
Total	3.3	100%	5,334.0	11,236

Tabla 19: Potencial eólico ecológico y técnico. Fuente elaboración propia.

Esto equivale a una capacidad instalada de 22,4 GW con una capacidad de generación de 24,0 TWh/año

³⁰ Considera una unidad Vestas V90 (90 metros de diámetro rotórico) de 2 MW de potencia.

Potencial definitivo

El potencial definitivo de generación eléctrica mediante sistemas eólicos para la comuna de Chañaral, se acota a las zonas cercanas a las líneas de transmisión y con un recurso mayor a 5,5 m/s promedio anual. La Tabla 20 detalla el potencial eólico definitivo para la comuna de Chañaral.

Zona	Velocidad Media Anual (m/s)	Área (%)	Área km2	Aero Generadores (90 m diam.)
Alto recurso (Corredor Salado y zona Sur)	5.5	100%	173.16	400
Medio	3.6	0%	-	0
Bajo	2.4	0%	-	0
Total	5.5	100%	173.2	400

Tabla 20: Potencial definitivo. Fuente elaboración propia.

Esto equivale a una capacidad instalada de 800 MW, con una capacidad de generación de 1,9 TWhe/año.

Geotermia

El territorio chileno está ubicado dentro del llamado "Cinturón de Fuego del Pacífico", cuya Región cuenta con más del 15% de los volcanes activos a nivel mundial y con aproximadamente 300 zonas geotérmicas actualmente activas. Generalmente, las actividades volcánicas se asocian a potencial geotérmico, donde Chile posee un potencial de generación eléctrica aproximado que varía desde los 3.350 MW hasta los 15.000 MW³¹⁻³². Considerando estas cifras, y un factor de planta geotérmico conservador de 80%, se obtiene un potencial nacional de generación eléctrica entre 23,5 y 105,1 TWhe/Año.

Los reservorios geotérmicos se clasifican según su entalpía: baja, media y alta. Los reservorios geotérmicos de alta y media entalpía permiten la generación de calor y electricidad, mientras que los reservorios de baja entalpía se utilizan para la generación de calor a nivel residencial. Chile cuenta con una gran variabilidad de recurso geotérmico a lo largo de su territorio, donde el mayor potencial se concentra en zonas próximas a actividades volcánicas (ver Figura 39).

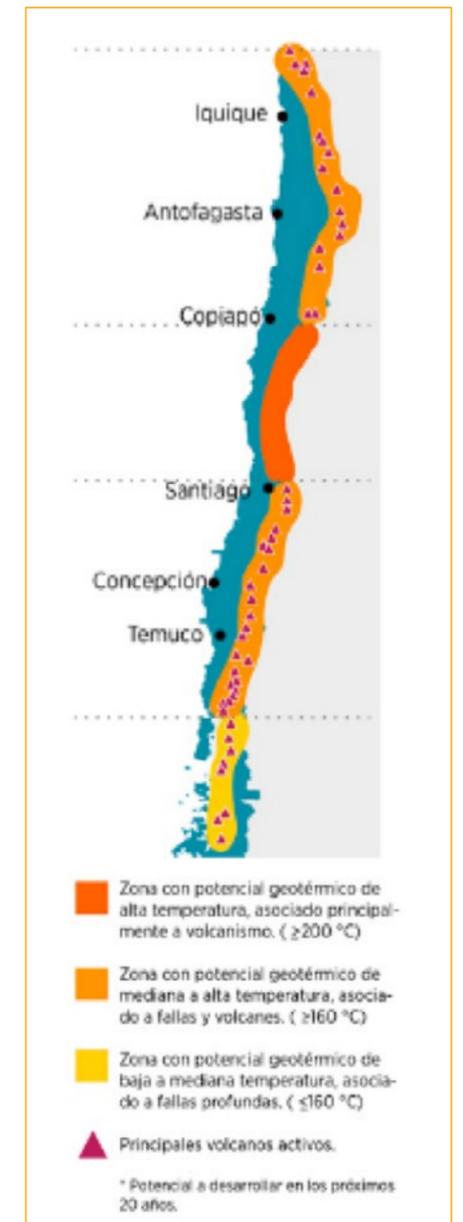


Figura 39: Potencial geotérmico en Chile (Fuente: Energía Andina)

³¹ Potencial geotérmico de Chile. Central Energía. <http://www.centralenergia.cl/2010/10/06/potencial-geotermico-de-chile/>

³² Focus on Chile. Bulletin. Geothermal Resources Council. Vol. 42, No. 1. January/February 2013.

Potencial teórico para geotermia de alta y media entalpía

De forma general, se identifican en la Región de Atacama cuatro zonas de interés por recursos geotérmicos, de norte a sur respectivamente:

- La Isla (Serviland Minergy S.A.).
- Juncalito 1 (Energía Andina S.A.).
- Juncalito 2 (Energía Andina S.A.).
- Tres Cruces (Serviland Minergy S.A.).

Las primeras tres se encuentran en la comuna de Diego de Almagro, mientras que la cuarta se encuentra repartida entre las comunas de Copiapó y Tierra Amarilla (ver Figura 40).

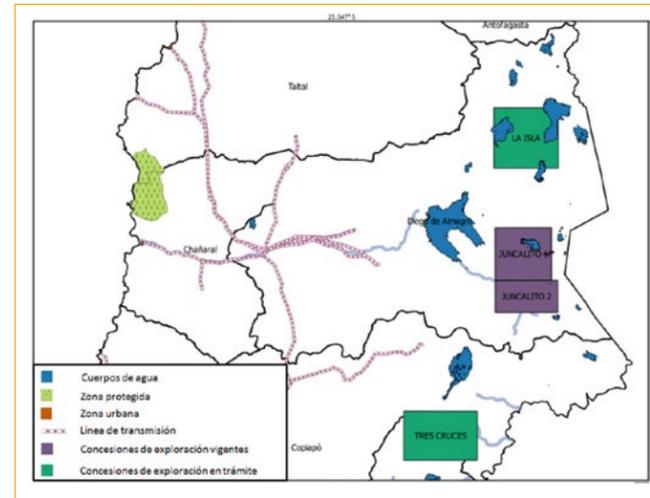


Figura 40: Concesiones de exploración geotérmica en operación (moradas) y en trámite (verde) existentes en la Región de Atacama. Fuente Sistema de Información Georeferenciada Ministerio de Energía.

Esto nos indica que el potencial teórico de energía geotérmica de la comuna de Chañaral es bajo, con relativamente pocas perspectivas de desarrollo potencial. Es difícil obtener proyecciones más concluyentes, debido a que no ha habido en la comuna mayores estudios de potencial.

Potencial técnico

El desarrollo de plantas de energía geotérmica para la generación de electricidad requiere de una gran inversión y posee un alto riesgo, debido al proceso incierto de exploración. Los costos de exploración comprenden alrededor del 50% del costo total del proyecto, donde se encuentran actividades como: identificación y evaluación del recurso y desarrollo de pozos de producción (ver Figura 41).

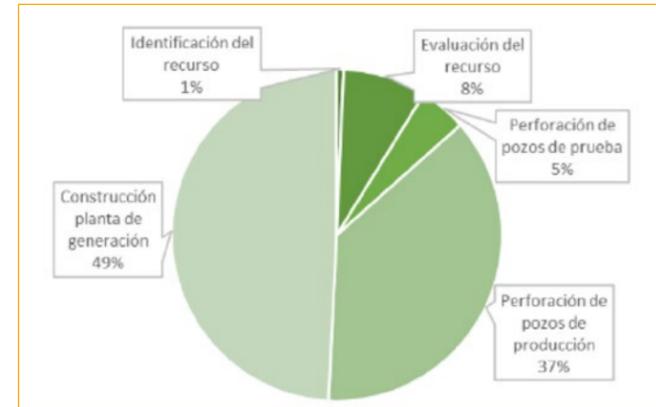


Figura 41: Distribución de costos asociados a la construcción de plantas geotérmicas. (Fuente: NREL).

Potencial definitivo

Debido a la falta de avance en los estudios de prospección que se están realizando en la zona cordillerana de la comuna de Chañaral, no es posible acotar una cifra específica de potencial geotérmico de gran escala. Sin embargo, ya que no existen pozos de alta entalpía se establece un valor nulo como potencial definitivo.

	AÑO 1												AÑO 2											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
GEOLOGÍA	x	x	x	x	x	x																		
GEOQUÍMICA DE FLUIDOS	x	x	x	x	x	x																		
HIDROGEOLOGÍA	x	x	x	x	x	x																		
GEOFÍSICA											x	x	x	x	x									
EXPLORACIÓN DIRECTA		x	x	x							x	x	x									x	x	
MODELO CONCEPTUAL						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Total Año 1												Total Año 2											
	US\$1.080.000												US\$1.700.000											

Figura 42: Cronograma de inversiones de exploración de zonas geotérmicas. Diario Oficial, Jueves 25 de Noviembre 2010.

Potencial teórico de Baja Entalpía

El desarrollo de proyectos geotérmicos de baja entalpía para la calefacción en el sector residencial requiere de un menor tiempo e inversión. Sin embargo, no existen estudios acerca del potencial en la provincia de Chañaral. Existen regiones donde se han desarrollado metodologías para el cálculo de este potencial, las que requieren de gran cantidad de información climatológica y geológica, por ende, están asociados a una gran inversión³³⁻³⁴. Estos estudios comprenden metodologías de identificación del recurso geotérmico menos exactas que la identificación del recurso con métodos directos como la perforación.

Dada la escasa información relacionada con el recurso geotérmico de baja entalpía, no es posible determinar el potencial del área. Es necesario realizar estudios geológicos que determinen la existencia de reservorios, sus temperaturas y profundidad de la reserva.

Hidráulico

En el capítulo 4.2 se identificaron 3 cuencas hídricas en la provincia de Chañaral, dos de las cuales pasan efectivamente por el terreno de la comuna de Chañaral, quebrada de Doña Inés Chica y el río Salado. Considerando que los proyectos hidráulicos en operación se encuentran principalmente en el sur del país, y utilizando fuentes de análisis de potencia provistas por el Ministerio de Energía (Infraestructura de Datos Espaciales Ministerio de Energía), se determina que ambas cuencas no han sido identificadas como atractivas para el desarrollo de la energía hidráulica.

³³ Desarrollo de metodología para estimación de potencial geotérmico explotable en la Región del Maule, zona volcánica sur, Chile. Memoria para optar al título de geólogo. Universidad de Chile, 2012.
³⁴ Estimación del potencial de energía geotérmica de baja entalpía y sus posibles aplicaciones en la comuna de Colina, Región Metropolitana. Memoria de título. Universidad de Chile, 2013.

8. FIRMA DE ACUERDO DE DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA ENERGÉTICA LOCAL Y TALLER I

El Primer Taller Participativo de la Estrategia Energética Local de Chañaral y Taller I se realizó el 26 de julio de 2016. En la I. Municipalidad se sostuvo una reunión que contó con la presencia del Alcalde y del Intendente de la Región de Atacama, Miguel Vargas. En la ocasión se realizó una breve ceremonia con presencia de profesionales del Ministerio de Energía, Gobernador de la Provincia de Chañaral, SEREMI de Energía y CORFO, en la que se firmó el acuerdo de trabajo para desarrollar la Estrategia Energética Local en la comuna. Además, esta reunión cumplió con las formalidades consideradas en la Estrategia Energética Local para el desarrollo del Taller Participativo I, que consistió en la presentación del equipo de Fraunhofer CSET como consultora encargada de desarrollar el proceso, la definición de las contrapartes en la Municipalidad y la capacitación de los actores del Municipio que participarán en el desarrollo del estudio.

9. TALLER PARTICIPATIVO II

VISIÓN

La comuna de Chañaral presenta un importante potencial de desarrollo en torno a la energía solar. Si bien su ubicación geográfica cercana a la costa atenúa en cierta medida los niveles de radiación solar, es posible indicar que la estrategia energética local debiese desarrollarse teniendo como eje principal la energía solar.

El proceso de la Estrategia Energética Local se consideró la realización del Taller II, para levantar la misión, visión, metas y posibles proyectos a desarrollar por parte de la Comunidad. El taller se realizó el 8 de noviembre de 2016 y contó con la participación de 45 personas representantes de organizaciones civiles, comunitarias, asociaciones de empresarios, junto con organismos técnicos de la municipalidad. En la ocasión se levantaron interesantes y relevantes inquietudes, opiniones y expectativas de las personas, que permitieron esbozar un primer planteamiento de posibles proyectos a desarrollar.

En una primera instancia se presentaron los alcances de la Estrategia Energética Local, se mostraron las etapas del proceso y los primeros resultados del diagnóstico energético local.

Luego, mediante el aporte de ideas directamente desde la comunidad, se decidieron las frases para definir la Visión de la Estrategia Energética Local, cuyo resultado se detalla más adelante. Finalmente, se identificaron necesidades y problemas de los asistentes en cuanto a energía, recogiendo sus menciones espontáneas.

La comuna de Chañaral cuenta con irradiación solar superior a Santiago (1,800 kWh/m²/Año), condición que mejora al alejarse de la costa, hacia El Salado, debido a la menor presencia de nubes.



Figura 43: Taller II realizado en la comuna (8-11-2016)

PLAN DE ACCIÓN

En base a las ideas, visiones y elementos levantados con la comunidad, se propone un plan de Acción que apunte a la resolución de las situaciones planteadas por las personas, con base en los activos, potenciales y recursos con que cuenta la comuna. Este Plan de Acción se ordena según Sectores y en cada uno de ellos se indica el problema central, se sugiere una Línea de Acción general, se determinan posibles fuentes de financiamiento y finalmente, se proponen Proyectos específicos que resuelvan o materialicen las expectativas y/o problemas que la comunidad ha levantado.

El Plan de Acción se traduce en Proyectos, que permitirán cumplir con las metas globales propuestas para la Estrategia Energética Local de Chañaral. Cada uno de los proyectos propone cumplimiento de metas específicas a un plazo determinado, como se detalla en el Punto 12 del presente Informe, "Proyectos: Metas Cuantificables y Plan Temporal de Implementación". En general se establece un horizonte hasta el año 2030 para el cumplimiento de las metas de cada proyecto, según detalle que se expone en la descripción de los Proyectos propuestos.

Siguiendo dicha definición metodológica, se proponen los siguientes sectores para ordenar la propuesta de Estrategia Energética Local comunal de Chañaral:

SECTOR	DESAFÍO-PROBLEMA/OPORTUNIDAD	LINEA DE ACCIÓN
1. ESCUELAS, EDIFICIOS PÚBLICOS, INFRAESTRUCTURA COMUNAL	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo aprovechamiento potencial solar. • Alto consumo energético. • Percepción de deficiencias en iluminación pública. • Baja calidad en suministro de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar energía solar y eficiencia energética en edificios públicos. • Incorporar energía solar y medidas de eficiencia energética en infraestructura pública. • Generar sistemas de transporte limpios, reemplazo de uso de automóviles, implementar sistema de transporte público de bajas emisiones. • Impulsar sistema de desalación de agua de mar mediante energía solar.
2. MIPYMES	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos de energía. • Bajo aprovechamiento de potencial solar. • Pocas oportunidades de negocio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar energía solar en MIPYMES. • Desarrollar capacidades locales en ámbitos vinculados al potencial de la energía solar en la comuna. • Impulsar oferta local de Servicios/Productos, con énfasis en necesidades de la industria solar en la comuna³⁵.
3. VIVIENDAS SOCIALES, VIVIENDAS EN GENERAL	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos de energía. • Condiciones de habitabilidad deficientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar energía solar y eficiencia energética en viviendas sociales y en viviendas en general.
4. EDUCACIÓN Y DIFUSIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Desconocimiento sobre Eficiencia Energética y ERNC, en particular sobre Energía Solar 	<ul style="list-style-type: none"> • Planes y programas educacionales ERNC y EE, para que estudiantes de colegios y liceos descubran, conozcan y se familiaricen desde pequeños con el potencial de la energía solar en la zona. • Desarrollar conocimiento y apropiación de conceptos de energía solar en la comunidad en general.

A continuación, se presentan los programa o líneas de financiamiento disponibles para el desarrollo de cada sector y los proyectos específicos para incluir en la Estrategia Energética Local de la comuna.

³⁵ En concordancia con el proyecto 'Diversificación Productiva de la Cuenca del Río Salado y Plan Integrado de Diego de Almagro', convenio Codelco-Corfo-OCUC, desarrollado durante 2016, en el cual se establece como objetivo la elaboración de un plan de desarrollo económico para la Cuenca del Salado (Chañaral y Diego de Almagro), con énfasis en Energía Solar.

Sector Escuelas y Edificios Públicos, Infraestructura Comunal

SECTOR	PROBLEMA	LINEA DE ACCIÓN
ESCUELAS, EDIFICIOS PÚBLICOS, INFRAESTRUCTURA COMUNAL	<ul style="list-style-type: none"> Bajo aprovechamiento potencial solar. Alto consumo energético. Percepción de deficiencias en iluminación pública. Baja calidad en suministro de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Incorporar energía solar y eficiencia energética en edificios públicos. Incorporar energía solar y medidas de eficiencia energética en infraestructura pública. Generar sistemas de transporte limpios, reemplazo de uso de automóviles, implementar sistema de transporte público de bajas emisiones. Impulsar sistema de desalación de agua de mar mediante energía solar.

Se recomienda generar instancias de coordinación y conocimiento del Programa Techos Solares Públicos, para postular proyectos.

Si se decide priorizar la instalación de plantas fotovoltaicas en liceos, es importante desarrollar acciones de coordinación con planes educativos técnicos, para que las plantas solares a instalar se integren a los proyectos educativos de las instituciones beneficiadas, contribuyendo a su vez a la capacitación y formación de los estudiantes. En este aspecto hay una evidente conexión con el Sector Educación y Difusión.

Se propone la instalación de plantas solares en edificios públicos relevantes: escuelas, liceos, municipalidad, centros de salud, centros comunales, dependencias municipales y/o institucionales en general.

Según se desprende del análisis del Programa Techos Públicos Solares del Ministerio de Energía (<http://www.minenergia.cl/techosolares/>), en la comuna de Chañaral aún no existe ningún techo solar adjudicado ni construido.

Los colegios municipales de la comuna podrían ser postulados al programa Techos Solares Públicos:

N°	NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO	MENSUALIDAD	DEPENDENCIA
1	ESC. BAS. DIFERENCIAL JOSE LUIS OLIVARES A. [383]	Gratuito	Munic.
2	ESCUELA BÁSICA ANGELINA SALAS OLIVARES [11033]	Gratuito	Munic.
3	ESCUELA BÁSICA DIEGO PORTALES PALAZUELOS [380]	Gratuito	Munic.
4	ESCUELA BÁSICA GASPAR CABRALES [382]	Gratuito	Munic.
5	ESCUELA BÁSICA IGNACIO DOMEYKO [13135]	Gratuito	Munic.
6	ESCUELA BÁSICA PEDRO LUJAN [381]	Gratuito	Munic.
7	ESCUELA PADRE LUIS S. SOTO NUÑEZ [11029]	Gratuito	Munic.
8	LICEO FEDERICO VARELA [379]	Gratuito	Munic.

Escuelas y Liceos Comuna de Chañaral

Fuente http://www.mime.mineduc.cl/mime-web/mvc/mime/busqueda_avanzada

Adicionalmente, el nuevo edificio consistorial que se construirá para el funcionamiento de la Ilustre Municipalidad de Chañaral, representa una importante oportunidad para el diseño e implementación de un proyecto arquitectónico sustentable y basado en el uso del excelente recurso solar disponible en la comuna.

Como ya se ha señalado, la comunidad de Chañaral manifiesta la necesidad de extender los beneficios de la energía solar hacia otros ámbitos, no solamente vinculados a la generación directa de energía. Se mencionan aspectos de transporte, calidad y disponibilidad de agua potable, entre otros.

PROYECTOS	DESCRIPCIÓN
P1. Impulsar proyectos solares en edificios públicos: municipalidad, colegios, comisaría, consultorios, centros comunitarios, etc.	Instalar plantas fotovoltaicas en techos de edificios públicos, para aprovechar excelentes condiciones de radiación existentes en la ciudad. Consumos de edificios públicos son esencialmente diurnos, alta coincidencia con perfiles de generación solar.
P2. Impulsar Planta solar asociativa para la comuna.	Se propone impulsar una planta solar comunitaria, de mayor capacidad, que optimice costos y aspectos de logística y operación, que permita además mejorar condiciones de negociación energética para la comunidad.
P3. Impulsar uso de Bicicletas, instalar ciclovías, considerar uso de bicicletas eléctricas, (impulsadas por energía solar).	Desarrollar programa de diseño y construcción de ciclo vías, con estaciones alimentadas por energía solar. Considerar la incorporación de bicicletas eléctricas.
P4. Autos - Bus (electrificar transporte).	Desarrollar programa de impulso al uso de vehículos eléctricos, énfasis en transporte público. Si bien hoy son vehículos de alto costo, se espera que vayan disminuyendo en el tiempo. Carga de baterías de vehículos eléctricos a través de plantas solares, para obtener huella de carbono nula. Cabe destacar que existe en la ciudad de Santiago un proyecto piloto a cargo de la empresa Enel, que tiene en operación un bus eléctrico. Enel tiene importante presencia en la Región, si bien un programa o proyecto de este tipo puede ser complejo de implementar, es posible considerar solicitud de ayuda al sector privado (ver proyecto Enel en https://www.enel Distribucion.cl/la-compania/20160504-bus-electrico)
P5. Iluminación Pública eficiente, alimentada por ERNC.	Acelerar cambio de luminarias a sistemas más eficientes, combinar alimentación energética en base a energía solar. Proyecto relacionado a Eficiencia Energética. Cabe destacar que la Comuna ya realizó un recambio de luminarias en 2014. Ello se nota en los consumos energéticos comunales, pues tal como se plantea en el Diagnóstico Energético, los consumos energéticos por Iluminación Pública son relativamente reducidos. Sin embargo, en los Talleres con la Comunidad surge con bastante fuerza la necesidad de mejorar iluminación en diversos sectores de la Comuna. Se debe entender entonces, que las personas se refieren específicamente a ciertos puntos de la Comuna que mantienen iluminación deficiente, (los sistemas LED requieren planes de mantenimiento adecuados), o bien se refieren a localidades costeras específicas (Portofino, Flamenco, otros), que están en proceso de regularización, pues actualmente son "tomas".

PROYECTOS	DESCRIPCIÓN
P6. Impulsar la instalación de una planta desaladora comunitaria, para mejorar el suministro y calidad de agua potable en la comuna.	<p>Si bien se cuenta con suministro, éste es considerado deficiente, por la 'dureza' del agua, lo que impacta en electrodomésticos (lavadoras, hervidores, etc.) utensilios de cocina, sistemas de cañerías, llaves, etc. Además, hay algunas comunidades que aún no tienen conexión a las redes sanitarias. Hay ejemplos a nivel mundial de plantas desaladoras de osmosis inversa, alimentadas por energía solar, (ver fotos incluidas más adelante, con ejemplo en Isla de Chipre, en el Mediterráneo). Además, la complementación de desalación y energía solar constituye un interesante desafío técnico, que puede generar capacidades locales y un modelo aplicable en otras localidades costeras de la zona centro-norte del país. Una ventaja adicional de plantas desaladoras, es que la salmuera de descarte puede ser utilizada para tratamiento básico de caminos, y reducir las emisiones de polvo, en caminos no pavimentados.</p> <p>Ejemplo de Planta Desaladora alimentada por energía solar, en funcionamiento en la Isla de Chipre, en el Mar Mediterráneo. Es interesante pues se trata de una localidad costera. Esta planta fue instalada con asesoría técnica y soporte por parte de Fraunhofer ISE, Alemania.</p>



PROGRAMA / LÍNEAS DE FINANCIAMIENTO

- Para planta solar en Municipalidad: Techos solares públicos - <http://www.minenergia.cl/techossolares/>
Para integración de proyectos solares en planes educativos técnicos: <http://www.tecnico-profesional.mineduc.cl/https://www.ayudamineduc.cl/ficha/educacion-media-tecnico-profesional-5>
- Para financiamiento de Transporte Verde, Plan de Transporte de bajas emisiones:
 - Programas Ministerio de Transporte (“Renueva tu Micro – Renueva tu Taxi”, orientados a conversión de vehículos hacia combustibles más limpios, ver <http://dtp.mtt.gob.cl/WEBRTC/>).
 - Fondos municipales, Ministerio de Obras Públicas – MINVU, para modificaciones viales necesarias para ciclovías.
 - El Programa FIC Regional (Fondos de Innovación para la Competitividad Regional) también puede constituir una base para acceder al financiamiento de proyectos de innovación regionales: <http://goreatacama.gob.cl/fic/>
- Para Recambio de Luminarias:
Fondo Nacional de Desarrollo Regional, FNDR (<http://www.subdere.gov.cl/programas/divisi%C3%B3n-desarrollo-regional/fondo-nacional-de-desarrollo-regional-fndr>)
- Transporte Verde, 0 emisiones
Programas Ministerio de Transporte (“Renueva tu Micro – Renueva tu Taxi”, orientados a conversión de vehículos hacia combustibles más limpios, ver <http://dtp.mtt.gob.cl/WEBRTC/>).
- Programa Techos Solares Públicos, (<http://www.minenergia.cl/techossolares/>)
- Fondos municipales, Ministerio de Obras Públicas – MINVU, para modificaciones viales necesarias para ciclovías.
- Fondo Nacional de Desarrollo Regional, FNDR (<http://www.subdere.gov.cl/programas/divisi%C3%B3n-desarrollo-regional/fondo-nacional-de-desarrollo-regional-fndr>)
- Programa de Agua Potable Rural del Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas (<http://www.doh.gov.cl/APR/Paginas/Inicio.aspx>)
- Fondo para la Competitividad Regional – FIC Atacama (<http://goreatacama.gob.cl/fic/>)

PYMES

SECTOR	PROBLEMA	LINEA DE ACCIÓN
MIPYMES	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo aprovechamiento de la condición de alta disponibilidad de recurso solar. • Altos costos de energía. • Falta de competencia técnica y capacidad de gestión de las empresas locales, lo que no les permite abordar las nuevas oportunidades de negocio, que representa la existencia de alto nivel de desarrollo de la industria de generación solar a gran escala. • El desarrollo de los grandes proyectos fotovoltaicos en la Región de Atacama ha tenido bajo impacto positivo en la ciudad de Chañaral, en términos de generación de empleo, surgimiento de nuevas oportunidades de negocio para las MIPYMES locales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar Energía Solar en MIPYMES, como mecanismo para reducir costos energéticos. • Desarrollar capacidades y competencias técnicas y de gestión a nivel local, para implementar Oferta Local de Servicios/Productos, con énfasis en necesidades de la industria solar en la comuna. • Implementación de planes de comunicación de impactos positivos en la comuna. • Desarrollar en la comuna más oportunidades de trabajo. Generar nuevos sectores económicos, nuevos polos industriales, comerciales, de servicios. • Transformar la actual relación con los operadores de grandes plantas solares en uno de los motores de nueva actividad económica en la comuna. <p>Necesidad de generar Valor Compartido³⁶.</p>

³⁶ Se entiende por Valor Compartido o Capital Social la medición de la sociabilidad de un conjunto humano, en base a aspectos que permiten que se desarrolle colaboración y uso, por parte de actores individuales de una comunidad, de las oportunidades que surgen en estas relaciones sociales. Sociabilidad en este caso entendida como la capacidad para realizar trabajo conjunto, colaborar y llevar a cabo acción colectiva, (definición de Sociología). En este caso, se entiende como conjunto humano, a la comunidad más las empresas.

PROYECTOS	DESCRIPCIÓN
P7. Fortalecer competencias de gestión de las empresas.	Fortalecimiento de capacidades de gestión de las empresas locales. No solo se refiere a la creación de competencias específicas en energía solar, sino que también en materias de gestión de negocios, formación de empresas y emprendimiento, desarrollo de negocios, administración, adopción de estándares adaptados a necesidades de gran industria, etc.
P8. Programas de apoyo en Formación de Empresas y Emprendimiento.	
P9. Directorio de trabajo con Grandes Empresas, Generación de Valor Compartido.	<p>Se propone generar un Directorio de empresas validadas para trabajar con empresas operadoras de gran escala, que detalle competencias y servicios/productos ofrecidos, y que además entregue información sobre comportamiento de pago y cumplimiento con sus sub-proveedores. De esta forma se evita el problema observado a la fecha, en que proveedores intermedios de grandes operadores no cumplieron compromisos de pago con sus proveedores locales.</p> <p>Desarrollar relación constructiva con grandes plantas, generación de capital social. Se propone lograr para el año 2018 un acuerdo marco con los operadores de plantas de la zona, que establezca y genere beneficios concretos y tangibles, de mutuo valor para ambas partes, con la participación y compromiso de todos los actores públicos y privados involucrados.</p> <p>Desarrollar en la comuna más oportunidades de trabajo. Generar nuevos sectores económicos, nuevos polos industriales, comerciales, de servicios.</p>
P10. Fomentar Energía Solar en MIPYMES.	Desarrollar planes de incentivo al uso de energía solar en actividades comerciales e industriales en la comuna, aprovechando el gran recurso solar disponible para reducir costos y disminuir huella de carbono, y adicionalmente generar demanda por servicios y mano de obra técnica local, tanto en instalación como en operación de sistemas solares.

PROGRAMA / LÍNEAS DE FINANCIAMIENTO

- Fomento Energía Solar en PYMES:

<http://www.minenergia.cl/pfinanciamiento/>

En este link, el Ministerio de Energía pone a disposición un buscador de fuentes financiamiento para proyectos de Energías Renovables.

- Planes / Programas para creación de competencias, asesorías en desarrollo de planes de negocio, asesoría en cursos de capacitación y emprendimiento, Sercotec tiene diversos programas:

Portal de Capacitación: <https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/ver/2752>

Programa de Formación Empresarial: <https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/ver/2755>

MejoraNegocios, fondo de asesorías empresariales: <https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/ver/2749>

Sercotec también opera el programa Centros de Desarrollo de Negocios³⁷: <http://www.centroschile.cl/>

En la Región de Atacama, existen Centros operando en Copiapó y Vallenar (http://www.centroschile.cl/Centro_Negocio/Atacama)

- Implementar un Acuerdo Marco con operadores, concordar plan de acción de mutuo beneficio, 'Nuevo Trato':

Apoyo en planes y programas del Ministerio de Energía, buscar apoyo en autoridades para lograr acercamiento y establecimiento de Acuerdo Marco.

Generar instancias de conversación y aproximación a los Grandes Operadores.

Abrir contactos a través de instancias gremiales: ACERA, Generadoras de Chile.

Las empresas grandes dedican en forma creciente presupuestos y recursos internos para desarrollar iniciativas de creación de valor compartido, han incorporado equipos de trabajo con experiencia en generación de vínculos con comunidades. Por ejemplo, consultar EL Concurso para Organizaciones Sociales de Fundación Minera Escondida: <http://chilebeneficios.cl/concurso-para-organizaciones-sociales-fundacion-minera-escondida/>

³⁷ Programa ejecutado por el Servicio de Cooperación Técnica, Sercotec. Iniciativa que se enmarca en el acuerdo suscrito entre los gobiernos de Chile y Estados Unidos en junio de 2014, en materia de Promoción del Emprendimiento y del Crecimiento de las Pequeñas y Medianas Empresas, (fuente: <http://www.centroschile.cl/quienes-somos>)

Vivienda

SECTOR	PROBLEMA	LINEA DE ACCIÓN
VIVIENDAS SOCIALES y VIVIENDAS EN GENERAL	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos de energía. • Condiciones de habitabilidad deficientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar energía solar y eficiencia energética en viviendas sociales y en viviendas en general.

PROYECTOS	DESCRIPCIÓN
P11. Gestión desde la Municipalidad de compras asociativas, centralizadas de sistemas solares.	La Municipalidad puede cumplir un rol clave en coordinar a la comunidad para agrupar demanda y realizar adquisición y provisión centralizada de sistemas fotovoltaicos. Esto redundará en menores costos y acceso a mejores tecnologías, mejor calidad en componentes y en instalación de sistemas. Además, cumple con objetivo de impulsar uso de mano de obra local, complementario con creación de competencias locales. Es importante generar participación activa en esta iniciativa de la empresa de distribución eléctrica, incorporando desde el inicio la variable calidad de servicio eléctrico, para abordar y resolver la percepción de servicio inestable existente en la comunidad. Cabe destacar que para la comuna de Caldera, como resultado del desarrollo de su Estrategia Energética Local, se incluyó en una de las propuestas el Proyecto Caldera 30+ (http://iel.acee.cl/caldera-30/), que precisamente consiste en agregación de demanda a nivel residencial y comercial por energía solar. Un modelo similar ya está siendo implementado en la comuna de Vitacura (https://www.vitacura.cl/municipalidad/pr_mapa_solar.html).
P12. Plan de Electrificación de Comunidades Costeras / regularización Conexiones Irregulares mediante ERNC.	Existen varias localidades, a lo largo de la costa de la comuna, que no cuentan con suministro eléctrico regular. Se han implementado soluciones puntuales sin soporte técnico adecuado. Se trata de localidades tales como Portofino, Parque Nacional Pan de Azúcar, entre otras, que cuentan con alto potencial turístico. La electrificación de estas comunidades en base a ERNC permitiría explotar de mejor manera el potencial turístico existente
P13. Plan de Eficiencia Energética en viviendas nuevas y usadas, aprovechamiento condiciones climáticas (ejemplo casas Chañaral)	La incorporación de medidas de eficiencia energética en viviendas, con énfasis en impulsar el uso de sistemas de aislación térmica diseñados y adaptados para las condiciones climáticas de la zona, permitirá lograr importantes ahorros en el consumo de energía térmica en Chañaral, junto con lograr mejor calidad de vida, al obtenerse mejores niveles de confort térmico en casas y construcciones en general.

PROGRAMA / LÍNEAS DE FINANCIAMIENTO

- Apoyo para mejorar aislación térmica, Eficiencia Energética en viviendas:

Fondos MINVU mejoramiento de vivienda³⁸ (3PF – Programa Protección Patrimonio Familiar y Construcción en Sitio Propio - CSP): <http://beneficios.minvu.gov.cl/mejoramiento-de-vivienda-y-entorno/>

MINVU además cuenta con los subsidios para Acondicionamiento Térmico de Viviendas, para la Instalación de Sistemas Solares Térmicos, y para la Instalación de Sistemas Solares Fotovoltaicos, que permiten tanto mejorar las condiciones de aislación térmica de las viviendas como también la autogeneración de energía y de agua caliente sanitaria, a través del aprovechamiento de la energía solar. Más información en www.minvu.cl.

Planes y programas de financiamiento en buscador del Ministerio de Energía: <http://www.minenergia.cl/pfinanciamiento/>

- Aportes privados: grandes empresas mineras o energéticas presentes en la Región y en la comuna, podrán aportar recursos para el proyecto, lo que se puede enmarcar en sus propias iniciativas de responsabilidad social empresarial, creación de valor compartido, logrando mejorar sus vínculos con las comunidades.

- Programas de apoyo e información disponibles en Inversión Energética Local: <http://iel.acee.cl/> (Proyecto coordinado por la Asociación Chilena de Eficiencia Energética ACHEE, con el apoyo del Fondo de Inversión Estratégica, Ministerio de Energía, Programa Comuna Energética, y diversas municipalidades).

La misma comuna de Chañaral cuenta con un interesante ejemplo (villas construidas en Chañaral y El Salado, en base a viviendas y un concepto integral de barrio eco-sustentable):

<http://www.gob.cl/2015/06/24/minvu-y-universidad-catolica-construiran-barrios-ecosustentables-para-familias-damnificadas-de-chanaral/>

³⁸ Ya se encuentra en desarrollo un plan masivo de instalación de sistemas solares fotovoltaicos en 400 casas y pequeños comercios en la comuna de Diego de Almagro, por parte de SERVIU. Cada sistema tiene una potencia de 500 Watts. El programa se basó en modalidad subsidio bajo el proceso de Reconstrucción, utilizando dos programas: Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF) y Construcción en Sitio Propio (CSP), ambos de Ministerio de la Vivienda.

Educación y Difusión

SECTOR	DESAFÍO-PROBLEMA/OPORTUNIDAD	LINEA DE ACCIÓN
EDUCACIÓN Y DIFUSIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Desconocimiento sobre EE y ERNC, en particular Energía Solar. 	<ul style="list-style-type: none"> Planes y programas educacionales ERNC y EE, para que estudiantes de colegios y liceos descubran, conozcan y se familiaricen desde pequeños con el potencial de la energía solar en la zona. Desarrollar conocimiento y apropiación de conceptos de energía solar en la comunidad en general.

PROYECTOS	DESCRIPCIÓN
<p>P14. Plan de Capacitación de Profesores de Áreas Técnicas en Liceos / Escuelas de la comuna.</p>	<p>Generación de profesores de áreas técnicas con competencias y conocimientos suficientes en liceos y escuelas, para formar alumnos que al salir del colegio tengan competencias básicas para instalar y operar sistemas fotovoltaicos menores y/o tengan formación base para optar a cursos más avanzados. Una gran ventaja para ello es que se contempla la instalación de plantas fotovoltaicas en los Liceos de la comuna, mediante el programa Techos Públicos. La instalación de dichas plantas debe ser aprovechada además como laboratorio práctico, para ser integrada a los planes de estudio del liceo, (se adjuntan fotos de interesante ejemplo en Liceo Pablo Neruda de Arica).</p> 
<p>P15. Preparar Monitores / Líderes Energéticos comunales.</p> <p>P16. Desarrollo de Alianzas con Centros de Formación Técnica (IPs, U de Atacama, etc.) para formar técnicos con conocimientos avanzados en energía solar, pequeña, mediana y gran escala.</p>	<p>En conjunto con institutos profesionales y/o la Universidad de Atacama u otras instituciones, además de la participación de las empresas de energía, se propone desarrollar un sistema de capacitación para la creación de competencias locales efectivas en la comuna. Se sugiere aprovechar los perfiles de competencias disponibles en Chilevalora para formar técnicos que sean capaces de trabajar en cualquier etapa de un proyecto solar. Proyectos de capacitación y generación de competencias locales: instaladores, operadores, técnicos, etc. Además, es posible incluir la formación de monitores o líderes energéticos comunales, de manera de formar competencias y liderazgo de proyectos desde la comunidad.</p>
<p>P17. Talleres de Energías Renovables para toda la comunidad, con énfasis en energía solar.</p> <p>P18. Talleres de eficiencia energética para aprender sobre el correcto uso de la energía.</p>	<p>Talleres abiertos para la comunidad en general, que entreguen nociones básicas de energía y eficiencia energética. El objetivo es difundir y extender los beneficios y ventajas que implica la energía solar en la comuna, como fuente energética limpia y como nuevo sector económico. La generación de mayor conciencia comunitaria acerca de la energía solar será un aporte relevante para lograr capacidades de autogestión en la comuna. Es posible incluir un programa de buen uso de la energía, basado en trabajo directo con grupos familiares: se mide y monitorea directamente el consumo de una familia y se desarrolla un trabajo progresivo en el tiempo, enseñando técnicas y formas de ahorro, viendo directamente el impacto en la disminución del consumo. De esta manera, se logran cambios de comportamiento de manera activa, con experiencia real y concreta. Esta modalidad se puede implementar con familias 'pioneras', innovadoras, desde las cuales podrían emerger los Monitores o Líderes Energéticos comunales.</p>

PROGRAMA / LÍNEAS DE FINANCIAMIENTO

- Educación energética en escuelas con foco en la creación de competencias locales, para preparar personas capacitadas, a nivel escolar:

El Ministerio de Educación posee planes y programas para desarrollar innovación académica, fortalecimiento técnico-institucional, otros aspectos:

<http://www.tecnicoprofesional.mineduc.cl/>

<http://media.mineduc.cl/>

<http://media.mineduc.cl/actividades/>³⁹

<https://www.ayudamineduc.cl/ficha/educacion-media-tecnico-profesional-5>

AchEE – Agencia Chilena de Eficiencia Energética, posee planes y programas de capacitación: <http://www.acee.cl/cursos/>

Fondo Concursable Participa 2017. INJUV pone a disposición fondos para financiar iniciativas presentadas por jóvenes de entre 15 y 29 años, antecedentes en <https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/ver/40313>

10. PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS

El 14 de diciembre de 2016 se efectuó el taller 3 en la ciudad de Chañaral. En la ocasión se presentó a representantes de la comunidad y de la Municipalidad, la propuesta general de Sectores, Problemas, Líneas de Acción, Proyectos y Programas de Financiamiento levantados preliminarmente.

En el Taller se discutió en detalle cada proyecto, incluyendo la visión y experiencia del representante de la Secretaría Regional de Planificación y Coordinación (SERPLAC) de la Ilustre Municipalidad, lo que permitió incorporar la visión técnica y operativa del Municipio.

En la ocasión se priorizó el orden de implementación de los proyectos, en base a los criterios que la comunidad estimó más relevantes. Se determinó cuáles deberían ser presentados para su desarrollo en el corto plazo y cuáles deberían ser fusionados y/o modificados.

Para ello, cada persona indicó los 5 proyectos que a su juicio deberían ser priorizados, los que alcanzaron la siguiente votación:



³⁹ Se destaca el Plan de Fortalecimiento de la Educación Pública, el cual contempla, entre otras iniciativas, apoyo a la educación integral, desarrollo de innovaciones pedagógicas, apoyo formativo para docentes, entre otros aspectos.

PROYECTO	VOTOS	PRIORIDAD
5. Iluminación Pública Eficiente.	17	1
2. Impulsar Planta Solar Asociativa / Comunal (con modelo de gestión comunitario).	12	2
13. Plan de Eficiencia Energética en viviendas nuevas y usadas, aprovechamiento condiciones climáticas (ejemplo casas Chañaral).	9	3
14. Plan de Capacitación de Profesores de Áreas Técnicas en Liceos / Escuelas de la comuna.	8	4
15. Preparar Monitores / Líderes Energéticos comunales.	8	4
1. Impulsar proyectos solares en edificios públicos: municipalidad, colegios, comisaría, consultorios, centros comunitarios, etc.	7	5
6. Planta Desaladora Solar, nueva fuente de agua para riego, consumo humano, otras actividades".	7	5
12. Plan de Electrificación de Comunidades Costeras / regularización Conexiones Irregulares mediante ERNC.	7	5
17. Talleres energía solar a toda la comunidad.	6	6
18. Talleres de eficiencia energética, aprender sobre uso correcto de la energía".	3	7
7. Fortalecer competencias de gestión de las empresas.	2	8
9. Directorio de trabajo con Grandes Empresas, Generación de Valor Compartido.	2	8
11. Gestión desde la Municipalidad de compras asociativas, centralizadas de sistemas solares.	2	8
3. Ciclovías / Red de Bicicletas Públicas.	1	9
10. Fomento del Uso de Energía Solar en MIPYMEs.	1	9

11. CARTERA DE PROYECTOS

Al analizar el listado de proyectos, es posible reagruparlos con otros proyectos relacionados, además de visualizar aquellos que no se relacionan directamente con la EEL o bien son abordados por otras entidades de gobierno.

De este modo, el proyecto Transporte Limpio agrupa los siguientes:

3. Ciclovías / Red de Bicicletas Públicas.

4. Impulsar transporte eléctrico (Bus / taxis / etc.)

El proyecto "Fomento del Uso de Energía Solar en MIPYMEs":

7. Programas de Apoyo Técnico / Financiero / Gestión directo a PYMES.

8. Programas de apoyo en Planes de Negocio.

Estos proyectos pueden ser abordados desde programas disponibles en otros organismos públicos ya desplegados en la zona, por ejemplo, Sercotec u otros programas Corfo. Como no son programas directamente vinculados a energía, se recomienda focalizarlos en organismos especializados en desarrollar competencias de gestión en empresa pequeña y mediana, por lo que no se consideran en la EEL. Se estima de mayor interés y atractivo para la comunidad definir un proyecto de estímulo al uso de ERNC en MIPYMEs locales. Este proyecto, incrementará de manera práctica las competencias locales, generará nueva actividad económica y adicionalmente, permitirá al sistema empresarial de la comuna contar con una matriz energética más limpia.

Todos los proyectos relacionados con instancias de capacitación, conocimiento, difusión y educación sobre energía solar, se agrupan en el "Plan de Capacitación y Educación Comunal", incluyendo:

14. Plan de Capacitación Profesores Técnicos.

15. Preparar Monitores / Líderes Energéticos comunales.

17. Talleres Energía Solar a toda la comunidad.

18. Talleres de eficiencia energética, aprender sobre uso correcto de la energía.

16. Alianzas con Centros de Formación Técnica.

13. Capacitación en Eficiencia Energética en viviendas nuevas y usadas.

Si bien no resultó definido con alta prioridad, se estima necesario considerar el proyecto 11, referente a compras asociativas coordinadas por la Municipalidad, pues puede resultar un mecanismo eficiente para impulsar la masificación de la energía solar en la comuna.

El proyecto 12, referente a regularización de conexiones eléctricas y conexión de comunidades costeras a las redes eléctricas, involucra a una serie de organismos, siendo complejo abordarlo desde la perspectiva de la EEL. Las conexiones eléctricas irregulares van normalmente asociadas a urbanizaciones

irregulares, por lo que su formalización es más compleja y multi-dimensional, ya que abarca temas urbanos, de uso del territorio, planos reguladores, otros servicios públicos, etc. No es recomendable incluirlo en esta EEL, pues no se puede abordar solamente desde la perspectiva energética.

Los proyectos 2. Planta Solar Asociativa y 1. Impulso a Proyectos Solares en Edificios Públicos, se fusionan en el proyecto Infraestructura Solar Comunitaria, que consiste en desarrollar un proyecto de energía solar concreto para algún edificio público a definir (se presentará un pre-diseño referencial para una planta solar de este tipo).

Se define y propone un Proyecto de Generación de Valor Compartido, que permita generar instancias de colaboración y relaciones positivas, de mutuo beneficio, entre las empresas y la comunidad. En primera instancia, se propone dirigir el esfuerzo de este proyecto a desarrollar un sistema de valor compartido entre empresas de energía y la comunidad de Chañaral, sin perjuicio que el modelo puede ser extendido a otros sectores industriales, tales como portuario, minero y pesquero. Una forma de generar valor para la comunidad, que se ha utilizado con éxito en algunos sectores como Minería, es la implementación de un Royalty, sobre la producción o estructura de ingresos de las plantas FV de gran escala, que genere un fondo comunal directo para impulsar proyectos en la comuna. Estos proyectos también pueden ir en beneficio de las propias empresas, pues si por ejemplo se generan competencias locales, se crean redes de proveedores locales, etc., los costos de servicios y personal pueden sufrir importantes reducciones y optimizaciones.

Finalmente, se ha relevado la necesidad de que la Municipalidad pueda incorporar un sistema eficiente para el análisis centralizado de contratos y cuentas con la empresa distribuidora local. Esto permitiría analizar en forma ordenada las boletas y facturas de servicio eléctrico de los múltiples servicios que la Municipalidad gestiona, lo que es un elemento relevante para generar ahorros de costos y en definitiva, mejor gestión presupuestaria de los recursos municipales. Para ello, se propone considerar un proyecto denominado "Análisis de optimización de tarifa eléctrica para las cuentas de electricidad de los servicios contratados por la I. Municipalidad de Chañaral".

Dicho proyecto debe incluir al menos los siguientes aspectos: análisis de demanda, de potencia punta, tipo de tarifa, recomendación de cambio de tarifa, ahorros potenciales, ingreso de solicitud de cambio de tarifa y acompañamiento en el proceso de cambio de tarifa, entre otros aspectos.

Agrupando los proyectos según los criterios expuestos, se obtiene el Cuadro Final de Proyectos para la Comuna de Chañaral:

PRIORIDAD	PROYECTO
1	ILUMINACIÓN EFICIENTE 5. Iluminación Pública Eficiente.
2	INFRAESTRUCTURA SOLAR COMUNITARIA / PLANTA SOLAR EN EDIFICIO PÚBLICO 2. Impulsar Planta Solar Asociativa / Comunal (con modelo de gestión comunitario). 1. Proyectos solares en edificios públicos (escuelas, Municipalidad, etc) - Techos Públicos.
3	OPTIMIZACIÓN DE CONTRATOS Y TARIFAS Proyecto de análisis, revisión, gestión y optimización de los múltiples contratos y planes tarifarios vigentes, en los diversos consumos municipales.
4	PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN COMUNAL 14. Plan de Capacitación Profesores Técnicos. 15. Preparar Monitores / Líderes Energéticos comunales. 17. Talleres Energía Solar a toda la comunidad. 18. Talleres de eficiencia energética, aprender sobre uso correcto de la energía. 16. Alianzas con Centros de Formación Técnica. 13. Capacitación en Eficiencia Energética en viviendas nuevas y usadas.
5	PLANTA DESALADORA 6. Planta Desaladora OR Solar, nueva fuente de agua para riego, consumo humano, otras actividades".
6	GENERACIÓN DE VALOR COMPARTIDO 9. Directorio de trabajo con Grandes Empresas.
7	COMPRAS ASOCIATIVAS 11. Gestión desde la Municipalidad de compras asociativas, centralizadas de sistemas solares.
8	TRANSPORTE LIMPIO 3. Ciclovías / Red de Bicicletas Públicas. 4. Impulsar transporte eléctrico (Bus / taxis / etc.).
9	FOMENTO ERNC EN MIPYMES 10. Fomentar Uso ERNC en MIPYMES.

A partir de esta cartera de proyectos, se pueden establecer metas medibles y verificables, evaluando permanentemente los resultados obtenidos para ver dónde se requiere replicar las iniciativas o tomar otras medidas.

Es de gran importancia identificar y fortalecer las sinergias de la cartera de proyectos con programas existentes, en especial para el acceso a fondos y asistencia técnica, tanto del Gobierno Regional como de organismos sectoriales (salud, vivienda, agricultura y otros).

Los proyectos deben ser formulados al nivel de idea de proyecto, donde se identifique a los beneficiarios, los costos y los impactos esperados, entre otros. A continuación, se exponen las fichas de los proyectos propuestos.

12. FICHAS DE PROYECTOS

Proyecto: ILUMINACIÓN EFICIENTE

Ubicación: Zona urbana comuna de Chañaral, más localidades costeras.

Necesidad energética a resolver: En las personas hay percepción de la necesidad de más y mejor iluminación en varios sectores de la comuna. La comuna ya invirtió en 2014 en el recambio del sistema de luminarias tradicionales por luminarias de tipo LED, obteniendo importantes ahorros en consumo energético.

SECPLAC de la Municipalidad de Chañaral señala que se aprecia una deficiencia en la cantidad de iluminación entregada en zonas costeras, debido a que no cuentan con alumbrado público. Por ello, se estima que una alternativa de solución sería la instalación de postes solares con luminarias solares inteligentes autocontenidas (batería y panel solar incluidas en la luminaria). La Municipalidad estima que el recambio de luminarias a LED fue el primer paso y el siguiente será el recambio a luminarias solares inteligentes autocontenidas.

Además, CORFO señala que de acuerdo a conversaciones sostenidas con SUBDERE, la experiencia existente en diversas comunas en relación a luminarias solares autocontenidas, no es del todo positiva. Hay diversidad de proveedores y calidades, y es clave considerar un adecuado plan de mantenimiento al optar por una solución de este tipo. Por tanto, se propone definir un macro proyecto de mejoramiento de iluminación en las zonas costeras de la comuna, considerando las distintas alternativas técnicas existentes.

Objetivos:

Objetivo General: Contar en la comuna con un sistema de iluminación pública eficiente, económica, segura y confiable con énfasis en la situación de las zonas costeras de la comuna.

Objetivos específicos:

- Contar con un sistema de iluminación pública que optimice el consumo energético asociado.
- Contar con un sistema de iluminación pública que entregue las necesarias condiciones de cobertura, seguridad y comodidad a los vecinos, cumpliendo las normativas lumínicas aplicables.

Actividades: Levantamiento detallado de la situación actual en las zonas costeras de la comuna. Desarrollo de proyecto de iluminación en zonas

en las cuales se requiera extender o complementar el servicio actual en las zonas costeras. Estudio de alternativas técnicas adecuadas, de acuerdo a las condiciones existentes en las zonas objetivo definidas. A continuación, es necesario desarrollar el proyecto eléctrico de factibilidad. Luego, se deben buscar fuentes de financiamiento para llevarlo a cabo, las que en primera instancia contemplan optar a financiamiento por intermedio de FNDR.

Metodología:

- Levantamiento de situación actual.

Identificación de lugares en los que se requiere extender o mejorar el servicio de iluminación actual. El proyecto se enfocará preferentemente en las zonas costeras de la comuna.

Identificación y descripción de alternativas técnicas adecuadas, según la realidad y condiciones existentes en las zonas costeras de la comuna.

- Desarrollar proyecto de ingeniería eléctrica.
- Informe técnico de factibilidad.
- Presentación proyecto para lograr financiamiento.

Productos:

Sistema de iluminación eficiente de acuerdo con la normativa aplicable, en zonas que complementen o extiendan los beneficios de la infraestructura de alumbrado público actualmente en operación, en particular en las zonas costeras de la comuna.

Ámbito de acción y alcance del proyecto: Comuna de Chañaral. En particular, se recomienda enfocar la iniciativa en localidades costeras que hoy no cuentan con electrificación formal: Portofino, Flamenco, Parque Nacional Pan de Azúcar.

Identificación de los Beneficiarios: Población de Chañaral, particularmente habitantes de las localidades indicadas: Portofino, Flamenco, Parque Nacional Pan de Azúcar.

Implementación: Depende de plazos y procedimientos de suministro de insumos y servicios coordinados por la I. Municipalidad. Se propone considerar un plazo de 3 años, para contar en 2020 con el 100% de la comuna con servicio de iluminación eficiente.

Impactos Esperados: Beneficios tangibles: ahorro importante en gasto energético municipal. Estimativamente, en comparación con iluminación en

base a luminarias tradicionales de sodio, el recambio total a luminarias de tipo LED implicaría ahorros superiores al 50% en los consumos de energía en el sistema de iluminación pública. Beneficios intangibles o sociales: mayor percepción de seguridad, mejor calidad de vida, menor nivel de delincuencia, barrios más seguros.

Gestión del Proyecto: Proyecto presentado por la Ilustre Municipalidad de Chañaral.

Costos y Financiamiento: Siguiendo ejemplo observado en Diego de Almagro, el proyecto puede ser presentado al FNDR (<http://www.subdere.gov.cl/programas/divisi%C3%B3n-desarrollo-regional/fondo-nacional-de-desarrollo-regional-fndr>). Como referencia, el proyecto total de iluminación considerado para Diego de Almagro tiene un costo de \$ 900.000.000. Para el caso de Chañaral, dado que ya se hizo un esfuerzo, el costo es menor.

No es posible contar con un monto específico, pues a la fecha no existe un levantamiento detallado del proyecto de iluminación complementario a la situación actual. Como referencia, LED Solar equivalente a luminarias tradicionales de 150 Watts, tiene un costo en el mercado que oscila entre \$300.000 y \$500.000, instalado. Estos valores dependerán de las cantidades

a adquirir y sus calidades. Es importante considerar no solamente el suministro e instalación de luminarias, sino además la incorporación de un contrato de mantenimiento adecuado y la consideración de materiales de alta calidad, dado que se trata preferentemente de localidades costeras, sometidas a rigurosidades propias de los ambientes marinos, (el factor corrosión y limpieza de los paneles, para el adecuado funcionamiento de los componentes, es un elemento clave). También puede ser una opción buscar directamente suministro por parte de un ente privado, mediante una licitación que incluya no solo la instalación de las luminarias, sino además un contrato de Operación y Mantenimiento. Bajo este esquema, la Municipalidad no hace la inversión total, adjudica el servicio mediante un modelo similar a una Concesión por el que se paga un servicio mensual. Dicho pago de servicio incluye la amortización de la inversión, rentabilidad y aspectos de Operación y Mantenimiento del sistema de iluminación. Según información entregada por la administración previa de la Municipalidad de Chañaral, éste es el modelo bajo el cual opera el actual sistema de iluminación de Chañaral. Con esta modalidad, se asegura también la correcta operación del sistema, reduciendo tasa de fallas y aliviando trabajo y costo directo por parte de la Municipalidad, si se diseña un contrato de suministro y servicio con los incentivos adecuados.

Proyecto: INFRAESTRUCTURA SOLAR COMUNITARIA / PLANTA SOLAR EN EDIFICIO PÚBLICO

Ubicación: Comuna de Chañaral.

Necesidad energética a resolver: : Aprovechar el recurso solar existente en la ciudad, para disminuir costos energéticos comunales, disminuir la huella de carbono comunal e impulsar con el ejemplo el desarrollo de la industria solar local, mediante proyectos emblemáticos en edificios públicos. A modo de ejemplo, se presenta un proyecto genérico de carácter referencial diseñado en base a parámetros de radiación solar disponibles en la ciudad de Chañaral, que podría servir de base para identificar un edificio público específico e impulsar un proyecto concreto.

Objetivos:

Objetivo General: : Incorporar en forma activa el aprovechamiento del importante recurso solar que existe en la comuna, en la matriz energética de los servicios públicos y municipales, a través de un proyecto concreto emblemático en edificio público a definir en la ciudad de Chañaral.

Objetivos específicos:

- Desarrollar un proyecto de incorporación de sistemas fotovoltaicos en el edificio público emblemático, (idealmente de propiedad municipal).
- Reducir costos energéticos comunales mediante aprovechamiento de recurso solar.
- Reducir huella de carbono comunal.
- Impulsar el desarrollo de industria solar local a través del desarrollo de un proyecto comunal emblemático.

Actividades: Se propone identificar proyectos posibles en la infraestructura pública de la comuna, definiendo prioridades. Es posible contar con asesoría y orientación por parte del programa Techos Públicos Solares. A modo de referencia técnica, se propone un proyecto para un edificio genérico con una superficie disponible para sistemas fotovoltaicos de 800 m² en su techumbre. Considerando un panel solar comercial estándar de 260 [Watts peak], y 1,637 m² de superficie⁴⁰, dicha superficie permitiría implementar una planta de 18,98 [kWp], preliminarmente.

⁴⁰ Panel Fotovoltaico Jinko JKM260P-60

Metodología:

- Designación de un encargado de proyecto en la Municipalidad, que gestione el desarrollo de las diversas etapas requeridas.
- Selección de edificio para planta propuesta, preparación de proyectos, búsqueda de asesoría técnica, fondos / programas adecuados para financiamiento, según modelos expuestos en el presente Informe.
- Contar con asesoría técnica especializada para detallar aspectos técnicos y económicos del proyecto a desarrollar.
- Desarrollo de Proyecto Técnico: estudio de ingeniería básica y detallada, estimación de producción de energía, revisión de compatibilidad y estado de la red eléctrica actual del Municipio, ubicación y estudio de costos detallado.
- Desarrollo de tramitación para lograr conexión de planta mediante los procedimientos establecidos en la Ley de Generación Distribuida, (Ley 20571), para los excedentes de energía de la planta sean inyectados y reconocidos por la empresa distribuidora.
- Gestionar la presentación de la iniciativa a instancias de financiamiento, por ejemplo, Programa Techos Públicos Solares o fondos especiales regionales.
- Definición de estructura organizacional y de responsabilidades técnicas, financieras y administrativas para la planta solar municipal, con el propósito de contar con un modelo de gestión o modelo de negocio de la planta.
- Complementar el proyecto con instancias de difusión de conocimiento, capacitación y entrenamiento (previstas en otros proyectos de desarrollo propuestos en el presente informe) para impulsar la creación de competencias a nivel local e impulsar industria solar local, al menos a nivel de componentes básicos, y labores de mantención e instalación.

Productos:

- Planta solar en edificio de municipal o público a identificar.
- Modelos de gestión y operación de la planta a cargo de equipo de gestión municipal.
- Conexión de planta con modelos de educativos / de difusión para soportar la creación de competencias locales, e impulsar el conocimiento y cercanía de las personas hacia la energía solar.

Ámbito de acción y alcance del proyecto: Edificio municipal. Una alternativa concreta, podría ser la incorporación de la planta fotovoltaica propuesta en el proceso de construcción del nuevo edificio de la propia Municipalidad de Chañaral. Es posible plantear un ámbito de alcance comunal, debido a la característica de proyecto emblemático.

Identificación de los Beneficiarios: La Municipalidad verá reducciones en los consumos energéticos del edificio seleccionado para el desarrollo del Proyecto. Por extensión, escolares, estudiantes y la comunidad en general, se verán beneficiados de manera indirecta, al contar con una instancia de capacitación y difusión de la energía solar en la comuna. En cuanto a beneficios directos para la municipalidad, en la configuración referencial propuesta, se propone una planta solar de 18.98 kWp de potencia, que podría generar hasta 32.228 kWh/ año, (ver detalles de cálculos realizados en Anexos).

Implementación: Revisar plazos y posibilidades según programa Techos Públicos Solares, u otros programas. Se estima un plazo de 2 años, si la planta se instala en un edificio ya existente.

Impactos Esperados: Beneficios tangibles: importante ahorro en gasto energético municipal, con un potencial de hasta \$ 2.640.000 anuales, asumiendo una distribución de 70% de producción para autoconsumo y 30% de excedentes inyectados a la red, bajo un plan tarifario BT1.

Gestión del Proyecto: Se propone que el proyecto sea liderado por la Ilustre Municipalidad de Chañaral, bajo lineamientos del programa Techos Solares Públicos, sin perjuicio de otras fuentes de financiamiento disponibles. Es necesario contacto y coordinación con Ministerio de Energía, además se sugiere buscar formas de colaboración con empresas operadoras y/o desarrolladoras de plantas de gran escala ya presentes en la zona.

Costos y Financiamiento: Para una planta de 18,98 kWp de potencia, se estima un costo de inversión llave en mano de \$ 15.000.000 aproximadamente, (US\$ 22.800). En la actualidad, a precios vigentes al momento de redactar el presente informe, en promedio el valor de instalación de plantas fotovoltaicas en modalidad llave en mano se encuentra en torno a US\$ 1.2 / Wp instalado. Detalles de cálculos preliminares de costo y estimaciones de generación de energía, se incluyen en Anexo.

Posibles opciones de Financiamiento:

- Programa Ministerio de Energía – Techos Solares Públicos: <http://www.minenergia.cl/techossolares/>

⁴¹ Crowd-funding: modelo de financiamiento basado en 'desintermediación financiera', mediante el cual se ponen en contacto promotores de proyectos que demandan fondos, a través de la participación social o mediante la solicitud de préstamos, con inversionistas u oferentes de fondos que buscan a su vez inversiones para obtener un rendimiento financiero. En Crowd-funding se destaca la condición de unión masiva de inversionistas que financian con cantidades pequeñas, lo que es usado normalmente para financiar proyectos de alto potencial, por ejemplo, proyectos de alto nivel de innovación tecnológica y de alto riesgo. Han surgido también opciones de crowd-funding para financiar proyectos de innovación social.

⁴² Propuesta presentada en Estrategia Energética de Caldera, desarrollada por Fundación Chile.

- Fondo de Acceso Energético (FAE) del Ministerio de Energía: <https://fae.minenergia.cl/>
- Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) Región de Atacama: goreatacama.gob.cl/fic/
- FNDR
- Planta aportada total o parcialmente por medio de auspicios de empresas privadas. Por ejemplo, desde aportes de compañías operadoras de energía solar a gran escala presentes en la zona.
- Modelo de tipo ESCO, se licita suministro, financiamiento y construcción a privados, y la comunidad en conjunto con la Municipalidad, comprometen un contrato de compra de energía a largo plazo.

Ejemplo de Referencia: Planta Solar de 100 kWp en techos del Centro Cultural Gabriela Mistral, Santiago, (GAM), financiada mediante programa Techos Solares Públicos:



- Modelo de tipo crowd-funding⁴¹: parte de aportes privados, parte municipal, parte de los propios vecinos o de terceros. Existe un interesante ejemplo aplicado a colegios en el Reino Unido, el programa Solar Schools (www.solarschools.org.uk)⁴². En dicho programa, toda la comunidad escolar es provista con entrenamiento, apoyo y capacidades para levantar financiamiento, mediante un mecanismo de crowd-funding. Dicho modelo podría ser considerado, si se desea abordar la planta propuesta en una escuela municipal.

- Modelo de tipo ESCO, se licita suministro, financiamiento y construcción a privados, y la comunidad en conjunto con la Municipalidad compromete contrato de compra de energía a largo plazo.

Proyecto: OPTIMIZACIÓN DE CONTRATOS Y PLANES TARIFARIOS DE CONSUMOS MUNICIPALES**Ubicación: Comuna de Chañaral.****Necesidad energética a resolver:** Disminuir gastos incurridos en suministro eléctrico en infraestructura municipal y pública, mediante la revisión y priorización de contratos de suministro energético, acompañado de potenciales cambios tarifarios.**Objetivos:****Objetivo General:** Desarrollar un estudio detallado de contratos y tarifas actuales de los múltiples servicios municipales existentes, como base para contar con una priorización de los contratos que podrían generar el mayor ahorro monetario al realizar un cambio tarifario exitoso.**Objetivos Específicos:**

- Identificar y clasificar centros de consumo, empalmes, contratos y planes tarifarios vigentes en los distintos consumos municipales.
- Analizar consumos y determinar potencial de ahorro por ajuste y revisión de contratos y planes tarifarios vigentes (búsqueda de espacios de optimización).
- Priorizar contratos y tipos de consumo que al realizar cambio tarifario podrían generar el mayor ahorro en materias de suministro energético para la Municipalidad.
- Cambiar tarifa de contratos priorizados.

Descripción: El proyecto consiste en el desarrollo de un sistema de gestión centralizado de contratos, boletas y facturas de servicios eléctricos municipales, más una revisión y análisis detallado de los actuales contratos de servicio y esquemas tarifarios, con el propósito de detectar ineficiencias y lograr ahorros por mejor gestión contractual y tarifaria.**Metodología:**

- Identificación de todos los servicios de suministro energético contratados por la Municipalidad.
- Recopilación y clasificación de documentación de respaldo: contratos, boletas y facturas de todos los servicios municipales.
- Contratación de servicio especializado de optimización tarifaria y contractual de servicios de suministro energético.
- Identificación de contratos/consumos de mayor impacto potencial en ahorros gracias a cambios tarifarios y renegociación de contratos de suministro.
- Cambios tarifarios y nuevos contratos energéticos.

Productos:

- Levantamiento de consumos energéticos y sus respectivos contratos, como también los montos históricos incurridos para suministrar estos energéticos a los puntos de consumo.
- Levantamiento de opciones tarifarias para cada tipo de energético consumido.
- Priorización de contratos/puntos de consumo según potencial de ahorro.
- Conjunto de recomendaciones y acciones concretas a desarrollar ante empresa distribuidora de energético.
- Negociación tarifaria y de nuevos contratos de suministro de los energéticos identificados en el punto anterior.
- Ejecución de los cambios contractuales identificados en el proyecto.

Ámbito de acción y alcance del proyecto: todos los inmuebles y consumos eléctricos directamente gestionados por la Municipalidad de Chañaral.**Identificación de los Beneficiarios:** Ilustre Municipalidad de Chañaral.**Implementación:** Se estima un plazo máximo de 1 año, considerando 3 a 6 meses para desarrollar un proceso de licitación y definición de proponente, y un plazo máximo de 6 meses para su ejecución⁴³.**Impactos Esperados:** Preliminarmente, es difícil indicar un impacto económico directo, pues no se cuenta con un levantamiento detallado de los consumos municipales actuales. Es posible indicar que un ahorro equivalente a 10% debería ser una meta posible y factible.**Gestión del Proyecto:** Se recomienda designar a un encargado municipal directo (de forma de generar transferencia de conocimiento en materias de gestión y revisión de contratos energéticos), perteneciente a las unidades de administración y presupuestos y contar con la ayuda de empresas especializadas**Costos y Financiamiento:** Un proyecto de este tipo tiene un costo que podría ascender a un máximo de \$ 10 millones.**Posibles fuentes de financiamiento:**

Fondos Municipales propios (el proyecto puede tener un alto retorno, por el potencial de ahorros a generar).

Es posible buscar asesoría especializada en ACHEE, Asociación Chilena de Eficiencia Energética, (www.acee.cl).Diversas consultoras privadas proveen este tipo de servicios, es recomendable consultar en www.acesol.cl, Asociación Chilena de Empresas de Energía Solar, y también en ANESCO Chile AG, Asociación Nacional de Empresas de Eficiencia Energética (www.anescochile.cl). Ver específicamente http://www.anescochile.cl/?post_type=miembros .

Esta iniciativa podría integrarse con el proyecto relativo al desarrollo de la planta solar en el edificio de la municipalidad.

⁴³ A modo de referencia, existen profesionales del área de ingeniería eléctrica que se especializan en realizar revisiones energéticas (tarifarias y contractuales) de este tipo.

Proyecto: PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN MUNICIPAL**Ubicación: Zona urbana comuna de Chañaral.**

Necesidad energética a resolver: Creación de conocimiento a nivel general en la comunidad, para lograr impulso desde la base comunitaria para el desarrollo de proyectos de ERNC y Eficiencia Energética.

Objetivo:

Objetivo General: Implementar un Plan de Capacitación y Creación de conocimiento sobre ERNC con énfasis en energía solar y aspectos de eficiencia energética en la comuna de Chañaral.

Objetivos Específicos:

- Implementar talleres y programas educacionales ERNC en escuelas y liceos (Energías Renovables No Convencionales) y EE (Eficiencia Energética).
- Implementar talleres comunitarios para la creación de competencias locales, como base para preparar personas capacitadas y desarrollar habilidades básicas para crear nueva actividad económica en la comuna, entregando herramientas para el desarrollo de nuevas actividades económicas en torno a la energía solar.
- Implementar talleres de formación de líderes energéticos, que en calidad de monitores comunitarios impulsen y gestionen proyectos de ERNC y Eficiencia Energética.

Actividades:

Desarrollar planes y programas educacionales ERNC y EE, para que los estudiantes descubran el potencial de la energía solar en la zona. Implementar planes de educación energética en escuelas y liceos. Capacitación de profesores, desarrollo de planes educacionales con asesoría técnica adecuada. Creación de conocimiento a nivel general en la comunidad, mediante el desarrollo de talleres formativos y participativos. Formación de líderes energéticos, que asuman roles de monitores y gestores locales de proyectos en la comunidad, mediante cursos y talleres específicos.

Metodología:

Se propone una metodología de trabajo basada en el desarrollo de los siguientes elementos específicos, a ser implementados directamente en la comunidad o bien con el sistema educacional de la comuna (colegios, liceos):

- Preparar Monitores / Líderes Energéticos comunales, mediante la captación

de personas con competencias técnicas iniciales, a ser formadas a través de talleres y cursos especializados.

- Desarrollo de Talleres comunitarios de eficiencia energética y energía solar, para enseñar a la comunidad sobre uso correcto de la energía y además incrementar el conocimiento de las personas acerca del potencial solar de la comuna.
- Desarrollar un Plan de Capacitación en energía solar y eficiencia energética para Profesores en la comuna, para que a su vez ellos puedan incluir estos tópicos en sus clases.
- Establecer alianzas con Centros de Formación Técnica, como base para desarrollar los talleres, cursos, planes y programas recién descritos.
- Desarrollar talleres y planes de capacitación en Eficiencia Energética en viviendas nuevas y usadas, tanto para constructores como para usuarios. Las empresas constructoras pueden implementar sistemas de construcción que consideren aspectos de aislación y eficiencia energética y los habitantes de una casa pueden implementar medidas / mejoras en sus actuales viviendas.
- Desarrollar programa de buen uso de la energía, basado en trabajo directo con grupos familiares: medición y monitoreo directo del consumo de una familia, con desarrollo de un trabajo progresivo en el tiempo, enseñando técnicas y formas de ahorro, viendo directamente el impacto en la disminución del consumo.

Productos:

- Plan y programa de talleres energéticos comunitarios.
- Plan y programa de capacitación de profesores.
- Plan de Contenidos de cursos y talleres, en ERNC y Eficiencia Energética.
- Plan y programa de cursos y talleres de Formación de Líderes o Monitores energéticos comunitarios.
- Talleres implementados con la comunidad, sistema escolar y de formación de monitores energéticos comunales.
- Programa Buen Uso de la Energía implementado.
- Familias Pioneras elegidas y capacitadas.
- Una comunidad capacitada e informada sobre elementos de ERNC y Eficiencia energética, que permita el desarrollo de habilidades y competencias locales, junto con la creación de una industria solar local, con proyectos e ideas originadas en la base comunitaria.
- Implementación de un plan de difusión con apoyo en las múltiples asociaciones vecinales y comunitarias existentes en Chañaral.
- Involucrar a profesores y personal docente en el desarrollo de planes y programas. Evaluar el resultado de iniciativas que ya se han realizado (Actividad

con Ruta Solar, 2016).

Ámbito de acción y alcance del proyecto: toda la comunidad de Chañaral.

Identificación de los Beneficiarios: Estudiantes de Básica y Media de la Comuna. Sector productivo, población en edad laboral, incluso es posible señalar que toda la población en general se vería beneficiada de manera indirecta.

Implementación: Proyecto requiere interacción con múltiples organismos. 2 años como máximo para coordinación y preparación. Después los programas tendrán carácter permanente.

Impactos Esperados:

Generación de mayor cultura energética en la comuna. Formación y creación de competencias técnicas locales, generación de nuevas competencias laborales. Formación de Líderes Energéticos Comunales, que impulsen proyectos a nivel de las bases de la comunidad.

Gestión del Proyecto: Proyecto liderado por la Ilustre Municipalidad de Chañaral, requiere coordinación y participación de múltiples actores: Ministerio de Educación, Sercotec, Ministerio de Economía (Corfo), Ministerio de Energía, Universidades y Centros Técnicos, autoridades educacionales locales, etc. Desde la Municipalidad se debiese coordinar y direccionar la participación de otras entidades comunales y gremiales, no solamente liceos y colegios, tales como juntas de vecinos, asociaciones gremiales, cámaras de comercio, entre otros.

Costos y Financiamiento: Es posible proponer la creación de un fondo de hasta \$40 millones, para la coordinación y desarrollo de un plan comunal de talleres e iniciativas de capacitación y creación de conocimiento y competencias locales, por un período de 2 años.

Posibles fuentes de financiamiento: En Mineduc, existen planes y programas, en los cuales es posible encontrar apoyo para desarrollar este proyecto.

En cuanto a educación energética en escuelas, foco en creación de competencias locales, preparar personas capacitadas, a nivel escolar, el Ministerio de Educación posee planes y programas para desarrollar innovación académica, fortalecimiento técnico-institucional, entre otros aspectos:

<http://www.tecnico-profesional.mineduc.cl/>

<http://media.mineduc.cl/>

<http://media.mineduc.cl/actividades/44>

<https://www.ayudamineduc.cl/ficha/educacion-media-tecnico-profesional-5>

AchEE – Agencia Chilena de Eficiencia Energética, posee planes y programas de capacitación: <http://www.acee.cl/cursos/>. Es interesante considerar la generación de convenios de capacitación y formación de competencias en Energías Renovables y Eficiencia Energética con la ACHEE, existen interesantes instancias en esta institución.

Programa de Ecoalfabetización del Instituto de Ecología Política (www.iepe.org).

Fondo Concursable Participa 2017. INJUV pone a disposición fondos para financiar iniciativas presentadas por jóvenes de entre 15 y 29 años, antecedentes en <https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/ver/40313>

⁴⁴ Se destaca el Plan de Fortalecimiento de la Educación Pública, el cual contempla, entre otras iniciativas, apoyo a la educación integral, desarrollo de innovaciones pedagógicas, apoyo formativo para docentes.

Proyecto: PLANTA DESALADORA**Ubicación: Localidades costeras de Portofino o Flamenco.**

Necesidad energética a resolver: La Municipalidad invierte hoy una gran cantidad de recursos en distribuir agua con camiones aljibe en estas localidades, que no cuentan con suministro de agua potable. Además, los vecinos deben autoabastecerse, llevando su propia agua en tambores. Todo ello conlleva problemas sanitarios y logísticos. Estas comunidades son lugares con interesantes perspectivas de desarrollo turístico, por lo que contar con agua potable de manera estable, les permitirá impulsar estos negocios de mejor forma y mejorar sus condiciones básicas de vivienda. Las plantas desaladoras de Osmosis Inversa, al tratar agua de mar, consumen importantes niveles de energía (estimativamente, 3 a 4 kWh por cada m³ de agua fresca producida). Se propone desarrollar un sistema de plantas desaladoras de Osmosis Inversa alimentadas por energía solar.

Una condición de base relevante para el desarrollo de este proyecto, es la legalidad de las urbanizaciones en estas localidades costeras, tema que se analizó de manera específica con SECPLAC de la Municipalidad. En ambas localidades existe población en situación de ocupación ilegal (“toma”), sin embargo se señala que esto está en proceso de regularización. Además, hay viviendas que pagan concesión marítima y otras que pagan arriendo a Bienes Nacionales. Estos elementos, considerando además el potencial turístico de estas localidades y la necesidad de definir áreas de expansión urbana, justifican este proyecto.

Objetivos:

Objetivo General: Contar en las comunidades de Flamenco y Portofino con suministro de agua potable estable y a costos razonables.

Objetivos Específicos:

- Mejorar sustancialmente la calidad de vida de los habitantes de estas comunidades, mediante el abastecimiento seguro y confiable de agua potable de buena calidad.
- Contribuir al establecimiento de una base para el desarrollo de actividad comercial y turística en dichas localidades, gracias al suministro confiable y seguro de agua potable.

Actividades: Se contempla el impulso a la instalación de al menos una planta desaladora en cada comunidad, alimentada por energía solar. Se debe

desarrollar un completo proyecto, estimando la demanda, para dimensionar las plantas desaladoras, el sistema de suministro de energía, el sistema de tratamiento y distribución de agua para su consumo. Adicionalmente, o alternativamente, se podrá disponer de agua para riego, desarrollo de áreas verdes, actividad agrícola específica, etc.

Metodología: Levantamiento de datos básicos para demanda, incluyendo estimación y proyección de habitantes estables y población flotante. Proyección de necesidades de agua potable a largo plazo en ambas comunidades. Diseño de ingeniería de la solución de desalación (Osmosis Inversa u otro sistema), tratamiento de potabilización del agua producida, diseño de solución de suministro energético en base a un sistema mixto solar – red de distribución, diseño de red de distribución de agua a la comunidad. Desarrollo de ingeniería detallada y proceso de suministro e instalación de la solución.

Definición de un plan de operación y mantenimiento de largo plazo, que entregue adecuada sustentabilidad y continuidad al funcionamiento del sistema. Se recomienda revisar el funcionamiento de Cooperativas de Riego y/ Comités de Agua Potable Rural.

Productos: Plantas desaladoras operativas, que generen agua potable a partir de agua de mar, alimentadas mediante sistema solar fotovoltaico conectado a red (operación mixta solar / conexión a red eléctrica), incluyendo sistema de potabilización de agua y red de distribución básica a viviendas y comercio.

Ámbito de acción y alcance del proyecto: localidades costeras de Flamenco y Portofino, habitantes de estas localidades y visitantes estivales.

Identificación de los Beneficiarios: Habitantes permanentes y visitantes de las localidades costeras de Flamenco y Portofino.

Implementación: Proyecto requiere interacción con múltiples organismos. 2 años de diseño, coordinación y preparación. Al menos 12 meses adicionales para llamado a licitación, para el suministro de equipos y sistemas. 12 meses adicionales para instalación y puesta en marcha.

Impactos Esperados: Gran mejoramiento de calidad de vida de las personas en las localidades impactadas. Base para desarrollar nuevas actividades económicas: turismo, desarrollo inmobiliario, agricultura. Claro ahorro de costos para la municipalidad, al evitar compra de agua en camiones aljibe⁴⁵.

Gestión del Proyecto: Liderado por la I. Municipalidad de Chañaral, requiere

coordinación ¡múltiples actores: Ministerio de Obras Públicas, Corfo, SISS, Ministerio de Energía, Centros Técnicos especializados en tratamiento de agua, etc. Interesante posibilidad de desarrollar proyecto piloto-prototipo, para ser aplicado en múltiples localidades costeras de la zona centro-norte de Chile, que enfrenta un creciente problema de escasez de agua.

Costos y Financiamiento: Para estimar la inversión requerida, es necesario contar con información sobre población en las localidades planteadas. Una proporción no menor de las viviendas corresponden a urbanizaciones informales o ‘tomas’, por lo que no es fácil tener un dato exacto en relación a la cantidad de viviendas existentes. Además, son localidades de veraneo, por lo que hay una alta variación de población durante el año. Se estimará una población de 2.700 personas en cada comunidad, como promedio anual. Probablemente durante los meses de invierno, la población estable es menor, pero durante la temporada estival, la cantidad puede ser mayor. Es importante destacar que al menos en el caso de Flamenco, se contabilizan 1.012 viviendas, con una ocupación promedio de solo 7%, lo que indica la fuerte incidencia de la segunda vivienda⁴⁶, (no se cuenta con este dato para la localidad de Portofino, en el caso de Chañaral, este indicador es 85% y en El Salado, 75%). Las localidades de Portofino y Flamenco cuentan con Plan Seccional contenido en el Plan Regulador Comunal de Chañaral de 2005, que busca avanzar en la normalización de la ocupación del suelo, especialmente en el borde costero⁴⁷.

En base a estos antecedentes y asumiendo el consumo promedio de agua potable por persona a nivel de 170 litros/persona/día⁴⁸, una planta desaladora en la localidad de Flamenco debería tener una capacidad para generar 460 m³ día de agua potable. Si funciona a carga completa, es decir el 100% del tiempo, implica un consumo máximo aproximado de 500.000 kWh/año, considerando que las plantas desaladoras comerciales tienen un consumo aproximada de 3 kWh/m³ de agua producida. Para efectos de la estimación de inversión, se considera incluir una planta fotovoltaica de 100 kWp, que abastecería aproximadamente el 34% de la demanda energética total de la planta desaladora. Además, es necesario incluir un sistema de potabilización y distribución de agua potable producida.

⁴⁵ Según Tarifas de agua potable vigentes para Aguas Chañar SA, concesionaria sanitaria de la Región de Atacama (http://www.siss.gob.cl/577/articles-4498_Aguas_Chanar_G2_abr_2017.pdf), el costo del servicio de Distribución de Agua Potable es \$ 2.997,15 \$/m³.

⁴⁶ Informe OCUC - 2016

⁴⁷ Informe OCUC - 2016

⁴⁸ Estudio Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS - <http://www.siss.gob.cl>

Estimativamente, el proyecto tendría el siguiente costo:

Planta Desaladora 460 m ³ /día :	US\$ 175.000
Planta PV asociada (100 kWp) :	US\$ 150.000
Red de Distribución de Agua :	US\$ 100.000
Costo Total Proyecto:	US\$ 425.000

Para el caso de Portofino, no hay datos precisos de cantidad de población o casas, pero estimativamente se considera que el proyecto tendría similares características.

Dado que se trata de un costo no menor (equivalente al tipo de cambio vigente, aproximadamente \$650 / US\$, a \$276.250.000), y considerando que existe un costo de operación y mantenimiento importante, (costo de energía, mantención, supervisión y operación, repuestos e insumos), es posible considerar un modelo de inversión basado en lograr directamente los fondos para ejecutar la inversión por parte de la comunidad y mediante un esquema de tipo cooperativo, gestionar el pago de un servicio para solventar la operación. O bien, es posible considerar un modelo basado en la entrega de una concesión a un operador externo, quien ejecuta la inversión y además opera y mantiene el sistema, mediante un contrato de servicio que genera un pago mensual por parte de los usuarios. Dicho contrato debe incluir cláusulas claras de calidad de servicio, parámetros de operación, niveles de calidad de agua según normativa nacional aplicable, entre otros aspectos.

Posibles fuentes de financiamiento:

- Fondo Nacional de Desarrollo Regional, FNDR

(<http://www.subdere.gov.cl/programas/divisi%C3%B3n-desarrollo-regional/fondo-nacional-de-desarrollo-regional-fndr>)

- Programa de Agua Potable Rural, de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas: <http://www.doh.gov.cl/APR/Paginas/Inicio.aspx>

- Fondo de Innovación para la Competitividad Regional – FIC Atacama: <http://goreatacama.gob.cl/fic/>

Y tal como se indicó previamente, es posible desarrollar una licitación pública de un servicio integral, que incluya suministro del sistema y costos de operación. La licitación puede llevarse a cabo desde la Municipalidad, a través de Mercado Público. Por ejemplo, en 2013, la Municipalidad de La Ligua realizó una licitación similar para proveer un sistema de desalación (para tratar agua de pozo), para la localidad costera de Los Molles, en la Región de Valparaíso, (<http://www.siss.gob.cl/577/w3-article-11176.html>).

Proyecto: CREACIÓN DE SISTEMA DE VALOR COMPARTIDO**Ubicación: Comuna de Chañaral.**

Necesidad energética a resolver: Mejorar la relación con empresas que operan y desarrollan proyectos solares a gran escala en la comuna, lograr una relación de mutuo beneficio para comunidad y empresas.

Objetivos:

Objetivo general: Establecer una instancia de coordinación y contacto permanente entre las empresas y la comunidad, para el desarrollo de una relación de mutuo beneficio entre ambas.

Objetivos específicos:

- Establecer una mesa de trabajo multisectorial, que identifique, impulse y coordine proyectos de intereses comunitarios, definidos en forma conjunta entre empresas y comunidad.
- Resolver la percepción actual de la comunidad de que hasta ahora solo se han quedado con los costos, sin acceder a beneficios tangibles, de largo plazo.
- Buscar formas para que la comunidad acceda a beneficios tangibles.
- Generar oportunidades laborales, educativas, contacto y colaboración activa con la comunidad, para el logro de una relación constructiva de largo plazo y beneficio mutuo.
- Crear un Directorio de Empresas proveedoras de grandes plantas solares, con historial de buenas conductas / buenas prácticas.

Actividades:

- Establecer un sistema de trabajo colaborativo con las empresas, con el liderazgo de la Municipalidad, en base a una Mesa de trabajo.
- Planteamiento de necesidades y expectativas de la comunidad, determinar en qué aspectos las empresas pueden contribuir a resolver necesidades, problemas y expectativas existentes.
- Dar formato a la colaboración: acuerdo de trabajo, sistema de tipo Royalty, contribución en bienes y servicios, entrega de apoyo mediante planes de capacitación y formación de competencias, apoyo en desarrollo de proyectos comunales (plantas comunitarias), entre otros aspectos.

- Generar un Directorio de compañías validadas para trabajar con

empresas operadoras de plantas fotovoltaicas de gran escala, que detalle competencias, servicios y productos ofrecidos, y que entregue información sobre comportamiento de pago y cumplimiento con sus sub-proveedores. De esta forma se evita la problemática observada a la fecha, en que proveedores intermedios de grandes operadores no cumplieron compromisos de pago con sus proveedores locales, generando problemas de imagen y percepción negativa de la energía solar a nivel de la comunidad.

Metodología:

Establecimiento de mesa de trabajo conjunta Comunidad-Empresas-Autoridades, en plazo no superior a 1 año.

Definir listado de actores públicos y privados a ser convocados.

Desarrollar convocatoria inicial, presentar experiencia de la comunidad, y exponer expectativas y objetivos.

Implementar mesa de trabajo con grandes desarrolladores.

Conformación de Consejo Conjunto de Comunidad y Empresas, con estructura administrativa básica que lo mantenga actualizado permanentemente.

Definir un sistema de gobernanza básico, para asegurar la permanencia de la instancia en el tiempo.

Invitar y convocar autoridades relacionadas con el sector.

Planificar instancias de reuniones periódicas de la mesa, desarrollar plan de trabajo claro y preciso.

Análisis de problemas observados hasta la fecha y definición conjunta de soluciones, con visión de relación de largo plazo empresas-comunidad.

Presentación de diagnóstico de la situación actual, percepción de la comunidad y de las empresas.

Definición conjunta de formas de colaboración, en base a expectativas de la comunidad, y formas en que las empresas podrían proponer proyectos, soluciones, aportes.

Generar plan de trabajo, metas y plazos claros para la mesa de discusión conjunta.

Definir herramientas concretas para hacer tangible la creación de valor compartido: formas de canalización de recursos, planes y mecanismos de apoyo, programas y planes de colaboración, apoyo en planes formativos, talleres comunales, proyectos técnicos.

Creación de un Directorio de Empresas proveedoras de grandes plantas solares, con historial de buenas prácticas.

Productos:

Mesa de trabajo establecida dentro de 1 año.

Plan de trabajo para la mesa, detallado, con objetivos y plazos.

Definición de necesidades a resolver, análisis conjunto de expectativas y posibilidades reales de satisfacción de las mismas.

Conclusiones y listado de proyectos de colaboración Comunidad-Empresas.

Plan de colaboración concreto, materializado en mecanismos de canalización de recursos y planes y programas de apoyo a la comunidad.

Creación de un Directorio de Empresas proveedoras de grandes plantas solares, con historial de buenas conductas / buenas prácticas.

Consejo Conjunto Comunidad – Empresas, con plan de acción definido, modalidad de funcionamiento y sistema de gobernanza estable y permanente.

Ámbito de acción y alcance del proyecto: Ámbito y alcances en múltiples dimensiones, comunidad en general, sector industrial y comercial. Se espera generación de nuevos empleos y nueva actividad económica para la comuna. Es importante destacar que este proyecto puede representar un interesante caso modelo para otras actividades industriales, aplicable en otras comunas, en que se hayan presentado problemas en la relación entre las personas y actividades industriales a gran escala. De hecho, éste es un problema que emerge de manera cada vez más frecuente en nuestro país y el mundo entero. Lejanos quedaron los tiempos en que las comunidades que recibían una gran inversión industrial se mostraban agradecidas, pues los impactos de tipo ambiental no eran aún valorados. Se muestra a continuación la portada del periódico El Día de Copiapó, de fecha 26 de enero de 1952, día en el cual se inaugura la Fundición Paipote de ENAMI en la ciudad.

Portadas como ésta ya no se repiten. Hoy las empresas y autoridades, al desarrollar grandes proyectos industriales, deben llevar a cabo complejos procesos de trabajo con las comunidades, para lograr su implementación exitosa. La iniciativa propuesta en este Proyecto puede representar un interesante ejemplo de desarrollo colaborativo entre comunidad, empresa y sector público.



Identificación de los Beneficiarios: Comunidad de Chañaral en general. Sector productivo: industria y comercio. Los operadores y empresas operadoras de plantas solares de gran escala, también se verán beneficiados por el mejoramiento de su imagen y percepción en la comunidad.

Implementación: Plazo de 12 meses para establecer formato base de Modelo de Valor Compartido: Royalty, Acuerdo Marco de Colaboración, Fondo de Inversiones Comunal, Formación de Competencias Laborales Locales, etc.

Materialización de Formato de Acuerdo definido, en plazo de 24 a 36 meses, bajo la forma de entrega de apoyo técnico, financiero, capacitación y de gestión.

Impactos Esperados: Generación de actividad económica, fuentes de trabajo, nuevos negocios para MIPYMEs y sector industrial de la comuna. Canalización eficiente de planes y políticas de creación de valor compartido desde las empresas hacia la resolución efectiva de necesidades y problemas de la comunidad.

Gestión del Proyecto: Proyecto liderado por la Ilustre Municipalidad de Chañaral. Con aporte de Corfo, Ministerio de Economía, Ministerio de Energía, ACERA, empresas desarrolladoras y operadoras de plantas de gran escala. Puede servir de proyecto piloto para desarrollar planes colaborativos efectivos en otras comunidades que presenten problemáticas similares.

Costos y Financiamiento: El desarrollo de este proyecto requiere la dedicación de un Gerente y un asistente, ambos como mínimo a media jornada, durante un periodo de al menos 2 años. Se estima un costo mensual de hasta \$3.500.000, por 24 meses, totalizando un monto de \$42.000.000 anuales, incluyendo gastos operacionales, para efectos de llevar a cabo las gestiones necesarias y coordinaciones para el establecimiento del Consejo, plan de trabajo y sistema de gobernanza requerido.

Posibles Fuentes de Financiamiento: No se identifican instrumentos específicos que incentiven dialogo entre la sociedad civil y la empresa privada, en torno al concepto creación de valor compartido o creación de capital social. Este concepto es entendido como la medición de la sociabilidad de un conjunto humano, en base a aspectos que permiten que se desarrolle colaboración y uso por parte de actores individuales de una comunidad, de las oportunidades que

surgen en estas relaciones sociales⁴⁹.

Fuentes de Financiamiento Posibles: solicitud de aportes de las propias empresas, fondos propios de la Municipalidad, postulación a programas de tipo Bienes Públicos de Corfo, el formato y características de estos programas puede tener vinculación con lo que se espera de este proyecto. La generación de Bienes Públicos puede ser una forma de canalizar la vinculación positiva y generación de valor compartido entre las empresas y la comunidad. Es posible encontrar una descripción del programa Bienes Públicos en <http://www.corfo.cl/programas-y-concursos/programas/bienes-publicos--programas-estrategicos-2017>.

También es posible postular proyectos al programa Fondos de Innovación para la Competitividad del Gobierno Regional de Atacama, (<http://goreatacama.gob.cl/fic/>).

En efecto, en el Ministerio de Energía se ha establecido una División de Participación y Diálogo Social, que precisamente tiene como tarea liderar y apoyar el trabajo con comunidades, para considerarlas de manera activa en el desarrollo de proyectos industriales en el sector energía. En principio, es posible

afirmar que esta División debería tener un rol relevante en la iniciativa. Finalmente, es posible acudir directamente a fuentes de financiamiento disponibles por parte de empresas privadas, por ejemplo, consultar Concurso para Organizaciones Sociales de Fundación Minera Escondida: <http://chilebeneficios.cl/concurso-para-organizaciones-sociales-fundacion-minera-escondida/>

Otro ejemplo se encuentra en la vecina comuna de Diego de Almagro, la empresa TEN (Transmisora Eléctrica del Norte) puso a disposición de la comunidad un monto de \$75 millones para la implementación de un fondo concursable, al cual organizaciones sociales pueden postular y presentar iniciativas en ámbitos de Deporte, Desarrollo Sustentable y Desarrollo Productivo – Emprendimiento. Ver nota de prensa sobre esta iniciativa en <http://www.litoralpress.cl/design3/lpi/pdf3/litoralpresspdf.aspx?id=41197530&idT=540&org=&carp=&ve=0>

El Ministerio de Energía pone a disposición su Buscador de programas y planes de financiamiento: <http://www.minenergia.cl/pfinanciamiento/>

Proyecto: COMPRAS ASOCIATIVAS

Ubicación: Comuna de Chañaral.

Necesidad energética a resolver: Impulsar el desarrollo de instalaciones solares fotovoltaicas en residencias, pequeñas empresas y comercio en la comuna, aprovechando el gran potencial solar existente y condiciones de la Ley Net Metering.

Objetivos:

Objetivo General: Generar sistema de agrupación de demanda, mediante un mecanismo de licitaciones centralizadas, que permita reducir costos y otras barreras para la instalación masiva de sistemas fotovoltaicos distribuidos.

Objetivos Específicos

- Desarrollar desde la Municipalidad una instancia de coordinación comunitaria, para agrupar demanda y realizar adquisición y provisión centralizada de sistemas fotovoltaicos, mediante licitaciones centralizadas.
- Lograr menores costos en la adquisición de sistemas fotovoltaicos para residencias y comercio en la comuna.
- Lograr acceso a mejores tecnologías, mejor calidad en componentes y en instalación de sistemas.
- Masificar la instalación de sistemas fotovoltaicos en residencias y comercios de la comuna.

Actividades:

- Desarrollar un levantamiento detallado del potencial de energía solar en la comuna.
- Levantamiento de demanda y estudio de potencial, siguiendo proyectos similares desarrollados en otras comunas, (por ejemplo, programa Techo 30+ en Vitacura, https://www.vitacura.cl/municipalidad/pr_mapa_solar.html; también proyecto en desarrollo en Caldera, <http://iel.acee.cl/caldera-30/>), adaptando a la realidad de la comuna.
- Diseñar un mecanismo de agrupación de demanda e implementar licitaciones comunitarias, coordinadas desde la Municipalidad.
- Los llamados a licitación pueden ser para una única planta comunitaria, como alternativa a proyectos individuales.

Metodología:

- Definición y desarrollo de plan de difusión desde la Municipalidad hacia la comunidad e invitación a presentar proyectos.
- Implementar herramienta informática para entrega de información y levantamiento de antecedentes, suscripción preliminar de interesados.
- Sistema de ingreso de parámetros para visualizar potencial preliminar de posibles instalaciones solares, entrega de reporte de factibilidad preliminar, (ver ejemplo en https://www.vitacura.cl/municipalidad/pr_mapa_solar.html).
- Acompañamiento y asesoría por parte de empresa consultora especializada, para acotar proyectos.
- Desarrollo de licitación: mecanismo, bases de participación, características/ condiciones, plazos.
- Es muy relevante incluir no solo el diseño, instalación y puesta en marcha de los sistemas en las bases de licitación, éstas deben abordar aspectos de Operación y Mantenimiento, para asegurar continuidad de operación de las instalaciones.

Productos:

- Levantamiento inicial de potencial de generación.
- Herramienta de consulta e inscripción.
- Plan de difusión y participación.
- Proceso de Licitación, bases y términos de referencia.
- 200 kWp instalados a 2020. La irradiación solar global en la ciudad es de 2.185 kWh/m²⁵⁰. En base a este antecedente, 200 kWp instalados en forma distribuida en el sector residencial, generarían 340 MWh/año, equivalentes al 5% de la demanda residencial total proyectada para 2020 (6.9 Gwh/año).

Ámbito de acción y alcance del proyecto: Zona urbana de la comuna de Chañaral. El programa puede alcanzar a toda la población, preferentemente sectores residenciales y comercio menor. Sectores comerciales e industriales pueden ser abordados en proyecto específico, (Fomento ERNC en MIPYMES). Portadas como ésta ya no se repiten. Hoy las empresas y las autoridades, al desarrollar grandes proyectos industriales, deben llevar a cabo complejos procesos de trabajo con las comunidades, para lograr la implementación exitosa de dichos proyectos. La iniciativa propuesta en este proyecto, puede representar un interesante ejemplo de desarrollo colaborativo entre comunidad, empresa y sector público.

⁴⁹ Sociabilidad en este caso es entendida como la capacidad para realizar trabajo conjunto, colaborar y llevar a cabo acción colectiva, (definición de Sociología). En este caso, se entiende como conjunto humano, a la comunidad más las empresas.

⁴⁸ SolarGis / PVPlanner – Chañaral

Identificación de los Beneficiarios: Sector residencial fundamentalmente, de todos los estratos socioeconómicos.

Implementación: Se estima 1 año para realizar levantamiento de demanda y coordinación de sistema de licitaciones. Plan a mediano – largo plazo para lograr meta de porcentaje de techos cubiertos con paneles solares, hasta 2030.

Impactos esperados: Aumento importante de penetración de energía solar distribuida en sectores residenciales de la comuna. Potenciamiento cruzado con otros proyectos propuestos: Generación de actividad económica, fuentes de trabajo, nuevos negocios para MIPYMEs y sector industrial de la comuna. Reducción relevante en consumo energético desde la red y reducción de huella de carbono comunal. Al lograr 200 kWp instalados al año 2020, el impacto directo en el sector residencial se reflejaría en la generación de 340 MWh/año, equivalentes al 5% de la demanda residencial total proyectada para ese año (6.9 Gwh/año).

Gestión del Proyecto: Proyecto liderado por la Ilustre Municipalidad de Chañaral, con aporte de Corfo, Ministerio de Economía, Ministerio de Energía y también puede participar ACESOL. Es recomendable desarrollar un plan de colaboración con otras comunas más avanzadas en implementación de programas similares. En este aspecto, el proyecto Caldera 30+, que busca precisamente instalar sistemas fotovoltaicos en al menos 30 techos residenciales y/o comerciales en la comuna de Caldera, Copiapó y Tierra Amarilla, puede servir de referencia. Es posible encontrar información sobre esta iniciativa en el sitio iel.acee.cl, donde se encuentran antecedentes del programa Inversión Energética Local.

Costos y Financiamiento: En promedio, un sistema individual de 1 kWp, tiene un costo de \$1.990.000 como proyecto instalado (según precios revisados en tiendas de retail, Homecenter). Estos costos pueden reducirse de manera significativa, dependiendo de las cantidades que se logre reunir en licitaciones que agrupen demanda, pudiendo llegar estimativamente a la mitad o incluso menos, en comparación con una compra individual.

Posibles Fuentes de Financiamiento:

Fondos del Ministerio de Energía, fondos internacionales, otros programas. Fondos privados, algunos sectores socioeconómicos pueden contribuir con recursos propios a la compra de sistemas. Empresas privadas pueden estar interesadas en contribuir a cofinanciar la iniciativa. Se presentan algunos

programas y planes específicos:

Si bien existe el Programa “Subsidios para Instalación de Sistemas Solares Fotovoltaicos” del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, (www.minvu.cl), éste no aplica para compras asociativas. Sería necesario estudiar con MINVU su posible aplicación, definiendo algún mecanismo especial.

Subsidio SERVIU para paneles y colectores solares. Actualmente los subsidios para estos elementos operan para viviendas que puedan acogerse al Decreto Supremo 255 (Título II), que regula el Programa Protección Patrimonio Familiar - <http://beneficios.minvu.gob.cl/mejoramiento-de-vivienda-y-entorno/>, orientado a viviendas de carácter social, urbanas y rurales, que no superen un valor de tasación comercial de 650 UF.

La gestión de subsidios MINVU-SERVIU podría ser un soporte para este proyecto, pues podría contribuir en la adquisición de sistemas, para el caso de familias cuya condición socioeconómica no les permita abordar la inversión requerida, aún después de las rebajas de costos que se logren mediante la compra masiva. Durante el proceso de levantamiento de demanda, la Municipalidad debería llevar a cabo un sistema de clasificación socioeconómica, para lo cual puede regirse por instrumentos existentes, tales como la encuesta CASEN, que permita priorizar familias que cumplan con ciertos requisitos, para luego coordinar la gestión de subsidios para soportar el suministro e instalación de los sistemas, una vez adjudicada la licitación. Aportes privados: grandes empresas mineras o energéticas presentes en la Región y en la Comuna, podrán aportar recursos para el proyecto, lo que se puede enmarcar en sus propias iniciativas de responsabilidad social empresarial, creación de valor compartido, logrando mejorar sus vínculos con las comunidades.

El Ministerio de Energía pone a disposición su Buscador de programas y planes de financiamiento: <http://www.minenergia.cl/pfinanciamiento/>

Proyecto: TRANSPORTE LIMPIO

Ubicación: Comuna de Chañaral.

Necesidad energética a resolver: Reducir huella de carbono del transporte público y privado de la comuna. Generar ahorro de costos reemplazando vehículos a combustión por vehículos cero emisiones, para transporte público y privado. Énfasis en sistema de tipo bicicletas compartidas, de menor costo y menor complejidad técnica. Este tipo de sistemas ya están en uso en varias comunas de la región Metropolitana, siendo posible extrapolar la experiencia y contar con referencias de uso y operación. Uno de ellos es el sistema Bike Santiago, que integra una red de bicicletas compartidas entre 11 comunas, mostrando un intensivo nivel de uso.

Para el caso de Chañaral, dado el potencial solar existente y sumado al interés en crear una comuna con gran orientación hacia aplicaciones de la energía solar, se recomienda impulsar un sistema de transporte público complementario a las alternativas existentes, basado en los ejemplos de sistemas de bicicletas compartidas y evaluando la posibilidad de incorporar en forma complementaria, bicicletas eléctricas con uso de energía solar para sistemas de recarga de baterías. SECPLAC de la Municipalidad destaca que el sistema de ciclovías es un circuito necesario para la comuna, y que sería de interés incluir un proyecto en este sentido. En relación a transporte eléctrico, SECPLAC indica que tal vez el municipio podría adquirir algún tipo vehículo de este tipo dentro de su flota, incluyendo una solución en relación a los puntos de recarga necesarios.

Objetivo: Contar en la comuna con un sistema de transporte limpio, que reduzca el uso de automóviles para tramos cortos a nivel urbano o dentro de rangos de distancia cercanos a la zona urbana.

Actividades:

- Identificar sistemas de bicicletas compartidas similares implementados en otras comunas, para entender aspectos relevantes de la iniciativa y aprender de su experiencia, adaptándola a las necesidades de Chañaral.
- Analizar posibilidad de reutilizar sistemas comunas que estén considerando renovar sus sistemas actuales, (ejemplo Las Condes, si se suma a sistema Bike Santiago de comunas adyacentes, puede ‘donar’ o transferir a costo muy reducido su actual sistema a otras comunas).
- Estudiar opciones de transporte motorizado eléctrico: si la municipalidad dispone de buses para transportar escolares, es posible considerar el uso de alternativas eléctricas. En este caso será necesario estudiar y definir

recorridos, selección de posibles vehículos adecuados, frecuencias, formatos de funcionamiento, horarios.

- Diseño y construcción de programa de ciclo vías, con estaciones alimentadas por energía solar (similar a estaciones Bike Santiago). Analizar la incorporación de bicicletas eléctricas.
- Desarrollar programa de impulso al uso de vehículos eléctricos, con énfasis en transporte público. Si bien hoy son vehículos de alto costo, se espera que éstos disminuyan en el tiempo.
- Carga de baterías de vehículos eléctricos a través de plantas solares, para obtener huella de carbono nula.

Metodología:

- Estudio y definición de posibles recorridos, estudios de tráfico y transporte requeridos.
- Estudio de opciones de transporte motorizado eléctrico o de bajas emisiones, para transporte escolar, servicios municipales, carga y reparto.
- Definición de recorridos, selección de posibles vehículos, frecuencias, formatos de funcionamiento, horarios.
- Diseño y construcción de programa ciclo vías, con estaciones alimentadas por energía solar, incorporando bicicletas eléctricas, u otros vehículos livianos cero emisiones.
- Estudiar programas complementarios disponibles en el Ministerio de Transportes, que permiten a transportistas renovar o mejorar sus vehículos, cambiándolos de bencina o diésel a gas, lo que genera una mayor economía y menor contaminación. Programa puede ser aplicable a recambio a vehículos eléctricos o híbridos, que tienen precios cada vez más accesibles.
- Desarrollar programa de impulso al uso de vehículos eléctricos, con énfasis en transporte público.

Productos:

- Contar con una Red de Bicicletas Públicas, evaluando la incorporación de bicicletas eléctricas alimentadas por un sistema de recarga de baterías en base a energía solar.
- Estudio de factibilidad de la incorporación de sistemas de transporte eléctrico: buses, carga y reparto, vigilancia y servicios municipales varios.
- Lograr reemplazo de viajes en vehículos a motor en tramos cortos-urbanos, por uso de bicicletas o vehículos de cero emisiones.
- Transporte motorizado eléctrico: hoy la municipalidad dispone buses para transportar escolares, desde diversas localidades hasta las escuelas de la comuna. Según representantes de la Municipalidad, este servicio es un ítem

de gasto no menor y se plantea la posibilidad de estudiar alternativas de transporte mediante vehículos eléctricos.

- Transporte público eléctrico entre Salado, Chañaral y Barquito. En base a la misma referencia planteada en el punto previo, es posible considerar la incorporación de movilidad eléctrica en estas rutas. Se requiere un estudio de rutas, demandas, análisis origen y destino, para desarrollar la definición de recorridos, selección de posibles vehículos, frecuencias, formatos de funcionamiento, horarios. Como referencia y precedente a nivel nacional, se destaca que la empresa Enel Distribución tiene en Santiago un bus eléctrico operando de manera demostrativa (<https://www.eneldistribucion.cl/la-compania/20160504-bus-electrico>).

Ámbito de acción y alcance del proyecto: Sector transporte de la comuna. Necesidades de transporte comunal: escolares, tercera edad. Transporte público, necesidad de comunicación en la Cuenca, entre Chañaral, El Salado, Barquito. Sector costero en general, (Flamenco hasta Pan de Azúcar), conexión con Diego de Almagro. Incorporación e integración de recorridos turísticos.

Identificación de los Beneficiarios:

Considerando a los beneficiarios como la población entre 15 y 60 años (61% de la población de la comuna de Chañaral a la fecha, ver Figura 3) se identifica un número directo de 8.359 personas. Si bien hay experiencias de sistemas de bicicletas compartidas en varias comunas de la ciudad de Santiago, los resultados en este caso no son directamente aplicables a Chañaral, sería necesario realizar estudios y levantamientos específicos para poder entregar números relativamente certeros en cuanto a cantidad directa de beneficiarios, en términos de usuarios directos del servicio esperados. Si es posible comentar que iniciativas de este tipo que se han implementado en diversas comunas de la ciudad de Santiago, han tenido una notoria la recepción por parte de los vecinos.

Por otro lado, la menor emisión de contaminantes, debido a la reducción en el uso de vehículos motorizados, genera un beneficio indirecto para toda la población urbana de la ciudad. Finalmente, es posible señalar que se dispondrá de un beneficio intangible para la ciudad, en términos de imagen y generación de conciencia en torno a una sociedad más amigable con el entorno.

⁵¹ En general, un automóvil estándar, dependiendo en gran medida de su tecnología, emite entre 100 y 200 gramos de CO2 por kilómetro recorrido. Los vehículos más modernos y menos contaminantes emiten 100 g CO2/km o menos, mientras que los más antiguos, emiten 200 g CO2/km o más. La cantidad media de emisiones se estima en torno a 140 g CO2/km. No se dispone de antecedentes de edad media del parque automotriz en Chañaral, ni tampoco estimaciones de cantidad de kilómetros que cada auto puede recorrer en un día, pero asumiendo que la media nacional de distancia recorrida es aproximadamente 20.000 km anuales por cada automóvil, es posible indicar que cada vehículo en promedio emite 2.000.000 de gramos de CO2 al año, (asumiendo vehículos relativamente modernos). Luego si se supone que una bicicleta de uso compartido logra reemplazar el 20% de los viajes anuales de un automóvil moderno, es decir 4.000 km/año, cada bicicleta evitaría la emisión de 400.000 gramos de CO2 anuales.

⁵⁰ Estrategia energética local Caldera, Fundación Chile.

Implementación: Se estima 6 meses a 1 año para realizar levantamiento de demanda, estudio de recorridos y definición de sistema de operación. Uno a dos años adicionales para la compra y puesta en marcha de vehículos. Similar en el caso de ciclovías, 1 año para definición de recorridos, 1 año adicional para construcción de vías e implementación de sistemas de bicicletas compartidas.

Impactos esperados: Reducir huella de carbono del transporte público y privado de la comuna. Generar ahorro de costos reemplazando vehículos a combustión por vehículos cero emisiones, para transporte público y privado. Uso de bicicletas reduce el tráfico vehicular y tiene un impacto positivo en la salud de la población.

Si bien es difícil entregar proyecciones concretas para la comuna de Chañaral en cuanto a reducción de emisiones por menor consumo de combustibles fósiles en transporte, como resultado del desarrollo de un sistema de bicicletas compartidas, es posible analizar antecedentes relativos a emisiones de autos particulares, el cual sería en definitiva el medio de transporte que en mayor medida sería desplazado por el uso de bicicletas⁵¹. Asumiendo que el sistema logre reemplazar el 20% de los viajes anuales de un automóvil moderno, es decir 4.000 km/año, cada bicicleta evitaría la emisión de 400.000 gramos de CO2 anuales.

Gestión del Proyecto: Proyecto liderado por la Ilustre Municipalidad de Chañaral, con aporte de CORFO, Ministerio de Economía, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Plan de colaboración con otras Municipalidades, programas ya en funcionamiento.

Costos y Financiamiento: El costo aproximado de una plataforma e-Bike referencial (ver imágenes) asciende a aproximadamente \$60.000.000⁵², considerando una solución en base a bicicletas tradicionales.

Posibles fuentes de financiamiento:

Fondos Ministerio de Energía, Programa Subsidios Ministerio de Transporte: "Renueva tu Micro – Renueva tu Taxi", (orientados a conversión de vehículos hacia combustibles más limpios). Fondos municipales, Ministerio de Obras Publicas – MINVU, para modificaciones viales necesarias para ciclovías.

Un modelo bastante usado de financiamiento en la implementación de este tipo de sistemas se logra mediante la incorporación de auspiciadores. Es una opción interesante presentar el proyecto a empresas presentes en la Región y en la comuna, para lograr apoyo financiero, a cambio de incluir la marca e imagen corporativa de la empresa en el sistema. Este ha sido el caso de la ciudad de Santiago, en que el sistema se ha desarrollado con el impulso de una institución financiera.

Adicionalmente, el sistema implica un pago de los usuarios, mediante un sistema de membresía, a través del cargo en una tarjeta bancaria. Este pago incluye normalmente un seguro asociado al ciclista, que cubra eventuales accidentes y además un seguro para cubrir daños y pérdidas de las bicicletas y otros componentes técnicos del sistema.

En todo caso, sería muy difícil solventar completamente el costo del sistema solamente mediante el aporte vía membresía por parte de los usuarios, pues



Estación Bike Santiago en comuna de Providencia



Modelo de Bicicleta Eléctrica Recargable

⁵³ Cabe destacar que la empresa Enel Distribución se encuentra impulsando de manera bastante decisiva el transporte eléctrico, <http://www.revistaei.cl/entrevistas/enel-distribucion-alista-estaciones-carga-autos-electricos-regiones/?revista=118968>. Dada la importante presencia de la empresa Enel en la región de Atacama, es posible intentar impulsar algún proyecto de creación de valor compartido en torno al transporte eléctrico para la Cuenca del Salado en su totalidad.



Estación de Bicicletas Compartidas Eléctricas con recarga mediante energía solar y eólica



Sistemas de autos eléctricos compartidos, con recarga mediante energía solar, España



Bus 100% Eléctrico, Origen China, Marca ByD, Operado en Chile por Enel en proyecto demostrativo (Comuna de Santiago) y Ejemplo de Referencia, Taxi Marca ByD 100% Eléctrico.

Proyecto: FOMENTO ERNC EN MIPYMEs

Ubicación: Comuna de Chañaral.

Necesidad energética a resolver: Aumentar la competitividad de los distintos sectores productivos de las MIPYMEs locales, reduciendo sus costos energéticos y sus huellas de carbono.

Objetivos:

Objetivo general: Aumentar la competitividad de las MIPYMEs, incentivando el uso de energía solar en actividades comerciales e industriales en la comuna, para aprovechar el gran recurso disponible.

Objetivos específicos:

- Reducir costos operacionales y/o fijos en sector MIPYME local.
- Impulsar el desarrollo de instancias locales de creación de mayores competencias técnicas en energía solar.
- Impulsar la creación de un mercado local por servicios, insumos, instalación y operación de sistemas fotovoltaicos.
- Generar demanda por servicios y mano de obra técnica local, tanto en instalación como en operación de sistemas solares.

Actividades:

Desarrollar planes de incentivo al uso de energía solar en actividades comerciales e industriales en la comuna, para reducir costos y disminuir huella de carbono. Además, generar demanda por servicios y mano de obra técnica local, para la instalación y operación de sistemas solares.

Lograr apoyo de entidades públicas o privadas, para impulsar el desarrollo de sistemas solares en empresas MIPYMEs y la creación de competencias locales. Búsqueda de programas de financiamiento y apoyo. Coordinación desde Municipalidad, contacto con dependencias estatales, empresas privadas, corporaciones de desarrollo. Coordinar la disponibilidad y difusión de diversas fuentes de financiamiento y apoyo al alcance de las MIPYMEs locales.

Metodología:

- Generación de planes y programas de apoyo e incentivo a la incorporación de ERNC, en particular energía solar, en las MIPYMEs de la comuna. Levantamiento de demanda potencial.
- Match-making con agrupaciones de proveedores de sistemas solares (ACESOL).
- Conexión con planes de capacitación y demostración de beneficios.
- Trabajo conjunto y colaborativo con la empresa de distribución local, revisión de estado de la red, estudio de necesidades de mejoras técnicas y operativas.
- Soporte para desarrollar compras asociativas, compras por volumen de sistemas y servicios, para reducir costos.
- Contacto con dependencias estatales, organismos públicos o privados que imparten capacitación, fuentes de financiamiento. Contacto con corporaciones de desarrollo.

Productos:

Aumento significativo de instalaciones solares en MIPYMEs de la comuna. Implementación de programas de apoyo SERCOTEC, Corfo u otras instancias de apoyo a empresas, motivados y coordinados desde la Municipalidad, para acceso a tecnología y financiamiento. Red de proveedores locales suministrando servicios básicos, en instalación y O&M de plantas fotovoltaicas. Disponibilidad de acceso a programas de apoyo técnico y fuentes de financiamiento de proyectos.

Ámbito de acción y alcance del proyecto: Sector comercial e industrial de la comuna.

Identificación de los Beneficiarios: Sector comercial e industrial de la comuna. Cámara de comercio. Población en general, por el desarrollo de demanda por productos y servicios vinculados a la energía solar, que pueden ser abastecidos con mano de obra local (plan debe desarrollarse en conjunto con proyectos de capacitación y creación de competencias locales). Este número asciende a 880 empresas en la comuna de Chañaral⁵⁴.

⁵⁴ Informe de Diversificación Productiva de la Cuenca del Río Salado y Plan Integrado de Diego de Almagro, OCUC, 09.05.2016.

Implementación: Se estima un periodo de hasta 3 años para realizar un levantamiento detallado de demanda, estudio de potencial efectivo de implementación de autogeneración en base a energía solar y coordinación de planes y programas de apoyo. Se propone preparar un plan a mediano – largo plazo, para lograr meta de porcentaje de techos industriales y comerciales cubiertos con paneles solares, para el año 2020.

Impactos Esperados: Aumento radical de penetración de energía solar distribuida en sectores industriales y comerciales de la comuna. Potenciamiento cruzado con otros proyectos propuestos: Generación de actividad económica, fuentes de trabajo, nuevos negocios para MIPYMEs y sector industrial y comercial de la comuna. Reducción relevante en consumo energético desde la red y reducción de huella de carbono comunal.

Según se levantó en el diagnóstico energético comunal, el sector Comercial en Chañaral tuvo un consumo de 2.0 GWh/año durante 2016, mientras que -en el mismo periodo- el sector industrial representó un consumo total de 8.7 GWh/año. En total, entre ambos sectores consumen 10.7 GWh/año. Se ha estimado que la demanda total eléctrica de los sectores comercial e industrial en la comuna para el año 2020, sería de 11.9 GWh/año. Se propone considerar una meta de abastecer el 5% de esta demanda mediante generación fotovoltaica instalada en industrias y comercio de la comuna. En total, esto representaría una generación en base a sistemas fotovoltaicos de 600 MWh/año, lo que se lograría con una capacidad instalada de 350 kWp en techos e infraestructura comercial e industrial. Asumiendo un costo promedio de \$ 75 por kWh (netos, sin IVA, valor de referencia de planes AT), esta cantidad de energía generada mediante sistemas fotovoltaicos representaría un ahorro para la industria y comercio de la comuna de aproximadamente \$ 44.5 millones anuales.

A modo de ejemplo, el diseño preliminar de una planta solar de 20 kWp de capacidad para un edificio municipal, generaría una cantidad equivalente a 34.000 kWh/año en la zona (ver anexo).

Gestión del Proyecto: Proyecto liderado por la Ilustre Municipalidad de Chañaral, con aporte de Corfo, SERCOTEC, Ministerio de Energía.

Costos y Financiamiento: Fondos Ministerio de Energía, fondos Corfo, fondos privados, incorporación de banca privada, modelos de financiamiento eficientes, sistemas de crowd-funding. Estimativamente, la meta planteada en cuanto a instalar para el año 2020 una capacidad equivalente a 350 kWp, a un valor de inversión de entre US\$ 1.5 y 2.0 / Watt-peak, representaría un costo de inversión en el rango de US\$ 525.000 a US\$ 700.000, (a valores de inversión

observados hoy, que se espera continúen una tendencia de reducción en los próximos años).

Tomando como referencia el diseño preliminar propuesto para un edificio municipal, se obtiene que una planta tipo de aproximadamente 20 kWp de potencia, tendría un costo de \$ 15 millones, (US\$ 23.000).

Posibles fuentes de financiamiento:

Fomento Energía Solar en PYMES: <http://www.minenergia.cl/pfinanciamiento/>
En este link, el Ministerio de Energía pone a disposición un buscador de fuentes financiamiento para proyectos de Energías Renovables.

Planes / Programas para creación de competencias, asesorías en desarrollo de planes de negocio, asesoría en cursos de capacitación y emprendimiento, Sercotec tiene diversos programas:

Portal de Capacitación: <https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/ver/2752>

Programa de Formación Empresarial: <https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/ver/2755>

Corfo o Sercotec pueden solicitar fondos a FNDR.

MejoraNegocios, fondo de asesorías empresariales:

<https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/ver/2749>

Sercotec también opera el programa Centros de Desarrollo de Negocios⁵⁵: <http://www.centroschile.cl/>. En la Región de Atacama, existen Centros operando en Copiapó y Vallenar (http://www.centroschile.cl/Centro_Negocio/Atacama)

A través de la Cámara de Comercio de Chañaral, los comercios e industrias de la zona pueden buscar formas de asociación y desarrollar planes de financiamiento privados, acudiendo a banca o fondos de inversión o bien mediante sistemas de crowd-funding.

La Agencia Chilena de Eficiencia Energética cuenta con diversos programas y planes de apoyo a la pequeña y mediana industria, en materias energéticas, ver www.acee.cl.

Concurso CORFO "IPRO Especial Atacama", orientado a sectores priorizados en la Región, entre ellos energía solar para autoabastecimiento. Esta iniciativa contempla financiamiento de hasta 30 millones, con tope máximo de 40% de cofinanciamiento, es decir para un proyecto total de \$10.000.000, el subsidio aporta \$4.000.000). Antecedentes sobre este programa se pueden encontrar en:

https://www.corfo.cl/sites/cpp/convocatorias/2017_ipro_atacama?resolvetemplatefordevice=true

13. PROYECTOS: METAS CUANTIFICABLES Y PLAN TEMPORAL DE IMPLEMENTACIÓN

PROYECTO	LÍNEA DE BASE (DIAGNÓSTICO)	META / PLAZO
ILUMINACIÓN EFICIENTE		
5. Iluminación Pública Eficiente.	- Comuna realizó recambio de luminarias en radio urbano, en 2014. - Localidades costeras Portofino y Flamenco, no cuentan con sistema de iluminación pública.	- 100% Iluminación Pública Eficiente para 2020 en radio urbano. - 75% iluminación pública en localidades costeras Portofino y Flamenco para 2020.
INFRAESTRUCTURA SOLAR COMUNITARIA		
2. Impulsar Planta Solar Asociativa / Comunal (con modelo de gestión comunitario). 1. Proyectos solares en edificios públicos (escuelas, Municipalidad, etc) - Techos Públicos.	- Actualmente no existen plantas fotovoltaicas en techos públicos de la comuna.	- Planta solar fotovoltaica de 18,98 kWp en techos de edificio municipal a definir, implementada en un plazo máximo de 2 años, costo aproximado de la iniciativa \$15 millones.
PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN COMUNAL		
14. Plan de Capacitación Profesores Técnicos. 15. Preparar Monitores / Líderes Energéticos comunales. 17. Talleres Energía Solar a toda la comunidad. 18. Talleres de eficiencia energética, aprender sobre uso correcto de la energía. 16. Alianzas con Centros de Formación Técnica. 13. Capacitación en Eficiencia Energética en viviendas nuevas y usadas.	- A nivel comunal se han realizado talleres abordando materias de energía solar y su aprovechamiento. Sin embargo, éstos no han permeado en el tejido comercial, dado que el aprovechamiento solar en este segmento es bajo, casi nulo.	- Plan de capacitación completo funcionando en 2018. - Profesores técnicos y área Matemáticas / Ciencias: 100% capacitado para 2020. - 20 Líderes / Monitores energéticos capacitados en 2018. - 5 Talleres Comunales anuales, 2018 en adelante.

⁵⁵ Programa ejecutado por el Servicio de Cooperación Técnica, Sercotec. Iniciativa que se enmarca en el acuerdo suscrito entre los gobiernos de Chile y Estados Unidos en junio de 2014, en materia de Promoción del Emprendimiento y del Crecimiento de las Pequeñas y Medianas Empresas, (fuente: <http://www.centroschile.cl/quienes-somos>)

PROYECTO	LÍNEA DE BASE (DIAGNÓSTICO)	META / PLAZO
PLANTA DESALADORA		
6. Planta Desaladora OI Solar, nueva fuente de agua para riego, consumo humano, otras actividades.	- Las comunidades de Portofino y Flamenco cuentan con sistemas precarios de abastecimiento de agua. En gran medida, dependen de abastecimiento mediante camiones aljibe municipales, y compra de agua por parte de privados, para su uso mediante estanques.	- 2 plantas desaladoras instaladas y en operación para 2020. Capacidad de cada una: 325 m3/día (aprox. 2.000 personas)- Cada una en conjunto con planta FV de 200 kWp, que produce energía equivalente requerida por planta desaladora.
CREACIÓN DE SISTEMA DE VALOR COMPARTIDO		
9. Directorio de empresas que cumplen protocolos de buenas prácticas en trato a proveedores locales.	- A la fecha no existen iniciativas que permitan contar con procesos de creación de valor compartido entre empresas y comunidad.	- Directorio establecido y operativo con Grandes Empresas para 2018.
COMPRAS ASOCIATIVAS		
11. Gestión desde la Municipalidad de compras asociativas, centralizadas de sistemas solares.	- Compras asociativas permiten generar economías de escala y mejorar el aprovechamiento de capital existente a nivel local y nacional. Un ejemplo es el proyecto techo30+ de Caldera implementado por ACHEE.	- En 1 año, contar con estudio detallado y levantamiento de demanda. - Licitación de bloque 1 de techos, en 2018. - Instalación, durante 2019-2020. - Meta: 200 kWp instalados en 2020, equivalentes a 5% demanda comunal residencial al 2020 (6,9 GWh/año).
TRANSPORTE LIMPIO		
3. Ciclovías / Red de Bicicletas Públicas. 4. Impulsar transporte eléctrico (Bus / taxis / etc.)	3. Ciclovías / Red de Bicicletas Públicas. 4. Impulsar transporte eléctrico (Bus / taxis / etc.) - No existen sistemas de transporte urbano/interurbano que no tengan emisiones directas o que hagan uso del recurso solar existente en la zona.	- Estudio de red de ciclovías y definición proyecto, 1 año, durante 2017-2018. - Implementación de ciclovías, 2019; puesta en marcha, 2020. - Transporte eléctrico: 1 año para estudios y definición recorridos (2017). Compra material y puesta en marcha, 2018-2019.

PROYECTO	LÍNEA DE BASE (DIAGNÓSTICO)	META / PLAZO
FOMENTO ERNC EN PYME		
10. Fomentar Uso ERNC en PYMES.	- No está identificado el potencial para instalar sistemas fotovoltaicos en PYMES en Chañaral. - En terreno, dueños de PYMES no están identificados con el potencial de disminuir pagos por electricidad durante horas solares.	- Levantamiento de demanda potencial, en 1 año (durante 2017). - Plan de impulso y estímulo, 2018-2019. - Instalación sistemas, 2019-2020. - Meta: para 2020, 0.35 MWp Energía Solar en techos comerciales e industriales, equivalente a 5% de la demanda comercial e industrial al 2025 (estimada en 11,9 GWh/año).

14. GLOSARIO

- SolarGis.
- Explorador Eólico FCFM, Ministerio de Energía y GIZ.
- Fuente: INE – Instituto Nacional de Estadísticas.
- Censo 1992, 2002 y 2012 (Minuta ejecutiva resultados preliminares Censo 2012), INE.
- Análisis Socio-Demográfico, Urbano y Productivo Diego de Almagro, elaborado por Observatorio de Ciudades UC, 2016.
- Dirección Meteorológica de Chile.
- “Características Climáticas de la Región de Atacama”, Juliá et. al. Ediciones universidad de La Serena, La Serena, Chile, 2008.
- Dirección General de Aguas.
- Medio Ambiente, Informe Anual, Instituto Nacional de Estadísticas, 2014.
- Bowman, Almeyda, Griem, Garrido y Dirección General de Aguas.
- Atlas de Faenas Mineras Regiones de Antofagasta y Atacama, Sernageomin, Ministerio de Minería, 2011.
- EMELAT, CGE.
- Recambio luminarias Chañaral: <http://diario.latercera.com/2013/07/21/01/contenido/pais/31-142174-9-cuatro-comunas-renuevan-luminaria-publica-con-tecnologia-led.shtml>.
- SECPLAC Chañaral.
- Fuentes, Estrategia Energética Local de Caldera, Fundación Chile e información propia levantada en la zona (Chañaral y Diego de Almagro).
- Potencial geotérmico de Chile. Central Energía. <http://www.centralenergia.cl/2010/10/06/potencial-geotermico-de-chile/>.
- Focus on Chile. Bulletin. Geothermal Resources Council. Vol. 42, No. 1. January/February 2013.
- Desarrollo de metodología para estimación de potencial geotérmico explotable en la Región del Maule, zona volcánica sur, Chile. Memoria para optar al título de geólogo. Universidad de Chile, 2012.
- Estimación del potencial de energía geotérmica de baja entalpia y sus posibles aplicaciones en la comuna de Colina, Región Metropolitana. Memoria de título. Universidad de Chile, 2013.
- Creating Shared Value, Harvard Business Review, Michal E. Porter and Mark R. Kramer, texto disponible en <https://myhbp.org/leadingedge/d/cla?&c=24811&i=25967&cs=e3c4e5ddc7e9cb91d18872a098ee63b6>
- Plan Estratégico Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, Plataforma Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres, preparada por ONEMI, Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Documento que difunde fuentes de financiamiento, apoyo técnico y apoyo en recursos humanos, de origen nacional e internacional, público y privado, las cuales pueden ser de interés y utilidad para los proyectos planteados en el presente Informe.

15. ANEXO

Memoria de Cálculo Preliminar – Planta Solar Municipal Chañaral

I. Análisis preliminar

En base a un panel fotovoltaico de tipo comercial, (Jinko JKM260P-60), se harán los cálculos preliminares de una planta fotovoltaica a instalar en un edificio con 800 m² de superficie disponible en su techumbre. Este es un cálculo de carácter referencial, que deberá ser ratificado mediante un estudio técnico especializado, una vez que se defina el edificio específico a abordar.

II. Parámetros Técnicos Generales

Superficie útil (m²)	800
Panel Referencia	Jinko JKM260P-60
Potencia (Wp)	260
Superficie (m²)	1,6368
Superficie FV efectiva (%)	15%
Superficie FV efectiva (m²)	120
Cantidad de Paneles	73
Potencia Total Planta (Wp)	18980
Potencia Total Planta (kWp)	18,98

III. Estimación de Generación de Energía Anual

A partir de información de radiación solar obtenida de Solargis, para la ciudad de Chañaral, el rendimiento específico de una planta fotovoltaica se estima en 1.698 kWh/kWp, para un panel fotovoltaico similar al considerado en el diseño técnico.

La irradiación global anual existente en la ciudad de Chañaral, según Solargis, corresponde a 2.185 kWh/m².

Se asume una instalación de techo de tipo fijo, sin seguimiento, orientada 0° Norte y con una inclinación de 25° sobre plano horizontal.

(Se adjunta como parte del presente Anexo el informe de simulación completo obtenido de Solargis).

En base a estos parámetros, una planta solar fotovoltaica instalada en el techo de la Municipalidad con una potencia de 18,98 kWp, generaría 32,228 kWh/año, con un factor de planta anual de 19.38%.

IV. Parámetros Económicos

Se estima un costo de inversión de US\$ 1.2 por watt peak para la planta, totalizando para el proyecto un valor llave en mano de US\$ 22.776, equivalentes a \$ 15.032.160 en moneda nacional, a un tipo de cambio de \$ 660 por US\$, (valor promedio del tipo de cambio para el mes de julio 2017).

A modo referencial, se asumirá que el 70% de la producción se destina a autoconsumo y un 30% se inyecta a la red, lo que genera el siguiente ingreso anual:

Mix de Generación	%	kWp	Ingreso/Ahorro (\$)
Autoconsumo	70%	27,396	2.818.637
Inyección	30%	11,741	614.525
Totales		39,137	3.433.163

Se considera tarifa BT1 para Chañaral de \$ 103/kWh, como tarifa de referencia para estimar ingreso por autoconsumo, y \$ 52/kWh, para estimar ingreso por energía inyectada a la red, (fuente: CGE / Emelat).

En base a estos parámetros, considerando un costo anual de O&M para actividades de mantención básicas (limpieza, revisión periódica de estructura, control de parámetros, etc.), equivalente a US\$ 15 por cada kWp anuales, se tiene el siguiente cuadro de desempeño económico preliminar para la planta propuesta:

Costo de Inversión (\$)	15.032.160
Ingreso esperado anual (\$)	2.827.115
Costo O&M - \$/año	187.902
Ingreso neto anual (\$)	2.639.213
Payback lineal (años)	5,696

YIELD ASSESSMENT OF THE PHOTOVOLTAIC POWER PLANT

Report number: PV-24384-1704-34
Issued: 25 April 2017 21:36 (UTC)

1. Site info

Site name: Chañaral, Chile

Coordinates: 26° 20' 45.87" S, 70° 36' 57.38" W
Elevation a.s.l.: 33 m
Slope inclination: 2°
Slope azimuth: 296° northwest

Annual global in-plane irradiation: 2185 kWh/m²
Annual air temperature at 2 m: 19.2 °C

2. PV system info

Installed power: 50.0 kWp
Type of modules: crystalline silicon (c-Si)
Mounting system: fixed mounting, free standing
Azimuth/inclination: 0° (north) / 25°
Inverter Euro eff.: 97.5%
DC / AC losses: 5.5% / 1.5%
Availability: 99.0%

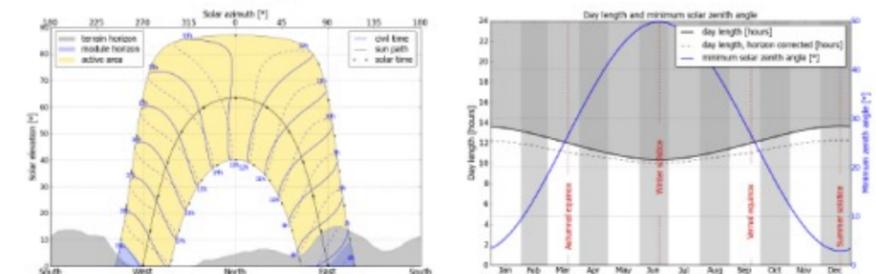
Annual average electricity production: 84.9 MWh
Average performance ratio: 77.2%

Location on the map: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=-26.3460755971,-70.61594009498&z=15>

3. Geographic position



4. Terrain horizon and day length



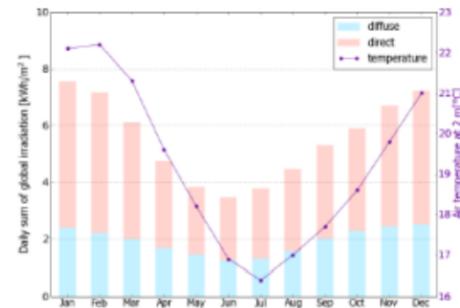
Left: Path of the Sun over a year. Terrain horizon (drawn by grey filling) and module horizon (blue filling) may have shading effect on solar radiation. Black dots show True Solar Time. Blue labels show Local Clock Time.

Right: Change of the day length and solar zenith angle during a year. The local day length (time when the Sun is above the horizon) is shorter compared to the astronomical day length, if obstructed by higher terrain horizon.

Site: Chañaral, Chile, lat/lon: -26.3461°/-70.6159°
 PV system: 50.0 kWp, crystalline silicon, fixed free, azim. 0° (north), inclination 25°

5. Global horizontal irradiation and air temperature - climate reference

Month	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
Jan	234	7.56	2.38	22.1
Feb	201	7.16	2.20	22.2
Mar	190	6.12	1.98	21.3
Apr	143	4.75	1.67	19.6
May	119	3.83	1.44	18.2
Jun	104	3.46	1.24	16.9
Jul	117	3.78	1.30	16.4
Aug	138	4.46	1.58	17.0
Sep	159	5.29	2.01	17.7
Oct	183	5.91	2.28	18.6
Nov	201	6.71	2.45	19.8
Dec	224	7.22	2.50	21.0
Year	2012	5.51	1.92	19.2



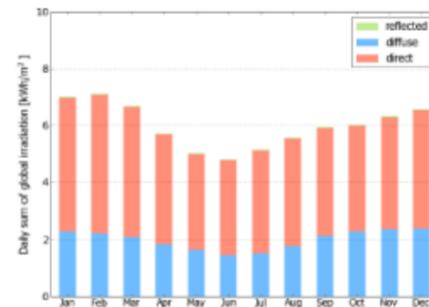
Long-term monthly averages:

- Gh_m Monthly sum of global irradiation [kWh/m²]
- Gh_d Daily sum of global irradiation [kWh/m²]
- Dh_d Daily sum of diffuse irradiation [kWh/m²]
- T₂₄ Daily (diurnal) air temperature [°C]

6. Global in-plane irradiation

Fixed surface, azimuth 0° (north), inclination. 25°

Month	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
Jan	217	7.01	2.30	0.04	0.4
Feb	199	7.11	2.22	0.04	0.6
Mar	207	6.68	2.10	0.04	0.6
Apr	171	5.71	1.84	0.03	0.7
May	156	5.01	1.64	0.02	0.7
Jun	144	4.80	1.46	0.02	0.5
Jul	159	5.14	1.52	0.02	0.6
Aug	172	5.56	1.78	0.03	0.7
Sep	178	5.94	2.14	0.03	0.7
Oct	187	6.02	2.30	0.03	0.7
Nov	190	6.34	2.37	0.04	0.6
Dec	204	6.57	2.38	0.04	0.5
Year	2185	5.98	2.00	0.03	0.6



Long-term monthly averages:

- Gi_m Monthly sum of global irradiation [kWh/m²]
- Gi_d Daily sum of global irradiation [kWh/m²]
- Di_d Daily sum of diffuse irradiation [kWh/m²]
- Ri_d Daily sum of reflected irradiation [kWh/m²]

Sh_{loss} Losses of global irradiation by terrain shading [%]

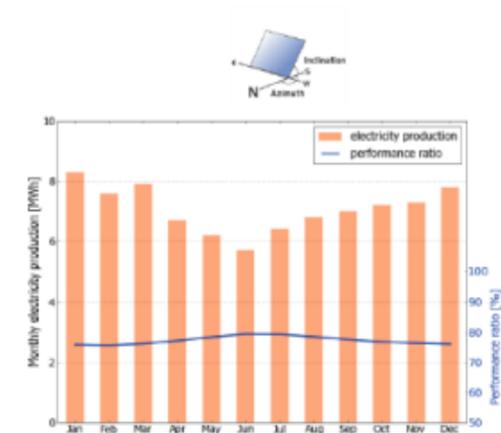
Average yearly sum of global irradiation for different types of surface:

	kWh/m ²	relative to optimally inclined
Horizontal	2012	92.1%
Optimally inclined (25°)	2185	100.0%
2-axis tracking	2776	127.0%
Your option	2185	100.0%

Site: Chañaral, Chile, lat/lon: -26.3461°/-70.6159°
 PV system: 50.0 kWp, crystalline silicon, fixed free, azim. 0° (north), inclination 25°

7. PV electricity production in the start-up

Month	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
Jan	166	5.35	8.3	9.8	76.0
Feb	152	5.42	7.6	8.9	75.8
Mar	159	5.12	7.9	9.4	76.3
Apr	133	4.45	6.7	7.9	77.3
May	123	3.97	6.2	7.2	78.5
Jun	115	3.83	5.7	6.8	79.5
Jul	127	4.11	6.4	7.5	79.4
Aug	136	4.40	6.8	8.0	78.6
Sep	140	4.65	7.0	8.2	77.7
Oct	145	4.66	7.2	8.5	76.9
Nov	146	4.88	7.3	8.6	76.5
Dec	156	5.04	7.8	9.2	76.2
Year	1698	4.65	84.9	100.0	77.2



Long-term monthly averages:

- Es_m Monthly sum of specific electricity prod. [kWh/kWp]
- Es_d Daily sum of specific electricity prod. [kWh/kWp]
- Et_m Monthly sum of total electricity prod. [MWh]

- E_{share} Percentual share of monthly electricity prod. [%]
- PR Performance ratio [%]

8. System losses and performance ratio

Energy conversion step	Energy output [kWh/kWp]	Energy loss [kWh/kWp]	Energy loss [%]	Performance ratio [partial %]	Performance ratio [cumul. %]
1. Global in-plane irradiation (input)	2198	-	-	100.0	100.0
2. Global irradiation reduced by terrain shading	2185	-13	-0.6	99.4	99.4
3. Global irradiation reduced by reflectivity	2129	-56	-2.6	97.4	96.9
4. Conversion to DC in the modules	1890	-239	-11.2	88.8	86.0
5. Other DC losses	1786	-104	-5.5	94.5	81.3
6. Inverters (DC/AC conversion)	1741	-45	-2.5	97.5	79.2
7. Transformer and AC cabling losses	1715	-26	-1.5	98.5	78.0
8. Reduced availability	1698	-17	-1.0	99.0	77.2
Total system performance	1698	-500	-22.8	-	77.2

Energy conversion steps and losses:

- Initial production at Standard Test Conditions (STC) is assumed,
- Reduction of global in-plane irradiation due to obstruction of terrain horizon and PV modules,
- Proportion of global irradiation that is reflected by surface of PV modules (typically glass),
- Losses in PV modules due to conversion of solar radiation to DC electricity; deviation of module efficiency from STC,
- DC losses: this step assumes integrated effect of mismatch between PV modules, heat losses in interconnections and cables, losses due to dirt, snow, icing and soiling, and self-shading of PV modules,
- This step considers euro efficiency to approximate average losses in the inverter,
- Losses in AC section and transformer (where applicable) depend on the system architecture,
- Availability parameter assumes losses due to downtime caused by maintenance or failures.

Losses at steps 2 to 4 are numerically modeled by pvPlanner. Losses at steps 5 to 8 are to be assessed by a user. The simulation models have inherent uncertainties that are not discussed in this report. Read more about simulation methods and related uncertainties to evaluate possible risks at <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

SOLARGIS**pvPlanner**

Site: Chañaral, Chile, lat/lon: -26.3461°/-70.6159°
 PV system: 50.0 kWp, crystalline silicon, fixed free, azim. 0° (north), inclination 25°

9. Solargis v21a - description of the database

Solargis is high-resolution climate database operated by Solargis s.r.o. Primary data layers include solar radiation, air temperature and terrain (elevation, horizon).

Air temperature at 2 m: developed from the CFSR data (© NOAA NCEP, USA); years: 1994 - 2011; recalculated to 15-minute values. The data are spatially enhanced to 1 km resolution to reflect variability induced by high resolution terrain.

Solar radiation: calculated from the satellite and atmospheric data:

- Meteosat PRIME satellite (© EUMETSAT, Germany) 1994 - 2015, 15-minute or 30-minute values for Europe, Africa and Middle East,
- Meteosat IODC satellite (© EUMETSAT, Germany) 1999 - 2015, 30-minute values for Asia,
- GOES EAST satellite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30-minute values for Americas,
- GOES WEST satellite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30-minute values for North America and Pacific,
- MTSAT satellite (© JMA, Japan) 2007 - 2015, 30-minute values for Pacific,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, atmospheric data,
- GFS, CFSR (© NOAA, USA), 1994 - 2015, atmospheric data,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, atmospheric data.

This estimation assumes year having 365 days. Occasional deviations in calculations may occur as a result of mathematical rounding and cannot be considered as a defect of algorithms. More information about the applied data, algorithms and uncertainty can be found at: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Service provider

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Slovakia; Registration ID: 45 354 766, VAT Number: SK2022962766; Registration: Business register, District Court Bratislava I, Section Sro, File 62765/B

11. Mode of use

This report shows solar power estimation in the start-up phase of a PV system. The estimates are accurate enough for small and medium-size PV systems. For suntracking simulations, only theoretical options are shown without considering backtracking and shading. For large projects planning and financing, more information is needed:

1. Statistical distribution and uncertainty of solar radiation
2. Detailed specification of a PV system
3. Interannual variability and P90 uncertainty of PV production
4. Lifetime energy production considering performance degradation of PV components.

More information about full PV yield assessment can be found at: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.





Fraunhofer

CHILE

CENTRO DE TECNOLOGÍAS PARA ENERGÍA SOLAR - FRAUNHOFER CHILE RESEARCH

Fraunhofer Chile Research
Center for Solar Energy Technologies (CSET)

Avenida Vicuña Mackenna 4860
Edificio de Innovación UC Anacleto Angelini
Piso 8
Santiago, Chile

www.fraunhofer.cl