

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

Memoria de Título

**PROPUESTA PARA MEJORAR EL USO Y/O LA DISPOSICIÓN DE RECURSOS  
EN EL ÁMBITO DOMICILIARIO DE LA COMUNIDAD ATACAMEÑA DE  
PEINE, REGIÓN DE ANTOFAGASTA.**

**Macarena Paz Mella Trujillo**

SANTIAGO, CHILE  
2011

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

Memoria de Título

**PROPUESTA PARA MEJORAR EL USO Y/O LA DISPOSICIÓN DE RECURSOS  
EN EL ÁMBITO DOMICILIARIO DE LA COMUNIDAD ATACAMEÑA DE  
PEINE, REGIÓN DE ANTOFAGASTA.**

**PROPOSAL TO IMPROVE THE USE AND/OR DISPOSAL OF DOMESTIC  
RESOURCES IN THE ATACAMENIAN COMMUNITY OF PEINE, REGION OF  
ANTOFAGASTA**

**Macarena Paz Mella Trujillo**

SANTIAGO, CHILE  
2011

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**PROPUESTA PARA MEJORAR EL USO Y/O LA DISPOSICIÓN DE RECURSOS  
EN EL ÁMBITO DOMICILIARIO DE LA COMUNIDAD ATACAMEÑA DE  
PEINE, REGIÓN DE ANTOFAGASTA.**

Memoria para optar al título profesional de:  
Ingeniera en Recursos Naturales Renovables

**Macarena Paz Mella Trujillo**

	<b>Calificaciones</b>
<b>Profesor Guía</b>	
Sr. Alejandro León S. Ingeniero Agrónomo, Ph.D.	7,0
<b>Profesores Evaluadores</b>	
Sr. Rodrigo Fuster G. Ingeniero Agrónomo, M.Sc.	6,5
Sr. Manuel Paneque C. Bioquímico, Dr.	6,0
<b>Colaboradora</b>	
Gabriela Pastor Arquitecta, Dr.	

SANTIAGO, CHILE  
2011

## AGRADECIMIENTOS

Esta memoria representa el término de una gran etapa en mi vida, por lo mismo quería aprovechar este momento para agradecer a cada una de las personas que estuvieron conmigo durante este proceso y que hicieron posible el desarrollo de este trabajo.

En primer lugar agradezco mis padres por la educación que me han entregado y por el apoyo incondicional, también a mis hermanas y familiares por la preocupación y por acompañarme siempre.

A mi profesor guía Alejandro León por su orientación y colaboración durante todo este proceso. A Gabriela Pastor quien sin conocerme y a pesar de la distancia aceptó orientarme durante el desarrollo de esta memoria, siendo un pilar fundamental tanto por apoyo constante como por sus conocimientos en arquitectura vernácula. También agradezco a los profesores Rodrigo Fuster y Manuel Paneque por sus aportes en las correcciones.

Un agradecimiento especial a mis amigos y compañeros de carrera, por los increíbles momentos compartidos durante los cinco años, y en especial a Paula, Pía, Celián y Fiona quienes me apoyaron durante estos últimos meses de trabajo y me ayudaron a mejorar el escrito.

Finalmente, no puedo dejar de mencionar a la Comunidad Atacameña de Peine y al equipo de trabajo del Plan de Desarrollo, por su gran acogida y aporte en levantamiento de datos, sin ellos esta investigación no hubiera sido posible.

Es de esperar que este trabajo sea un aporte en la búsqueda de un hábitat más sustentable y acorde a las necesidades particulares de los habitantes de Peine.

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	4
ÍNDICE DE CUADROS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	9
Palabras clave.....	9
ABSTRACT.....	10
Key words .....	10
INTRODUCCIÓN .....	11
Objetivo General .....	12
Objetivos Específicos.....	12
MATERIALES Y MÉTODOS .....	13
Materiales.....	13
Área de estudio.....	13
Plan de Desarrollo de la Comunidad Atacameña de Peine .....	14
Método .....	15
Caracterización de Comunidad Atacameña de Peine y sus viviendas .....	15
Caracterización de los elementos climáticos en Peine.....	15
Caracterización del uso y/o disposición de algunos recursos en el ámbito domiciliario .....	16
Elaboración de la propuesta de opciones .....	17
Aplicación de la propuesta: casos de estudio.....	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	19
Comunidad Atacameña de Peine y sus viviendas .....	19
Caracterización de los elementos climáticos en Peine.....	21
Precipitación.....	21
Radiación solar.....	21
Temperatura .....	22
Caracterización del uso y/o disposición de algunos recursos en el ámbito domiciliario .....	24
Agua.....	24
Energía .....	27

Confort interior y materialidad de las viviendas .....	31
Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD).....	35
Opciones para mejorar el uso y/o disposición de recursos en las viviendas de Peine .....	37
Opciones de manejo del recurso hídrico .....	37
Opciones de aprovechamiento de la energía solar .....	40
Opciones para mejorar el confort al interior de las viviendas.....	43
Opciones de manejo de residuos orgánicos .....	45
Casos de estudio.....	47
Caso 1: Vivienda de construcción tradicional.....	47
Caso 2: Vivienda de construcción industrializada .....	51
CONCLUSIONES .....	54
BIBLIOGRAFÍA .....	56
APÉNDICES.....	59
Apéndice I: Formato encuesta consumo, confort ambiental y aprovechamiento de los RR.NN.....	59
Apéndice II: Actualización listado de familias Peine .....	62

**ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Provisión de energía térmica y eléctrica para distintos usos .....	27
Cuadro 2. Consumo de gas y electricidad en las viviendas. ....	28
Cuadro 3. Consumo mensual de electricidad por vivienda.....	29
Cuadro 4. Negocios en la vivienda. ....	30
Cuadro 5. Sensación térmica en relación a la materialidad de la vivienda. (%) .....	33
Cuadro 6. Minimización de residuos en las viviendas de Peine. ....	36
Cuadro 7. Actualización listado de familias y estado de ocupación de las viviendas de Peine. ....	62
Cuadro 8. Estado de ocupación de las viviendas en Peine.....	64
Cuadro 9. Formato encuesta consumo, confort ambiental y aprovechamiento de los RR.NN. ....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localidad de Peine en la comuna de San Pedro de Atacama. ....	13
Figura 2. Calle Latorre, Peine. ....	20
Figura 3. Precipitación anual, estación meteorológica Peine.....	21
Figura 4. Radiación solar promedio mensual, estación de medición San Pedro de Atacama. ....	22
Figura 5. Temperatura promedio mensual. ....	23
Figura 6. Origen de agua para distintos usos .....	24
Figura 7. Uso del agua almacenada.....	25
Figura 8. Reutilización de aguas grises en Peine. ....	26
Figura 9. Medidas de eficiencia energética implementadas en las viviendas.....	30
Figura 12. Ventilación de las viviendas de Peine. ....	31
Figura 10. Sensación térmica al interior de las viviendas.....	32
Figura 11. Materialidad de la vivienda en relación a los años de ocupación.....	33
Figura 13. Modalidad de construcción en Peine. (1) y (2) corresponden a viviendas de tipo tradicional, mientras que (3) y (4) a viviendas industrializadas.....	34
Figura 14. Vertedero de Peine.....	35
Figura 16. Reciclaje de residuos orgánicos en Peine. ....	36
Figura 17. Esquema sistema Tohá. ....	39
Figura 18. Inodoro de recolección diferenciada.....	40
Figura 19. Esquema circulación de agua en un colector solar. ....	41
Figura 20. Hornos solares .....	41
Figura 21. Cocina tipo panel .....	42
Figura 22. Sistema solar fotovoltaico.....	42
Figura 23. Entretecho de una vivienda en construcción. ....	44
Figura 24. Generación de sombra en una vivienda de Peine. ....	45
Figura 25. Compostera.....	45
Figura 26. Pila de compostaje .....	46
Figura 27. Vivienda tradicional Peine.....	48
Figura 28. Propuesta medidas a implementar Caso 1. ....	49
Figura 29. Vivienda de construcción industrializada.....	51
Figura 30. Propuesta medidas a implementar Caso 2. ....	52



## RESUMEN

En la Comunidad Atacameña de Peine, en la Comuna de San Pedro de Atacama, la escasez de agua es un problema transversal que afecta a todas sus viviendas. El agua proveniente de la red pública es discontinua y, en general, los habitantes se abastecen también de fuentes alternativas. El poblado cuenta con abundantes niveles de radiación solar, sin embargo, el 100% de las viviendas se abastece de energía eléctrica generada por la Sociedad Chilena de Litio. Esta última, también está a cargo de la recolección de los residuos sólidos, donde un gran porcentaje pasa directo desde su generación al vertedero. Por otra parte, el confort al interior de las viviendas difiere entre una tradicional, construida en base a piedra y “torta de barro”, y una industrializada, donde predomina el bloque de hormigón y las planchas de zinc, siendo las primeras las que se adaptan mejor a las condiciones climáticas de la zona, de acuerdo a la sensación térmica de sus habitantes.

Con este trabajo se pretende identificar opciones que contribuyan al mejoramiento del uso y/o disposición de algunos recursos en el ámbito domiciliario, mediante la recopilación de información secundaria y trabajo en terreno, y, posteriormente, un análisis de las opciones factibles a implementar dadas las características del poblado y sus habitantes.

La propuesta sugiere opciones para el manejo del recurso hídrico, a través de la disminución del consumo y reutilización de aguas grises; para el aprovechamiento de la energía solar, mediante el uso de colectores y hornos solares para la generación de energía térmica, y sistemas fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica; para mejorar el confort interior, a través de la generación de sombras, orientación de aberturas, aislación térmica y ventilación natural; finalmente, para el manejo de residuos sólidos, mediante la generación de compost. Con la implementación de sólo algunas de las medidas propuestas se podría mejorar el nivel de confort al interior de las viviendas y, al mismo tiempo, propender a una construcción del hábitat más sostenible.

### Palabras clave

Comunidad Atacameña de Peine, vivienda, agua, energía, confort interior, residuos.

## **ABSTRACT**

In the Atacamenian Community of Peine, commune of San Pedro de Atacama, water shortage is a problem that affects all households, where residents feel the need to obtain water from alternative sources. The village has abundant solar radiation levels nevertheless a 100% of the housing has electric energy supplied by the Chilean Society of Lithium. This one is also in charge of solid residue collection. On the other hand, comfort inside the homes differ between ones built traditionally with stones and adobe and others industrialized where concrete blocks and zinc sheets predominate, being the former ones that adapt better to the climatic conditions in the area, according to the inhabitants.

The aim of this study is to identify options that contribute to improving the use and/or disposal of some domestic resources in the domestic scope, through the compilation of secondary information and fieldwork, and subsequently, an analysis of the feasible options to be implemented.

The proposal suggests options for water management through consumption reduction and grey water reuse; for harnessing of solar; to improve indoor comfort by creating shades, orienting openings, thermal insulation of housing and natural ventilation; finally, for solid residues management through composting.

### **Key words**

Indoor comfort, housing, water, energy, residues.

## INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 50 años la ruralidad en Chile ha experimentado una serie de cambios, relacionados principalmente a la globalización, la competitividad, la cultura económica y la sociedad mediática. Según Canales (2005), estos cambios han afectado no sólo las estructuras demográficas y productivas de la población, sino también impactado la manera en que las comunidades rurales perciben su mundo. De acuerdo con este autor, la nueva infraestructura y la conectividad masiva de los medios de comunicación han transformado la distancia física de las comunidades, provocando una pérdida progresiva del carácter aislado de diversas localidades, permitiendo así un mayor acceso a bienes y servicios.

Una de las consecuencias de lo anterior, ha sido la masificación de la construcción de viviendas mediada por la industria a lo largo del país, donde se utilizan nuevas tecnologías relacionadas a su diseño y materialidad, sin importar el tipo de clima en el que se encuentre. Simancas (2003) señala que este nuevo tipo de viviendas no siempre responde a las condiciones ambientales de un lugar determinado, por lo que los habitantes terminan introduciendo sistemas artificiales de ventilación y/o calefacción para así aumentar el nivel de confort interior. No obstante, dichos sistemas también aumentan el consumo total de energía.

Por otra parte se encuentra la arquitectura vernácula<sup>1</sup>, la cual valida los conocimientos adquiridos en la antigüedad, por personas sin estudios técnicos o profesionales en dicha materia, e incluye los cambios necesarios a los requerimientos que van surgiendo en el tiempo en una comunidad determinada (Tiburcio, 2007). Este autor también señala que este tipo de arquitectura corresponde a un testimonio de la cultura popular de un determinado lugar, en donde el uso de materiales locales y los modos de construcción son producto de una buena adaptación al medio ambiente, mediante la creación de microclimas capaces de provocar lugares confortables, los cuales tienen incidencia en la temperatura, iluminación y humedad al interior. Sus características estructurales y estéticas difieren entre un lugar y otro y entre una cultura y otra, no obstante, todos responden a una protección acorde al clima local y utilizan materiales de acuerdo a los recursos disponibles en el entorno.

Considerando las ventajas y desventajas que involucran los distintos sistemas de construcción, tanto industrial como vernáculo o tradicional, y las características específicas que presenta una comunidad determinada, ya sea por la condición climática de la zona y/o por el acceso que tienen a ciertos bienes y servicios, entre otras cosas, en este trabajo se analiza de qué manera una comunidad remota aprovecha sus recursos en el ámbito domiciliario.

---

<sup>1</sup>En la “Carta del Patrimonio Vernáculo Construido”, ratificada por la 12ª Asamblea General del ICOMOS en México (1999), se le otorga a este tipo de arquitectura la categoría de patrimonio y se define como “la expresión fundamental de la identidad de una comunidad, de sus relaciones con el territorio y al mismo tiempo, la expresión de la diversidad cultural del mundo”.

Así, con este trabajo se pretende, a partir de la caracterización de viviendas de la Comunidad Atacameña de Peine, determinar opciones que contribuyan al mejoramiento del uso y/o disposición del agua, energía y residuos en viviendas ya construidas. Dicha comunidad se sitúa en el poblado de Peine en la comuna de San Pedro de Atacama, uno de los lugares en el que ha vivido ancestralmente la etnia atacameña y que presenta una alta dependencia de los recursos naturales para el equilibrio de sus territorios (Fundación, 2010). Esta propuesta se enmarca dentro del proyecto “Diseño del Plan de Desarrollo de la Comunidad Atacameña de Peine”, desarrollado por la Fundación de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile durante el 2010.

Para identificar las diversas opciones que pretenden mejorar el uso y/o disposición de los recursos en las viviendas, es necesario indagar sobre las técnicas ya utilizadas por la población, de manera que se puedan complementar con nuevas alternativas, y así plantear un mejoramiento del hábitat y el confort ambiental, a través del uso racional de la energía y los recursos naturales disponibles (Martínez, 2006). El concepto de confort ambiental hace referencia al rango de las condiciones del entorno consideradas aceptables dentro de un espacio habitable, es decir, se refiere a la percepción que tienen los habitantes de ciertos parámetros ambientales que usualmente se consideran en forma separada, como confort térmico, lumínico, acústico y con respecto a la calidad del aire (Guerra, 2003). En general, la ausencia de confort al interior de una vivienda implica una sensación de incomodidad, ya sea por frío y/o calor extremos durante ciertos periodos del año, por falta de iluminación, por corrientes de aire interiores, entre otros factores.

### **Objetivo General**

Identificar opciones que contribuyan al mejoramiento del uso y/o disposición de algunos recursos en el ámbito domiciliario de la Comunidad Atacameña de Peine.

### **Objetivos Específicos**

1. Caracterizar la disponibilidad y el uso actual de la energía, del agua y del manejo de residuos en el ámbito domiciliario.
2. Proponer opciones tendientes a mejorar el uso y/o disposición de la energía, del agua y de los residuos en la Comunidad Atacameña de Peine.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

#### Área de estudio

El poblado de Peine se ubica en la Región de Antofagasta, provincia del Loa, en la comuna de San Pedro de Atacama. Se sitúa en las coordenadas 23° 43' Lat. Sur y 68° 06' Lat. Oeste, sobre la ladera oriental del Salar de Atacama (Figura 1).

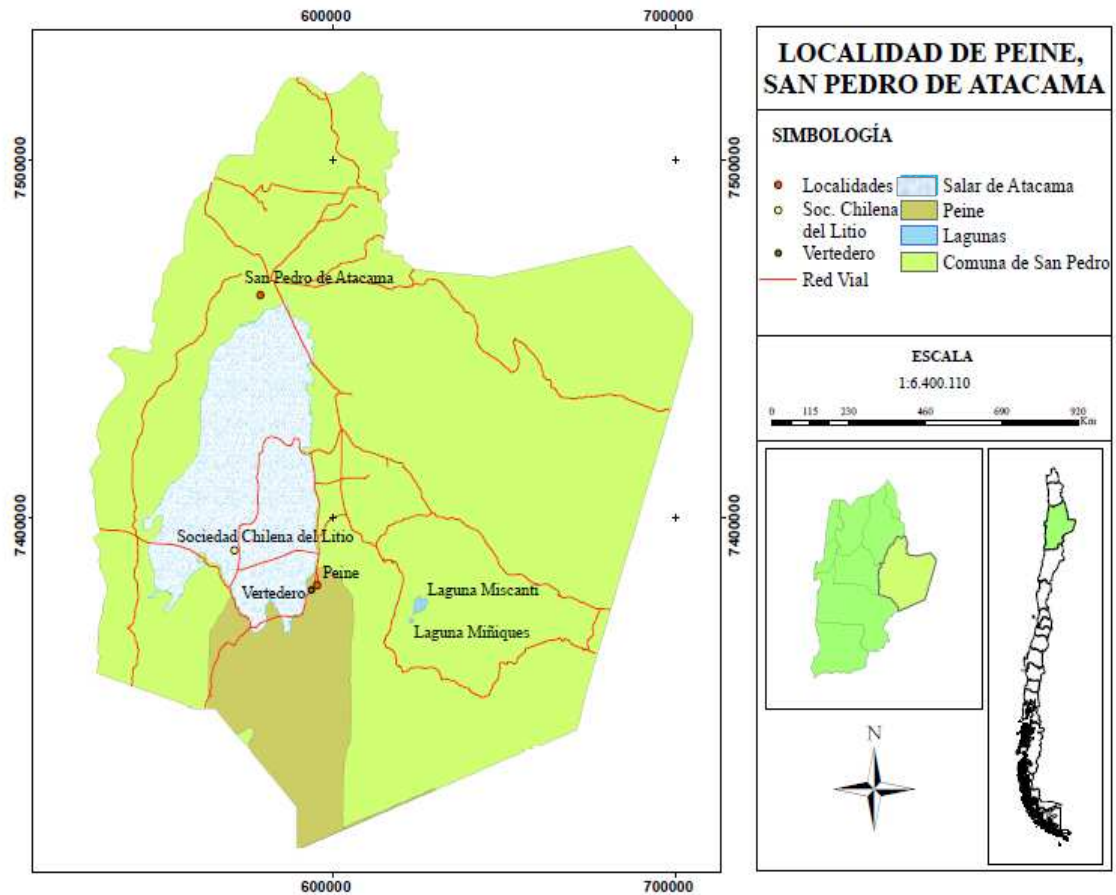


Figura 1. Localidad de Peine en la comuna de San Pedro de Atacama.  
Fuente: Elaboración propia

La localidad de Peine es una comunidad territorial que cubre varios pisos ecológicos, incluyendo el Salar y vegas de Pular, en la frontera con Argentina (Fundación, 2010). Esta zona se caracteriza por presentar más de 330 días del año despejados y una precipitación promedio anual por debajo de los 20 milímetros. Una de las características más notorias del poblado son las viviendas construidas en faldeos de pendientes pronunciadas.

### **Plan de Desarrollo de la Comunidad Atacameña de Peine**

El proyecto “Diseño del Plan de Desarrollo de la Comunidad Atacameña de Peine”, estipulado en el convenio suscrito por la Comunidad Atacameña de Peine y la Fundación Minera Escondida por una parte, y la Fundación de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile por la otra como entidad ejecutora, tuvo como objetivo principal “elaborar un Plan de Desarrollo Comunitario con toda la comunidad, de manera de recoger un planteamiento colectivo respecto de la visión de la comunidad sobre su desarrollo, proyectando una estrategia generada a partir de sus propias experiencias y mirada del futuro comunitario”(Fundación, 2010).

Con el Plan de Desarrollo se identificaron ideas, experiencias y alcances que permitirían gestionar los recursos comunitarios en el marco del desarrollo territorial y la protección del hábitat ocupado tradicionalmente por los habitantes de Peine (Fundación, 2010).

El presente trabajo se realizó en el marco del Plan de Desarrollo, con el fin de abarcar ciertas temáticas de interés para la Comunidad y que no habían sido consideradas en un principio. Uno de los problemas identificados, tanto por el equipo ejecutor como por la Comunidad, es el manejo actual del agua, la energía y los residuos en las viviendas de Peine, para lo cual se identificaron opciones que contribuyen al mejor aprovechamiento de éstos. Las modalidades de construcción y, con esto, la materialidad de las viviendas, están directamente relacionadas al uso eficiente de la energía, por lo que también será un tópico a tratar a lo largo de este estudio.

## Método

### Caracterización de Comunidad Atacameña de Peine y sus viviendas

Se describieron antecedentes respecto de la Comunidad Atacameña, tales como año de constitución, número de integrantes y cómo éstas se relacionan con el medio ambiente. También se caracterizaron aspectos relacionados con sus viviendas, tales como la forma del hábitat tradicional y los materiales utilizados para su construcción. Se profundizó en la materialidad de las viviendas, donde se identificaron los recursos locales e introducidos utilizados en su construcción.

### Caracterización de los elementos climáticos en Peine

Se obtuvo información acerca de radiación solar de mediciones realizadas entre los meses de mayo y octubre del 2009 por la estación de medición de radiación solar instalada en el marco del proyecto de “Energías Renovables No convencionales”, implementado por la Comisión Nacional de Energía (CNE) y la Cooperación Técnica alemana (GTZ), ubicada en las afueras del poblado de San Pedro de Atacama, ubicado a 100 Km. aproximadamente de Peine.

Por otra parte, se obtuvieron los datos de temperatura y precipitación desde enero del 2000 hasta diciembre del 2009 de la estación meteorológica Salar, situada dentro de la Planta Salar de Atacama, propiedad de la Sociedad Chilena del Litio (SCL), ubicada a 27 kilómetros del poblado.

Con los datos obtenidos de precipitación anual en Peine se calculó el Coeficiente de Variación de Pearson, para así comparar la variabilidad interanual de las precipitaciones. Para esto, en primer lugar se calculó la desviación típica o estándar, correspondiente a una medida de dispersión que nos dice cuánto tienden a alejarse valores puntuales del promedio. Para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x_i - \mu)^2}{N}}$$

Donde,

$\sigma$	: Desviación típica
$x_i$	: Valor cualquiera de la variable
$\mu$	: Media aritmética
$N$	: Número total de individuos de la población

Luego con la desviación estándar se calculó el Coeficiente de Variación, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sigma}{|\bar{X}|}$$

Donde,

$CV$	: Coeficiente de Variación de Pearson
$\sigma$	: Desviación típica
$ \bar{X} $	: Valor absoluto de la media aritmética

### **Caracterización del uso y/o disposición de algunos recursos en el ámbito domiciliario**

En primer lugar se describieron aspectos generales de las viviendas de Peine, como estado de ocupación de las viviendas, número de habitantes que residen de forma permanente y temporal, además, de los arrendatarios y visitas. Se definieron como habitantes temporales, a las personas cuya residencia principal es en Peine, pero por estudios o trabajo deben vivir en otro lugar. Los arrendatarios corresponden a las personas que no pertenecen a la familia y que pagan por una habitación o vivienda. Por otro lado, las visitas se definieron como las personas que residen en Peine por una temporada específica de no más de dos meses. Cabe destacar que los campamentos mineros presentes en el poblado no se consideraron en este caso, dado que estas personas no pertenecen a la Comunidad Atacameña de Peine. Los datos se obtuvieron a partir de la actualización del listado de familias por vivienda, elaborado para el “Plan de Desarrollo de la Comunidad Atacameña de Peine” (Fundación, 2010).

**Universo de estudio.** Está constituido por 81 viviendas habitadas permanentemente por al menos una persona perteneciente a la Comunidad Atacameña de Peine, incluyendo las casas en las que se arrienda una o más habitaciones a contratistas de empresas mineras. Las viviendas arrendadas por completo a contratistas mineros no se consideraron en este trabajo.

**Tamaño de la muestra.** Se compuso por aproximadamente un 30% del universo de estudio, equivalente a un total de 25 viviendas, elegidas mediante un muestreo aleatorio simple. De acuerdo a lo establecido por Hernández, Fernández y Baptista (2006) el tamaño de muestra mínimo en estudios de tipo descriptivo es de 30 casos, sin embargo, se alcanzó un número inferior debido a la saturación de los datos.



**Recolección de datos.** La recopilación de datos en terreno se realizó durante los meses de febrero y marzo del 2010 mediante observación directa y aplicación de una encuesta durante la etapa de diagnóstico del Plan de Desarrollo para el cual se realizó el presente estudio. El registro gráfico incluyó un croquis, fotografías y detalles de las viviendas en su estado actual. Los criterios de selección de viviendas fotografiadas fueron destacar las propuestas más sobresalientes de aprovechamiento de los recursos e identificar las buenas prácticas para las condiciones climáticas de Peine (Guerra, 2003).

La encuesta fue aplicada a las distintas familias que habitan la zona de estudio y que pertenecen a la Comunidad Atacameña de Peine, con el propósito de conocer cómo los pobladores de Peine aprovechan el agua, la energía y los residuos en sus viviendas y si es que implementan, de algún modo, mecanismos para minimizar la cantidad de recursos utilizados. Dicha encuesta corresponde a una adaptación del formato de la encuesta utilizada por Guerra (2003) en el desarrollo de la tesis “Habitar el Desierto: Transición Energética y Transformación del Proyecto Habitacional Colectivo en la Ecología del desierto de Atacama, Chile”. Dicho autor trata una problemática similar, pero con objetivos diferentes al de esta memoria de título, por lo que se incluyeron nuevas categorías relacionadas al aprovechamiento de los recursos naturales al interior de la vivienda. El detalle de las preguntas de la encuesta aplicada en este caso se puede ver en el Apéndice I.

**Análisis de datos.** Una vez obtenidos los datos en terreno se realizó un análisis sistemático, el que consistió en la codificación de los datos y la elaboración de tablas de frecuencias de las variables en estudio (Hernández, Fernández y Baptista, 2006).

Luego se describieron las distintas prácticas y tecnologías de aprovechamiento de agua, energía y residuos que se pueden aplicar en zonas que poseen características similares a las de Peine, en cuanto a su condición climática, características de las viviendas (tipo constructivo y materialidad) y aprovechamiento de recursos al interior de éstas. En un principio la descripción se realizó en base a información obtenida desde internet y luego se contactó a expertos en los temas abordados para enriquecer la propuesta.

### **Elaboración de la propuesta de opciones**

Con la información recogida de la Comunidad Atacameña de Peine, y luego de analizar el uso y/o disposición de algunos recursos en el ámbito domiciliario, se desarrolló una propuesta que incluye opciones tendientes a mejorar el aprovechamiento energético y el uso sostenible de los recursos en la construcción del hábitat en una zona árida de Chile. El diseño de la propuesta se definió luego de conocer las condiciones de habitabilidad y uso de los recursos considerando las necesidades de la población.

En una vivienda es fundamental conseguir confort con eficiencia energética, es por esto que se propusieron determinadas estrategias, complementarias entre sí, considerando que ésta fuera confortable durante todo el año. Por ejemplo, una buena estrategia de confort térmico para períodos fríos de año, debe al menos no afectar el confort en períodos calurosos.

**Aplicación de la propuesta: casos de estudio**

A partir de los datos obtenidos en terreno, se seleccionaron dos casos de estudio representativos de la modalidad de construcción de Peine, con el fin ejemplificar de qué manera se pueden implementar las opciones propuestas en los dos tipos de viviendas presentes en el poblado. El primer caso corresponde al caso de una vivienda de construcción tradicional y el otro, a una vivienda que presenta gran parte de los rasgos característicos de los nuevos sistemas constructivos introducidos en el poblado.

En ambos casos se proponen medidas a implementar y que contribuyen al mejor uso y/o disposición de algunos recursos en la vivienda, a partir de la disminución de consumo y dependencia de los recursos naturales no renovables, produciendo un mínimo impacto en las prácticas de vida locales, de manera que para la población sean fáciles de incorporar.

En la propuesta se identificaron opciones que se espera complementen a las ya existentes, considerando que las nuevas medidas sean económicamente rentables, socialmente aceptables, y ambientalmente amigables.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Comunidad Atacameña de Peine y sus viviendas

En la comuna de San Pedro de Atacama habitan varias comunidades atacameñas, entre ellas la Comunidad Atacameña de Peine, las que son protegidas por la Ley Indígena (Ley 19.253), y que conforman el Área de Desarrollo Indígena (ADI) “Atacama La Grande”. Dicha Ley define a estas áreas como “espacios territoriales determinados en los cuales los organismos de la administración del Estado deben focalizar su acción en beneficio del mejoramiento de la calidad de vida de los indígenas y sus comunidades”. Cada Área corresponde a un territorio con distintos sistemas ecológicos, cuya complementariedad está definida por su utilidad para la reproducción material, gracias a los recursos que se pueden encontrar en el área, y sociocultural del grupo étnico (Durstón, 2002).

Dicha Ley reconoce dos tipos de organización indígena, Asociación y Comunidad Indígena. Por esta última se entiende a un grupo de personas de una misma etnia indígena, las cuales provienen de un mismo tronco familiar, aceptan una jefatura tradicional, tienen o hayan tenido tierras indígenas en común, y sean de un mismo poblado antiguo. Si bien la existencia del poblado de Peine se remonta a varios siglos atrás, su constitución como Comunidad Atacameña bajo dicha Ley se llevó a cabo el 1995.

Una de las características que presenta una Comunidad Indígena es la alta dependencia de sus recursos naturales para el equilibrio del territorio, tales como ríos, flora y fauna, donde la interacción hombre-naturaleza corresponde al eje articulador de las transformaciones del paisaje. La habitabilidad junto a las otras funciones que le han otorgado los pobladores al territorio marcan la forma en que éstos han construido el paisaje y determinan las características, por ejemplo, de los sistemas constructivos instaurados (Blasco y Carestia, 2005).

El poblado de Peine cuenta con un patrimonio vernáculo y un carácter de “sitio histórico” establecido por el Consejo de Monumentos Nacionales, el cual declaró como Monumento Nacional a tres sitios ubicados dentro de sus límites. Por un lado se encuentra el Tambo incaico de Peine, Monumento arqueológico desde 1982; y por otro, el Pueblo Antiguo de Peine, Monumento histórico desde 1982; a su vez, al interior del pueblo antiguo de Peine, están las Ruinas de la Capilla de Misiones de Peine Viejo, declarado como Monumento histórico en 1951 (Fundación, 2010).

Actualmente la población de Peine está constituida por 486 personas, de los cuales 132 corresponden a habitantes temporales, debido a que durante el año tienen al menos una residencia fuera de Peine a causa de estudios y/o trabajo. El poblado presenta un total de 111 viviendas, las cuales se encuentran habitadas por 4 personas promedio. Aproximadamente un 73% de las viviendas de Peine se encuentra habitada

permanentemente por al menos una persona perteneciente a la Comunidad Atacameña. Este valor fue el que se consideró como el universo de estudio para la aplicación de la encuesta realizada, el detalle de los datos se puede ver en el Apéndice II.

El poblado de Peine está organizado en largas calles que van a favor de la pendiente, de oriente a poniente (Figura 2). En el límite norte del poblado hay una quebrada, utilizada exclusivamente para el cultivo en terrazas, correspondiente al lugar de reunión y trabajo de los habitantes (Kapstein, 1988)



Figura 2. Calle Latorre, Peine.

En Peine se pueden observar dos tipos de viviendas, las de construcción tradicional y las de construcción industrializada. Las primeras corresponden a las viviendas más antiguas del poblado y se caracterizan por estar construidas en base a recursos locales. Además, son de menor altura y el techo es más plano que las nuevas construcciones. Por otra parte, las viviendas de construcción industrializada se pueden identificar fácilmente, ya que el material predominante de los muros corresponde al bloque de hormigón y presentan un “entretecho”, el cual deja un espacio libre entre el cielo y la cubierta exterior del techo.

Los sistemas constructivos atacameños son una muestra de las capacidades del hombre para adaptarse a las condiciones que impone su contexto. Sin embargo, la importación de nuevos sistemas constructivos en Peine, reflejados en el uso de materiales basados en el concreto y hierro, hacen que se pierda el valor de lo tradicional y lo particular de la vivienda rural. De acuerdo a información entregada por dos de los encuestados, la utilización de bloque se debe más bien a un tema económico, ya que actualmente el metro cuadrado de piedra tiene un costo de aproximado de \$25.000, y el bloque de \$5.000.

## Caracterización de los elementos climáticos en Peine

Por elementos climáticos se entiende a las propiedades físicas de la atmósfera, determinadas por factores geográficos y termodinámicos, que son parte de una serie de parámetros externos a la edificación y que influyen directamente en el intercambio energético entre la vivienda y su contexto (Simancas, 2003).

### Precipitación

El promedio de precipitación anual de los últimos veinte años corresponde a 15,1 milímetros (Figura 3).

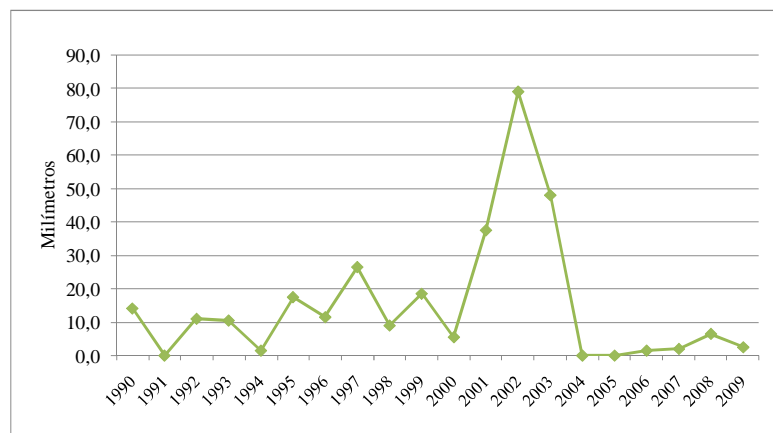


Figura 3. Precipitación anual, estación meteorológica Peine  
Fuente: Elaboración propia a partir de información de la SCL

Utilizando los datos observados en la Figura 3 se calculó el coeficiente de variación, cuyo valor obtenido fue de 1,27, es decir, su desviación típica o estándar equivale al 127,5% de la media, lo que demuestra la alta variabilidad interanual en las precipitaciones, condición característica de zonas desérticas como lo es Peine (Fundación, 2010). A partir del 2004 las precipitaciones han presentado un descenso, las cuales no alcanzaron los 10 milímetros anuales.

La escasez de precipitaciones demuestra la condición de hiperaridez de la zona, siendo una fuerte condicionante de los modos de construcción tradicional, donde por ejemplo, el uso de piedra para los muros cumple la función de aislante térmico.

### Radiación solar

La radiación solar directa es la que se considera en el diseño arquitectónico y, por ende, la considerada en este estudio. A continuación se muestran los datos registrados por la

estación de medición de radiación solar ubicada en las afueras del poblado de San Pedro de Atacama, a 100 kilómetros de Peine. A septiembre del 2010 sólo estaban publicados los datos de radiación para seis meses del 2009, correspondiente a los meses donde la radiación es menor.

La variación de los niveles de radiación entre la estación y el poblado de Peine, se consideró como poco significativa, ya que los datos fueron contrastados con los obtenidos del Mapa Agroclimático de Chile, elaborado por el INIA el 1989, donde se observaron resultados similares.

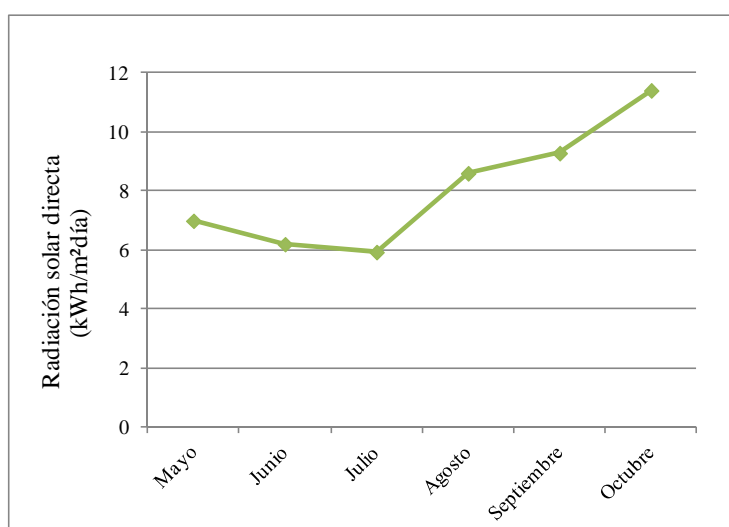


Figura 4. Radiación solar promedio mensual, estación de medición San Pedro de Atacama.  
Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CNE<sup>2</sup>

En la Figura 4 se aprecia la variación de los niveles de radiación a lo largo del año, registrando los niveles más bajos entre los meses de junio y julio. A partir de septiembre se observa un alza en la radiación, lo que debería aumentar para los meses de diciembre y enero, ya que son los meses de mayor temperatura (Figura 5).

## Temperatura

La variación de temperatura máxima y mínima durante los distintos meses del año se observa en la Figura 5, donde se consideró el promedio mensual de éstas para el periodo 2000-2009.

<sup>2</sup> Comisión Nacional de Energía

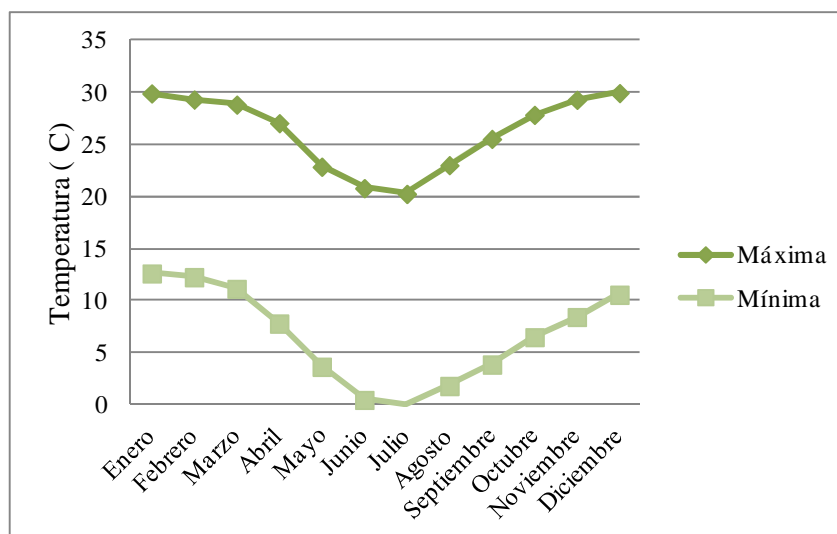


Figura 5. Temperatura promedio mensual.

Fuente: Elaboración propia en base a información de la estación meteorológica Salar

La temperatura mínima disminuye durante los meses de invierno, no obstante, durante las horas de sol en ese mismo periodo la temperatura máxima se encuentra alrededor de los 20°C, lo que demuestra una marcada amplitud térmica diaria. Esta variación deberá ser considerada al momento de proponer estrategias de diseño, materialidad y orientación de la vivienda para aumentar el nivel de confort térmico durante todo el año, mediante el buen acondicionamiento de ésta. Así, se podrían mitigar los efectos del calor durante el verano sin que afecte el confort en periodos más fríos.

## Caracterización del uso y/o disposición de algunos recursos en el ámbito domiciliario

### Agua

El desierto de Atacama es considerado el desierto más árido del planeta, restringiendo la vida humana sólo a los lugares donde se encuentra el recurso hídrico. Según Cárdenas y Rojas (1995), los oasis son los lugares que permiten el establecimiento de las sociedades agro-ganaderas, como por ejemplo las comunidades atacameñas en la cuenca del Salar de Atacama. Estos autores también señalan que dichas comunidades se caracterizan por su adaptación a las condiciones climáticas de la zona, donde a través sus conocimientos del medio ambiente han logrado utilizar el agua para satisfacer sus necesidades vitales y también productivas.

En Peine, la principal fuente de abastecimiento de agua para uso doméstico se obtiene desde una vertiente superficial de agua dulce que nace en el sector alto de laguna Miscanti, en la zona altiplánica (ver Figura 1). El sistema fue construido por la misma Comunidad de Peine gracias a recursos proporcionados por la SCL y Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) y consiste en una captación de recursos superficiales desde la quebrada Chaquisoque, una aducción de 45 kilómetros aproximadamente, hasta un estanque semienterrado con una capacidad de 172 m<sup>3</sup>, un segundo estanque de reuso de 27 m<sup>3</sup> y una red de distribución. El caudal registrado en el punto de entrega de la aducción al estanque es de 1,81 L/seg. (Fundación, 2010).

Parte de la Comunidad también se abastece de agua de la vertiente más cercana o compra agua embotellada dependiendo del uso que se le vaya a dar (Figura 6).

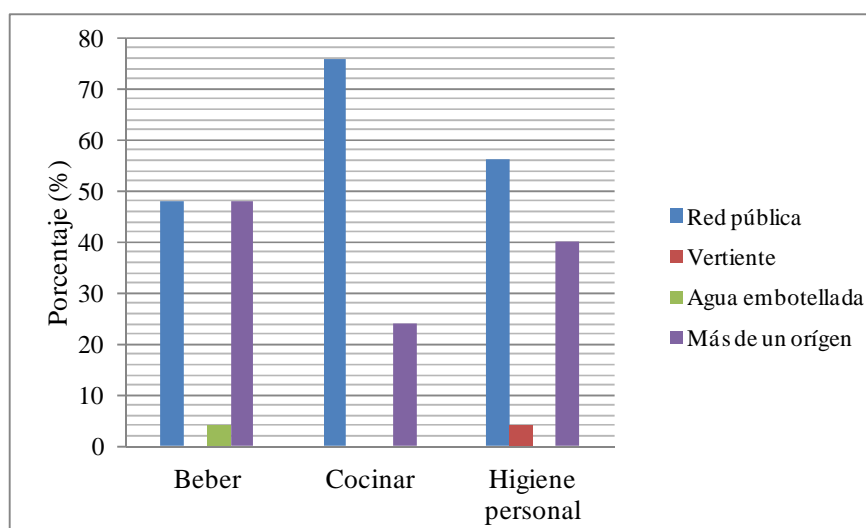


Figura 6. Origen de agua para distintos usos  
Fuente: Elaboración propia



Un 52% señaló que compran agua embotellada para beber, lo que demuestra la desconfianza de los habitantes por la incierta calidad del agua, además, dos encuestados comentaron de casos de enfermedades que eran asociadas a la mala calidad de ésta. Por otra parte, los habitantes que utilizan agua proveniente de más de un origen para beber lo hacen de la red pública y agua embotellada, en cambio, para higiene personal utilizan agua de la red pública y de la vertiente.

De acuerdo a lo establecido por Fundación (2010), actualmente el Sistema de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Servidas de la localidad de Peine, construido el 2004, presenta una serie de dificultades para su operación normal. El sistema de tratamiento en base a lagunas facultativas y desinfección considera la construcción de dos lagunas, pero sólo una de éstas se encuentra en funcionamiento. Además, dichos autores mencionan que el sistema de desinfección no se encuentra operativo, existen problemas como consecuencia de la construcción del sistema y la cobertura no abarca la totalidad de la población, donde los habitantes que no poseen alcantarillado descargan sus aguas servidas en pozos negros.

Según la información obtenida en terreno en marzo del 2010, en Peine todavía no existía un registro del consumo diario de agua por viviendas, debido a que los medidores ya instalados no se encontraban en funcionamiento. No fue posible obtener información acerca de este consumo utilizando la encuesta, ya que, debido a que suministro diario no era continuo, para la mayoría de los habitantes era necesario almacenar agua para distintos usos y por diferentes periodos de tiempo (Figura 7).

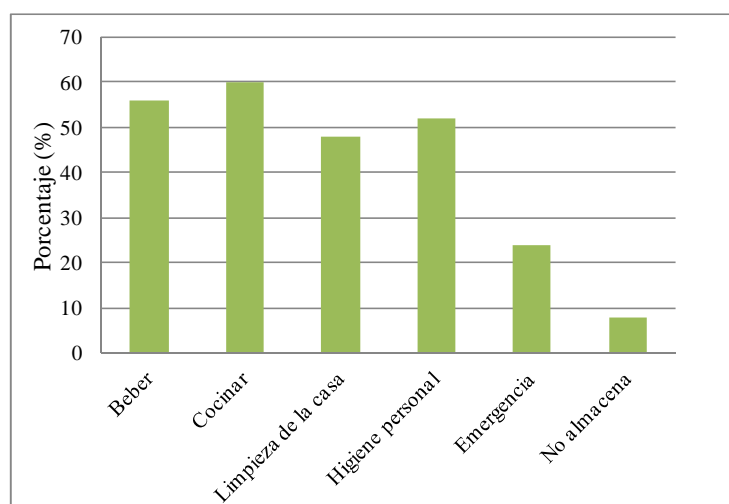


Figura 7. Uso del agua almacenada.

Fuente: Elaboración propia

Alrededor de un 50% de los encuestados mencionó almacenar agua para todas las necesidades en una vivienda ya que, como se ha mencionado anteriormente, el suministro de agua no es continuo. Por este mismo motivo otro 24% de los encuestados señaló

almacenar agua en caso de emergencia. En los dos casos que respondieron que no era necesario almacenar, el número de habitantes de la vivienda no era superior a tres, lo que puede haber influido en un menor consumo.

En este contexto se puede deducir que el agua proveniente de la red pública no es suficiente y, además, que los habitantes no están seguros la calidad de ésta. Según la información obtenida en terreno, la población está consciente de la escasez de agua en la zona y del problema en la distribución dentro del poblado, debido a que perciben que no es igual para todos. En relación a lo anterior, dos de los encuestados mencionaron que hasta ese momento existía una diferencia en la distribución de agua en el poblado, ya que las viviendas que se encontraban a una mayor altitud (por ende, más cercanas a los estanques) recibían agua por un periodo mayor que las viviendas que se encontraban en la parte baja del poblado.

Por otra parte, en dos viviendas de la localidad de Peine se reutilizan las aguas grises provenientes de la cocina y del lavado de ropa para regar el jardín. En ambos casos el agua obtenida se aplica directamente a la tierra, sin un tratamiento previo. Dichas prácticas se pueden observar en la Figura 8.



Figura 8. Reutilización de aguas grises en Peine.

Por otra parte, el Servicio de Vivienda y Urbanismo (Serviu) construyó en todas las viviendas del poblado una caseta sanitaria, correspondiente a un baño y una cocina, la cual está conectada al sistema de alcantarillado mencionado anteriormente.

La escasez de agua en Peine es un problema que queda en evidencia luego de conocer la provisión y uso de este recurso al interior de las viviendas. El agua proveniente de la red pública no da abasto para satisfacer las necesidades básicas de sus habitantes, además, existe una preocupación por parte de la población en cuanto a la incierta calidad de ésta. Por lo mismo, una parte de los habitantes se provee desde fuentes alternativas y/o almacenan agua. En este ámbito, considerando que la propuesta es a nivel domiciliario, las alternativas están enfocadas a la disminución del consumo y a la reutilización de ésta.

## Energía

La SCL es la que provee de energía eléctrica durante las 24 horas del día al poblado de Peine gracias al proyecto “Tendido Eléctrico Planta SCL-Peine”, calificado ambientalmente favorable el 2007, y entregado para su operación normal en septiembre del 2009. La energía proviene del Sistema Interconectado Central, cuyo punto de entrega se encuentra en la planta de la SCL, ubicada a 27,5 kilómetros del poblado (Fundación, 2010). Anteriormente Peine contaba con un generador abastecido de petróleo diesel que proporcionaba energía eléctrica durante sólo 6 horas diarias.

La SCL vende la energía a costo de generación gracias a un acuerdo tomado con la Comunidad, donde el precio por kWh consumido es de \$60, sin embargo, la Junta de Vecinos lo modifica para que así la organización pueda obtener beneficios de la administración de este servicio.

A continuación en el Cuadro 1 se muestran los datos arrojados por la encuesta acerca de la provisión de energía, tanto eléctrica como térmica, en las viviendas encuestadas.

Cuadro 1. Provisión de energía térmica y eléctrica para distintos usos en las viviendas de Peine.

Provisión de energía	Energía térmica						TOTAL	Energía eléctrica	
	Cocinar		Calentar agua		Calefacción			n°	%
	n°	%	n°	%	n°	%			
Sólo gas	12	48	10	40	1	4	23	0	0
Sólo leña	0	0	5	20	0	0	5	0	0
Leña y gas	13	52	9	36	0	0	22	0	0
SCL	0	0	0	0	1	4	1	25	100
SCL y gas	0	0	1	4	2	8	3	0	0
<b>Energía solar</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Nada	0	0	0	0	21	84	21	0	0
	25	100%	25	100%	25	100%		25	100%

Fuente: Elaboración propia

El 100% de las viviendas de Peine utilizan la energía eléctrica que provee la SCL. Además, en la totalidad de viviendas se utiliza principalmente gas para cocinar, y en un 52% se complementa con leña. En cuanto a la calefacción de las viviendas, en un 84% no se

implementa algún mecanismo de calefacción, lo cual tiene directa relación con lo observado en la Figura 5, donde durante el invierno el promedio de temperaturas mínimas se encuentra cercano a 0°C. Sin embargo, el promedio de temperaturas máximas supera los 20 °C. A nivel domiciliario en Peine no se utiliza la energía proveniente del sol ya sea para abastecimiento térmico y/o eléctrico.

En relación al consumo, en el Cuadro 2 se muestra el número de personas por vivienda, con el respectivo consumo de gas y electricidad.

Cuadro 2. Consumo de gas y electricidad en las viviendas.

	N° de personas	Gas (Kg totales)	Electricidad	
			Consumo (kW/h)	Consumo total (\$)
Promedio por vivienda	4	17	119	12872
Total Peine	101	417,5	2970,1	321790

Fuente: Elaboración propia

El consumo de gas per cápita en Peine es de 4,25 Kg al mes, valor inferior al consumo per cápita en Chile cuyo valor es de 5,33 Kg. (Gasco, s.a.). Por otra parte, el consumo de energía eléctrica se muestra de dos modos diferentes, debido a que no todos los encuestados tenían la información acerca de los kWh consumidos en el mes anterior, por lo que se hizo una estimación considerando si los encuestados eran socios de la Junta de Vecinos o no, ya que es la entidad a cargo del suministro eléctrico. De acuerdo a lo establecido por dicha organización, sus socios pagan un valor de \$90 por cada kWh consumido, y los que no pertenecen a ésta pagan \$200. Asimismo, todos deben pagar un cargo fijo de \$500 y una carga por sobreconsumo si es que utilizan más de 150 kWh. Cabe destacar la gran diferencia en el precio del kWh consumido por habitantes de un mismo poblado, siendo que tanto socios como no socios reciben el mismo servicio y que, además, para la Junta de Vecinos no genera algún costo la administración de dicho servicio.

Por otra parte, el costo que pagan los habitantes de Peine por el consumo de energía eléctrica es menor al costo que tiene para los habitantes de Calama, uno de los principales centros poblados de la Región de Antofagasta. En Calama la empresa que provee de energía eléctrica es ELECDA, la cual cobra a sus clientes un cargo fijo de \$1.022 y un cargo por energía base (kWh) de \$104,36, en ambos casos corresponde al doble del costo que tiene para los habitantes de Peine.

El consumo mensual promedio en las viviendas es de 117,51 kWh, valor por debajo de los 137,08 kWh registrado para las zonas rurales con características climáticas similares a las de Peine (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2010). Un factor que puede influir en el menor consumo en las viviendas de Peine es la reciente provisión continua de energía, ya que hasta septiembre del 2009 sólo contaban con 6 horas diarias de energía eléctrica.

El detalle del consumo mensual de electricidad por vivienda aproximado se observa en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Consumo mensual de electricidad por vivienda.

	N° de habitantes	\$	kWh	Consumo promedio por persona
1	6	43700	315	52,5
2	9	40000	294,4	32,7
3	3	27698	226,1	75,4
4	3	25000	211,1	70,4
5	1	17400	84,5	84,5
6	5	15000	155,6	31,1
7	8	15000	155,6	19,5
8	11	15000	155,6	14,1
9	2	12000	127,8	63,9
10	2	10000	105,6	52,8
11	4	10000	105,6	26,4
12	5	10000	105,6	21,1
13	4	10000	105,6	26,4
14	3	9230	97	32,3
15	4	9000	94,4	23,6
16	5	8000	83,3	16,7
17	4	8000	83,3	20,8
18	3	7340	76	25,3
19	3	7000	72,2	24,1
20	4	6701	68,9	17,2
21	3	6500	66,7	22,2
22	2	4800	47,8	23,9
23	4	4000	38,9	9,7
24	2	4000	38,9	19,5
25	1	2500	22,2	22,2
<b>Promedio</b>	<b>4</b>	<b>13115</b>	<b>117,5</b>	<b>33,1</b>

Fuente: Elaboración propia

Sólo en la vivienda n°5 se paga \$200 por kWh consumido, debido a que el habitante no pertenecía a la Junta de Vecinos. Ésta corresponde a una de las viviendas que presentan un consumo total bajo el promedio. Sin embargo, es la que registra el consumo promedio por persona más alto de todas las viviendas encuestadas: 84,5 kWh por sobre los 33,3 kWh correspondiente al promedio per cápita de la muestra.

Por otro lado, cabe señalar que el mayor consumo de electricidad lo presentan, en parte, las viviendas en las que funciona algún tipo de negocio, lo que se puede observar a continuación en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Negocios en la vivienda.

N° de encuesta	Negocio
1	Almacén
2	Almacén
4	Almacén
12	Casino
14	Hospedaje
20	Hospedaje

Fuente: Elaboración propia

Los encuestados que señalaron tener un almacén en su vivienda presentan un consumo promedio mensual de electricidad por sobre los 200 kWh, ubicándose en los primeros lugares de mayor consumo del total de la muestra (Cuadro 3).

En la Figura 9 se observan algunas de las prácticas realizadas por los habitantes de Peine para disminuir el consumo electricidad en sus viviendas.

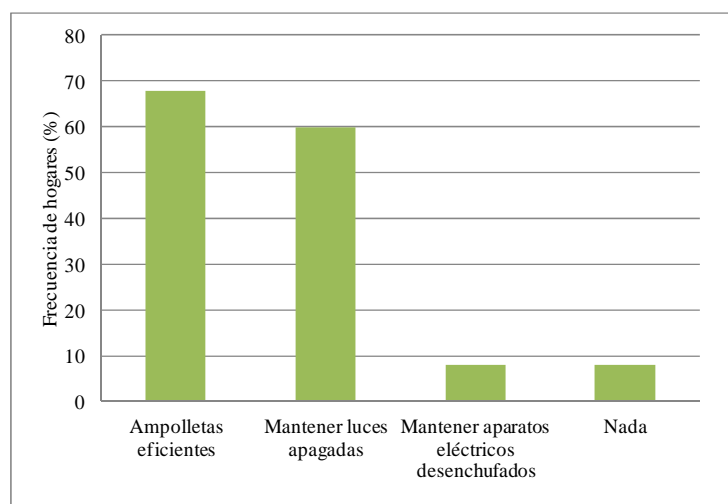


Figura 9. Medidas de eficiencia energética implementadas en las viviendas.

Fuente: Elaboración propia

Cerca del 70% señaló que en su vivienda practicaban al menos una de las medidas para disminuir el consumo energético, ya sea manteniendo las luces apagadas en los sectores desocupados de la casa y/o cambiando las ampolletas tradicionales por otras más eficientes, como por ejemplo, las fluorescentes compactas. En relación a esta última medida, la Municipalidad de San Pedro de Atacama entregó de estas ampolletas a todas las viviendas

del poblado y existe un 32% de la población que las tiene y, sin embargo, no las usa, lo que se puede deber a que no todos conocen sus beneficios.

En relación al aprovechamiento energético en Peine, la totalidad del poblado se provee de la energía eléctrica generada por la SCL, empresa que les vende la energía a costo de generación, pero que la Junta de Vecino lo modifica. El costo de la energía es bajo, por lo que el tema económico no es un incentivo para disminuir el consumo o utilizar fuentes de energía alternativas. No obstante, la alta dependencia del poblado hacia la SCL, y no es sólo en el ámbito energético. Asimismo, en la población hay instaurados ciertos hábitos a favor del uso eficiente de la energía y algunos están conscientes del recurso energético con el que cuentan en la zona, la radiación solar. Sin embargo, por el momento nadie lo está aprovechando. Por tanto, la propuesta estará enfocada al aprovechamiento de la energía solar.

### Confort interior y materialidad de las viviendas

El nivel de confort corresponde a una sensación de satisfacción con un ambiente térmico determinado (Epprecht, 2008). Este nivel está condicionado por diversos factores que influyen en la sensación térmica de las personas, tales como humedad, luminosidad, temperatura y velocidad del aire al interior de las viviendas.

La ventilación de las viviendas es una práctica utilizada para controlar la temperatura, los olores y la humedad al interior de las viviendas. En la Figura 10 se observa una aproximación del periodo de tiempo durante el cual se ventilan las viviendas de Peine, donde el 56% de los encuestados señaló que ventilan su vivienda por un periodo mayor a seis horas diarias debido a la condición climática de la zona.

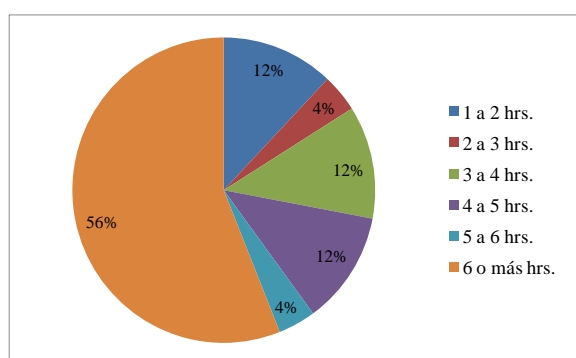


Figura 10. Ventilación de las viviendas de Peine.

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, sólo 3 encuestados señalaron que presentan problemas de humedad al interior de sus viviendas. En una de ellas el problema se presenta a causa de la mala

instalación de las cañerías del baño y cocina. Por otra parte, las otras dos viviendas permanecen cerradas la mayor parte del día, ya que ventilan por un periodo inferior a 2 horas diarias, lo que determina zonas con problemas de humedad a causa de la mayor condensación al interior de algunas habitaciones.

En cuanto a la temperatura, el confort térmico se alcanza cuando los habitantes consideran el ambiente como relativamente templado, es decir, una sensación de temperatura neutra. En la Figura 11 se observa la sensación térmica de los habitantes al interior de las viviendas seleccionadas en la muestra, tanto en verano como en invierno.

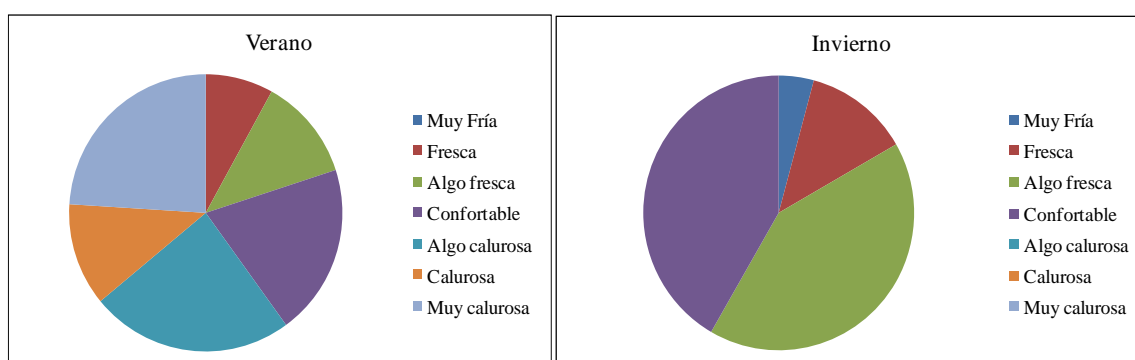


Figura 11. Sensación térmica al interior de las viviendas.

Fuente: Elaboración propia

La sensación térmica varía de gran manera entre verano e invierno, siendo en verano el periodo del año menos confortable para los habitantes de Peine, ya que un 36% de los encuestados consideró a su vivienda como “Calurosa” o “Muy calurosa”. En invierno, un 80% de los encuestados consideró su casa como “Algo fresca” y “Confortable”, por lo que no requieren de algún mecanismo de calefacción.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la temperatura de confort para el ser humano es de 20°C, para lo cual recomiendan que la temperatura de los muros sea inferior a 16°C, debido a que contribuyen a disminuir la sensación térmica en las viviendas (Chapple, 2008). Considerando lo anterior y las temperaturas máximas y mínimas (Figura 7), en la propuesta será fundamental incorporar estrategias de aislamiento térmico de las viviendas, ya que en algunos casos, dependiendo de la materialidad de las viviendas, es necesario alcanzar un mayor nivel de confort interior durante el verano.

En el Cuadro 5 se detalla la relación existente entre sensación térmica al interior de las viviendas y el material predominante en los muros exteriores, tanto en invierno como en verano.



Cuadro 5. Sensación térmica en relación a la materialidad de la vivienda. (%)

Material predominante	Verano							Total
	Muy fría	Fría	Algo fresca	Confortable	Algo calurosa	Calurosa	Muy calurosa	
Piedra		12,5	18,75	12,5	37,5	6,25	12,5	100%
Bloque				25		25	50	100%
Otro material				100				100%
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>12,50</b>	<b>18,75</b>	<b>137,50</b>	<b>37,50</b>	<b>31,25</b>	<b>62,50</b>	
Material predominante	Invierno							Total
	Muy fría	Fría	Algo fresca	Confortable	Algo calurosa	Calurosa	Muy calurosa	
Piedra		6,25	50	43,75				100%
Bloque	12,5	12,5	25	50				100%
Otro material		100						100%
<b>Total</b>	<b>12,5</b>	<b>118,75</b>	<b>75</b>	<b>93,75</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

Fuente: Elaboración propia

Se observa la relación que existe entre la sensación térmica y la materialidad de la vivienda, donde las viviendas catalogadas por el encuestado como “Muy calurosa” durante el verano, en la mayoría de los casos, el material predominante de las paredes corresponde a bloque. Por otro lado, en la totalidad de viviendas clasificadas como “Fresca” y “Algo Fresca” durante el verano, el material predominante en las paredes es la piedra. En invierno sólo un encuestado catalogó a su vivienda como “Muy fría” y corresponde a una vivienda cuyo material predominante en los muros es el bloque de hormigón.

De lo anterior se deduce que los muros construidos de “otro material” o de “bloque” no cumplen la función de aislamiento térmico como lo hace la piedra, recurso que se puede encontrar en el mismo poblado o en las cercanías.

Según lo señalado por algunos pobladores, en Peine gran parte de sus habitantes han ocupado su vivienda desde que fue construida. Es por esto que a continuación (Figura 12) se muestra la relación existente entre la materialidad de las viviendas y los años de ocupación, lo que equivale a los años atrás en que fue construida.

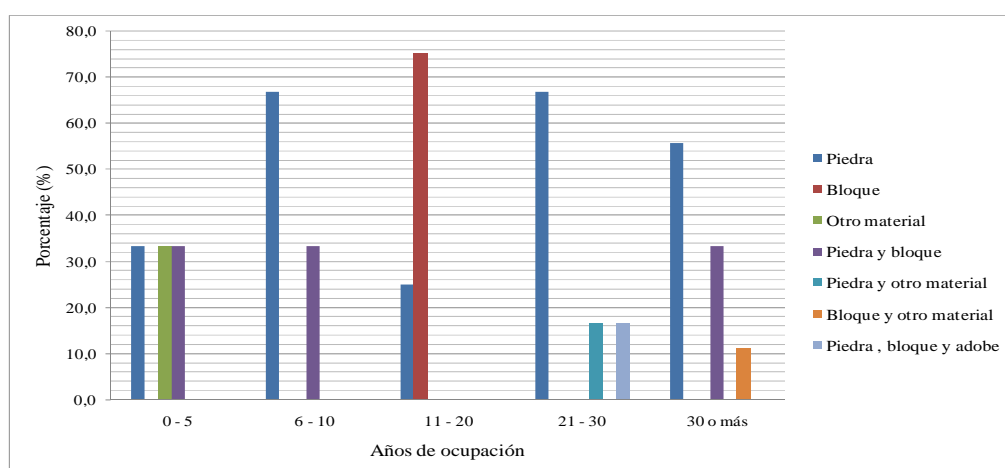


Figura 12. Materialidad de la vivienda en relación a los años de ocupación

Fuente: Elaboración propia

La piedra es el material que se utiliza para construir gran parte de las viviendas del poblado, sin importar el año en que fue ocupada o construida. A partir de los datos observados se puede deducir que la introducción del bloque en Peine fue a partir de la década del '90 (intervalo de viviendas ocupadas hace 11-20 años), cuando se construyeron viviendas de bloque en el 100% de sus muros. Las viviendas ocupadas antes de ese periodo también incluyen otro material en su construcción, como adobe o piedra, por lo que el bloque puede haber sido utilizado posteriormente para alguna transformación de la vivienda, ya sea un arreglo o una ampliación.

En la Figura 13 se muestran viviendas de Peine, en las que predomina alguno de los sistemas constructivos mencionados, tradicional o industrializada. Las imágenes 1 y 2 corresponden a viviendas de construcción tradicional, donde el material de los muros corresponde principalmente a piedra liparita o vulcanita, y el de la cubierta exterior es la “torta de barro” construida sobre vigas de algarrobo y cactus. Según lo señalado por algunos habitantes del lugar, este tipo de cubierta debe estar en constante reparación ya que el viento la deteriora. Por otra parte, las imágenes 3 y 4 corresponden a viviendas de construcción industrializada, en las que se puede apreciar la incorporación del entretecho y el zinc para la cubierta exterior.



Figura 13. Modalidad de construcción en Peine. (1) y (2) corresponden a viviendas de tipo tradicional, mientras que (3) y (4) a viviendas industrializadas

El cambio tecnológico en los sistemas constructivos de Peine, de muros de piedra con cubierta de torta de barro por muros de bloques de hormigón y cubiertas de planchas de zinc, ha modificado el paisaje construido en el poblado dejando de lado lo “tradicional”.

En relación a los sistemas constructivos industrializados en Peine, es importante minimizar el impacto negativo que puede generar en el paisaje urbano del poblado y en la calidad de vida de sus habitantes. La industria de la construcción ha tomado cada vez más fuerza en Chile y en otras partes del mundo, debido, entre otras cosas, a la disminución de los costos al producir en masa diversos materiales constructivos. La falta de eficiencia de éstos ha generado una necesidad en algunos habitantes de realizar nuevas inversiones para mitigar las externalidades causadas por el uso de materiales inapropiados a una condición climática particular. En este sentido, se recomienda ordenar las nuevas instalaciones sobre las construcciones existentes y sobre las nuevas a construir, mejorando el diseño y regulando la edificación, teniendo en cuenta el patrimonio vernáculo y el carácter de sitio histórico declarado por el Consejo de Monumentos.

### **Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD)**

El vertedero donde llevan los RSD de Peine se ubica a 2 kilómetros del poblado y fue construido por la SCL (Figura 1). Esta empresa está a cargo de la recolección y disposición de los RSD, además, de la fumigación y compresión (incineración) de la basura en el vertedero cada dos o tres meses. La recolección se realiza todos los domingos en un camión que puede contener hasta 14 m<sup>3</sup> de basura, el cual generalmente llega completo al finalizar el recorrido por el poblado. En el vertedero no se realiza algún tipo de clasificación de los residuos, en cambio, en el vertedero que se encuentra al interior de la Minera El Litio, a cargo de la misma empresa, reciclan y venden el material a empresas autorizadas<sup>3</sup>. La Figura 14 muestra el vertedero de Peine.



Figura 14. Vertedero de Peine.

En relación a la composición de los residuos, un 64% de los encuestados señaló que en su vivienda la mitad o más de los residuos generados son de tipo orgánico, de los cuales una parte es reutilizada para alimentación de animales (principalmente restos de comida).

---

<sup>3</sup> Carlos Sáez, gerente Minera El Litio, 2010. (Comunicación personal)

Existen distintas prácticas implementadas por la población para la disminuir la cantidad de residuos que se lleva el camión recolector (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Minimización de residuos en las viviendas de Peine.**

SI			NO	
Reutilización	Reciclaje inorgánico	Reciclaje orgánico (abono)	4	5
16	6			

Fuente: Elaboración propia

La reutilización de residuos corresponde al aprovechamiento del producto sin cambiar su forma o naturaleza original, por ejemplo restos de comida para alimentación de animales. En cambio, el reciclaje corresponde a la transformación de ciertos residuos en materia prima para nuevos productos (metal, vidrio, cartón, etc.).

Los residuos inorgánicos corresponden a los materiales que no se descomponen de forma natural o tardan largo tiempo en degradarse. El reciclaje de este tipo de residuos que se realiza en un 24% de las viviendas, consiste únicamente en reciclaje de latas. Sin embargo, los encuestados comentaron que están dejando de realizar esta práctica debido a que los residuos deben ser llevados a Calama, ya sea para venderlos o donarlos a alguna organización en beneficio, y no hay personas encargadas de hacerlo regularmente. Por otro lado, los residuos orgánicos son utilizados como abono para las plantas, los cuales en algunos casos son aplicados directamente en la superficie de la tierra, y en otros enterrados (Figura 15).



Figura 15. Reciclaje de residuos orgánicos en Peine.

En la figura anterior se muestra el reciclaje de residuos orgánicos en dos de las viviendas seleccionadas para realizar la encuesta. En la imagen de la derecha los materiales orgánicos son enterrados, en cambio, en la de la izquierda se pueden apreciar los residuos depositados

directamente sobre la superficie del suelo. La segunda corresponde a una de las viviendas donde también se reutilizaban las aguas grises.

Uno de los problemas identificados por los propios habitantes de Peine, en un taller realizado para el Plan de Desarrollo, es la contaminación por basura en el poblado. Se destacó también la ausencia de reciclaje y el deficiente tratamiento de los residuos generados.

Finalmente, una buena gestión considera la reducción al mínimo del volumen de desechos enviados al vertedero o relleno sanitario. En general, en Peine se realiza una mala gestión de los residuos sólidos domiciliarios, donde la cantidad generada en las viviendas es prácticamente la misma que llega al vertedero. El servicio de recolección actual presenta algunas falencias, como por ejemplo, sólo cuenta con una persona que es la que conduce, por lo que los mismos habitantes deben estar ahí para cargar sus residuos al camión. Este servicio es realizado por una empresa privada, siendo que la Municipalidad debería estar a cargo. En este sentido, de acuerdo a lo mencionado por los habitantes, una de las razones de la falta de involucramiento Municipal es la distancia que separa a Peine de San Pedro de Atacama, lugar en el que se encuentra la Municipalidad y servicios públicos comunales.

### **Opciones para mejorar el uso y/o disposición de recursos en las viviendas de Peine**

A continuación se presentan las distintas opciones identificadas de acuerdo a las características climáticas de Peine y al aprovechamiento actual de sus recursos.

#### **Opciones de manejo del recurso hídrico**

**Disminución del consumo de agua.** La escasez de agua en Peine, y en las zonas áridas en general, es un problema al que se ven enfrentados cada uno de sus habitantes, siendo necesario maximizar la eficiencia de uso en todo ámbito.

A nivel domiciliario una de las medidas que se puede implementar es la disminución del consumo de agua mediante la incorporación de dispositivos en duchas y grifos del baño y cocina. Actualmente existen en el mercado “aireadores” de agua, los cuales mezclan el agua con aire con el propósito de regular el flujo de salida de agua de la ducha, lavatorio y lavaplatos, y capaces de aminorar entre un 30-70% el total consumido. También se pueden encontrar inodoros de bajo consumo, capaces de funcionar con la mitad del volumen de agua de uno convencional, y válvulas de doble descarga para líquidos y sólidos para el estanque sanitario.

Por otra parte, también existen ciertas prácticas relacionadas al uso eficiente del agua y que están al alcance de todos, por ejemplo, cortar el flujo de agua al cepillarse los dientes o

mientras uno se aplica jabón y el uso de una mezcla de detergente con agua para lavar la loza. Sin embargo, modificar los hábitos de las personas requiere de más tiempo y trabajo. Es por esto que es determinante identificar qué es lo que se quiere lograr al momento de implementar al menos una de las estrategias y con qué recursos se cuenta.

En este sentido, considerando que los habitantes de Peine están conscientes de la escasez de agua y, además, el complicado acceso a tecnologías más eficientes debido a la ubicación del poblado, lo primero que se debería intentar implementar es el cambio de hábitos de la población, para lo cual es imprescindible la educación.

**Reutilización de aguas grises.** Las aguas grises corresponden a las aguas jabonosas que provienen de la cocina, duchas, lavamanos, lavadoras, etc., cuya reutilización permite disminuir el consumo y, además, reducir el vertido de aguas residuales.

Una medida para mejorar la práctica realizada por los pobladores de Peine es aplicando un tratamiento previo al agua, de manera que se obtenga agua para riego de mejor calidad. Existen varios sistemas para tratar este tipo de agua, dependiendo del uso final que se le vaya a dar.

A nivel domiciliario, la implementación de un biofiltro para el tratamiento de aguas grises es una alternativa que presenta una serie de ventajas en comparación a otros sistemas en donde se utilizan aditivos químicos. Los distintos tipos de biofiltros se pueden diferenciar dependiendo la especie utilizada para degradar la materia orgánica del agua residual, ya sea un tipo de lombriz o una especie vegetal. El costo de inversión de un biofiltro casero puede variar entre \$8.000 y \$32.000 por habitante.

Un sistema más complejo que permite el tratamiento de aguas grises, obteniendo un resultado de mejor calidad, es el “Sistema Tohá”<sup>45</sup>. Éste es un sistema aeróbico que ya ha sido implementado en el norte de Chile con buenos resultados, tanto a nivel industrial como domiciliario, permitiendo el tratamiento de aguas en grandes volúmenes. El sistema consta de dos etapas: en la primera, el agua residual escurre por gravedad a través de un biofiltro que actúa como un filtro percolador, donde se absorbe y procesa la materia orgánica; y la segunda, lo que hace la diferencia con un biofiltro casero, corresponde a la etapa de desinfección, donde el efluente ingresa a una cámara de irradiación ultravioleta con el objetivo de eliminar los elementos patógenos contenidos en el agua tras su paso por el biofiltro.

Este biofiltro está compuesto por una serie de capas de distintos materiales, cuyo contenido y disposición se pueden ver en la Figura 16.

---

<sup>4</sup> Sistema patentado por la Fundación para la Transferencia Tecnológica de la Universidad de Chile. Patente n° 40.754.

<sup>5</sup> Raúl Fernández, Ingeniero de Proyectos de la Fundación para la Transferencia Tecnológica (UNTEC), Universidad de Chile, 2010. (Comunicación personal)

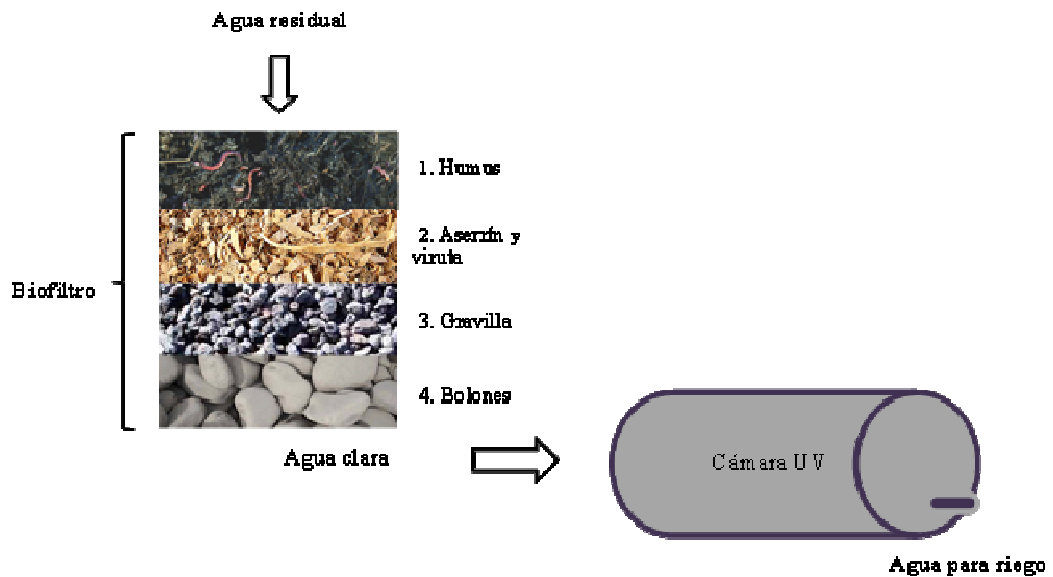


Figura 16. Esquema sistema Tohá.

Fuente: Elaboración propia

La primera capa del biofiltro contiene humus y lombrices californianas (*Eiseniaphoetida*), las cuales se caracterizan por ser buenas desintegradoras de residuos sólidos y orgánicos. Éstas se venden en el mercado por núcleos de 1.000 y 2.500 lombrices capaces de procesar 1 y 2,5 Kg de desechos por día respectivamente, cuyo precio actual en la Región Metropolitana es de \$15.000 por núcleos de 1.000, y \$25.000 por los de 2.500 aproximadamente. En segundo lugar se encuentra la capa de aserrín y viruta, donde quedan retenidas aproximadamente el 95% de las partículas orgánicas restantes del estrato anterior. Finalmente, las últimas dos capas cumplen la función de soporte y aireación del sistema, asegurando su permeabilidad (Ecoamérica, 2007).

El Sistema Tohá requiere de un espacio de 2 m<sup>2</sup> de biofiltro para que en una vivienda de 5 habitantes se traten los efluentes de la cocina y el baño. En Peine la superficie predial de cada una de las viviendas encuestadas es similar, sin embargo, la superficie construida varía. Por lo tanto, una de los factores a considerar al momento de instalar un biofiltro debe ser la superficie disponible para éste, ya que de acuerdo a los observado en terreno, no todas las viviendas de poblado tienen el espacio suficiente para instalarlo.

En cuanto al espacio disponible, existe la posibilidad de implementar uno de estos sistemas a una escala mayor que la doméstica, pero en este caso una nueva limitante entra en cuestión, el nivel de asociatividad de la comunidad.

Una vez que el agua ha sido filtrada puede ser utilizada directamente en el riego del jardín, para lo cual es necesario incorporar los dispositivos necesarios, por ejemplo, una tubería para conducir el agua hacia la zona de riego.

Finalmente, en la actualidad existen varios modelos para la reutilización exclusiva de aguas negras, basados en sistemas de deshidratación o de descomposición. En general, resulta más difícil deshidratar excremento mezclado con orina, no obstante, en climas secos esta deshidratación se facilita (Esrey et al., 1999). Para esto, el modo más efectivo para recuperar los nutrientes del excremento es la recolección de orina y heces por separado de manera de poder canalizar la orina hacia un envase aparte (Figura 17). Este inodoro separa directamente la orina de las heces, de tal forma que la primera pueda mantener los nutrientes para su uso directo como fertilizante y, además, se simplifica el proceso de descomposición de las heces.



Figura 17. Inodoro de recolección diferenciada

La reutilización de aguas negras requiere de cambio cultural, ya que las tecnologías existentes no son parte de lo convencionalmente utilizado para la disposición de este tipo de residuos. Además, este tipo de modelos no se encuentra en las grandes cadenas comerciales, lo que dificulta su acceso a zonas aisladas como Peine.

### **Opciones de aprovechamiento de la energía solar**

La localidad de Peine presenta un gran potencial para el aprovechamiento de la radiación solar incidente para la generación de energía. Las condiciones son óptimas no sólo por los niveles de radiación, sino también por presentar cielos despejados la gran parte del año (Pacto Global, 2010). Aprovechar estas condiciones permitiría disminuir considerablemente, e incluso anular, el consumo de gas y/o electricidad.

Durante el verano en Peine el agua proveniente de la red pública alcanza temperaturas por sobre los 37 °C en horas de la tarde, sin necesidad de utilizar gas para temperarla, debido a que las tuberías del sistema absorben mayor radiación solar que en otros periodos del año. No obstante, para obtener agua temperada durante todo el año, es posible transformar la energía solar en energía térmica para calentar agua u otros fluidos gracias a la utilización de colectores solares. En general, se componen esencialmente de dos partes, un colector y un acumulador (Figura 18).



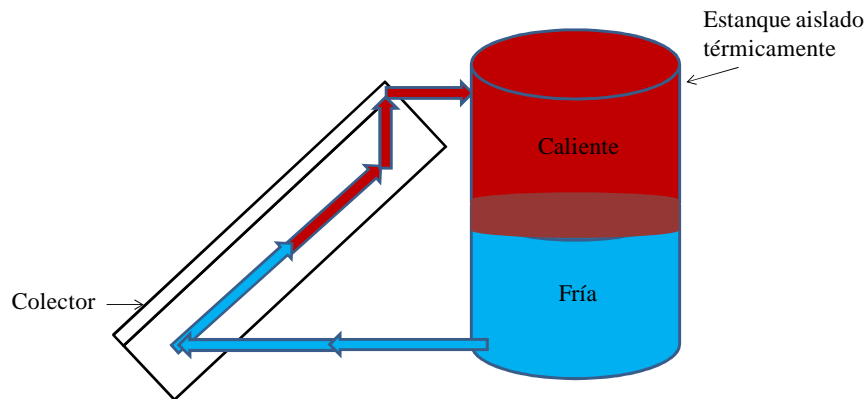


Figura 18. Esquema circulación de agua en un colector solar.

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se muestra la circulación de agua en el colector, correspondiente a un tipo de convección llamada termosifón. El proceso consiste en que a medida que se calienta el agua se vuelve menos densa, por lo que asciende por los tubos hasta la parte alta del estanque.

Asimismo, Daniels (1977) plantea que una de las formas más sencillas de obtención de energía térmica consiste en hervir, freír y calentar comida con la energía proveniente del sol, utilizando hornos y cocinas solares (Figura 19). Estos equipos deben captar un máximo de radiación solar, perder un mínimo de energía, trabajar con alta eficiencia a la temperatura requerida, ser duradero y, además, el costo debe ser el mínimo (Bérriz y Álvarez, 2008). Una cocina solar, en general, tiene un costo de construcción que puede variar entre \$8.000 y \$40.000<sup>6</sup>, valor inferior al de una cocina convencional, cuyos precios en el mercado superan los \$90.000.



Figura 19. Hornos solares

<sup>6</sup> El Mercurio de Antofagasta, "Masifican uso de cocinas solares en poblaciones", 9 de diciembre de 2008, Antofagasta, Chile.

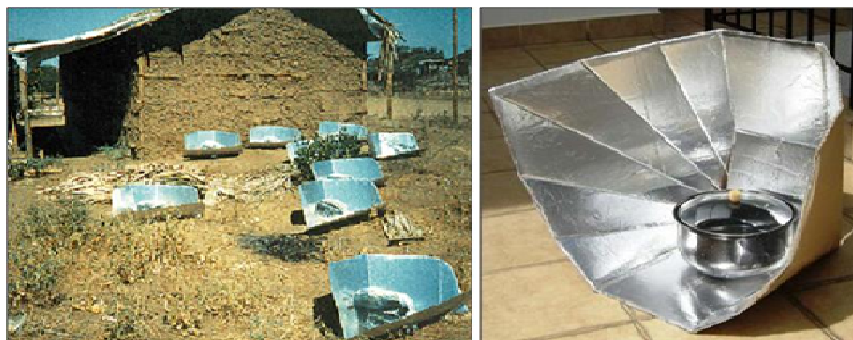


Figura 20. Cocina tipo panel  
Fuente: Solar Cookers International, s.a.

Por otra parte, la transformación directa de la radiación solar en electricidad por conversión fotovoltaica es una de las formas más promisorias de su aprovechamiento, especialmente en lugares aislados y remotos, promoviendo la independencia energética de los distintos poblados.

A continuación en la Figura 21 se pueden observar los componentes que requiere una instalación fotovoltaica para una vivienda:

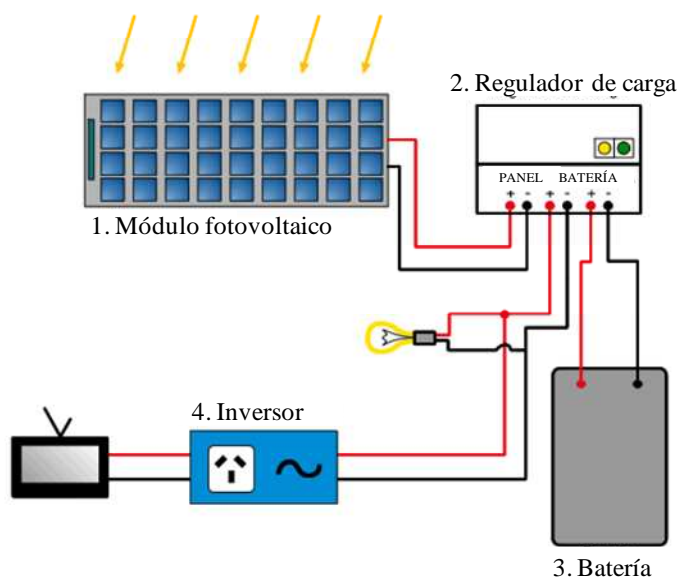


Figura 21. Sistema solar fotovoltaico

En la figura se muestran: (1) el panel o módulo fotovoltaico, el cual se encarga de convertir la radiación solar recibida directamente en electricidad, además, paralelamente carga la batería; (2) regulador o control de carga, corresponde al panel de control, en el cual entran los cables del panel, de la batería y de los artefactos de consumo; (3) batería, su función es almacenar la energía solar recibida durante el día para utilizarla durante la noche; (4) y, por último, el inversor de voltaje, el cual transforma la corriente continua generada en los

paneles solares en corriente alterna para que pueda ser utilizada por los distintos aparatos eléctricos.

Ahora, si bien éste es un tipo de energía limpia, el costo de inversión se considera relativamente alto, ya que el precio en el mercado de un sistema fotovoltaico se encuentra sobre los \$500.000<sup>7</sup>. Considerando que la SCL provee de energía al poblado a costo de generación, el cual es bajo a pesar de ser modificado posteriormente por la Junta de Vecinos, por lo que actualmente no es un gran gasto dentro del presupuesto familiar. No obstante, es importante tener en cuenta que la electricidad ofrecida por la SCL es sólo un acuerdo de palabra<sup>8</sup>, siendo entonces necesario investigar las alternativas que existen actualmente para independizarse energéticamente, donde ahí sería clave la generación de energía a partir de la radiación solar.

La implementación de un sistema fotovoltaico u otro sistema que mejore el aprovechamiento de la energía, del agua y/o de los residuos, generalmente se asocia a una alta inversión y a la reducción en el gasto mensual efectuado en dicha materia una vez instalado, y no a la disminución del consumo en sí, donde prime el uso responsable del recurso. Es en este aspecto donde el municipio debería ser partícipe, utilizando sus atribuciones para inducir a la población a realizar un aprovechamiento responsable de sus recursos.

### **Opciones para mejorar el confort al interior de las viviendas**

**Aislación térmica.** Un sistema solar pasivo consiste en el flujo de energía calorífica que se efectúa por medios naturales, favoreciendo la ganancia directa de calor en invierno y evitándola en verano. Esto se logra mediante un buen diseño de las construcciones, en el que se consideren las condiciones óptimas de aislamiento térmico y el adecuado diseño de la envolvente constructiva perimetral, constituida básicamente por techos, muros, pisos y ventanas. La adecuada selección de los materiales para un buen aislamiento térmico constituye un factor fundamental para propiciar las condiciones básicas de habitabilidad (Thomas y Marino, 2008).

En relación al aislamiento térmico en las viviendas de Peine, la sustitución de materiales constructivos como el barro por planchas de zinc no ha sido un cambio tecnológico que favorezca las condiciones de habitabilidad. Si bien el primero requiere de un mantenimiento constante, la aislación térmica es mayor. Por otra parte, las viviendas de construcción industrializada se caracterizan por presentar un entretecho o cámara de aire (Figura 22), espacio que puede ser utilizado para incorporar materiales que contribuyan al aislamiento térmico.

---

<sup>7</sup> Christof Horn y Cia Ltda, empresa de fabricación y distribución de los módulos fotovoltaicos de Shell Solar. Lista de precios 2011.

<sup>8</sup> Delfina Esquivel, secretaria Junta de Vecinos de Peine, 2010. (Comunicación personal)



Figura 22. Entretecho de una vivienda en construcción.

Así, una alternativa para disminuir la transferencia de calor entre el interior y el exterior de las viviendas de construcción industrializada de Peine es mejorando la aislación de la cubierta exterior, incorporando en el entretecho planchas o perlas de poliestireno expandido (plumavit) o fibra de vidrio. Esta opción es más difícil incorporar en las viviendas de construcción tradicional, sin embargo, de acuerdo a lo señalado por los encuestados, éstas son más confortables.

Cabe destacar el impacto visual que generan las planchas de zinc en el poblado, ya que los techos son vistos desde la parte alta del mismo debido a la pendiente del terreno. Si consideramos el carácter de “sitio histórico” otorgado a Peine por el Consejo de Monumentos, una alternativa para mitigar el impacto visual generado por la materialidad de las nuevas viviendas puede ser pintar las planchas de un color terroso.

**Iluminación.** La iluminación natural, además de influir en el confort interior, constituye un ahorro energético si es que se aprovecha al máximo. Las viviendas atacameñas tradicionales se caracterizan por la escasa luminosidad, por lo que una medida a considerar en las nuevas construcciones es la orientación de las aberturas (ventanas y puertas). Asimismo, un mal diseño de éstas podría provocar una ganancia de calor no deseada en verano o la falta del mismo en invierno. Por lo tanto, se debe tener en cuenta que las aberturas hacia el este y oeste permiten una exposición a la luz solar de sólo medio día y producen altas ganancias de calor en verano, mientras que las que se encuentran hacia el norte permitirán el ingreso de radiación directa en invierno y, por último, las aberturas orientadas hacia el sur ofrecen iluminación natural pareja durante todo el año, sin embargo, reciben menos radiación solar, lo que genera un mayor enfriamiento del ambiente interior (Mercado et al., 2008).

De acuerdo a lo señalado por Kapstein (1988), los sistemas constructivos tradicionales en Peine contemplan espacios adaptados a los requerimientos de confort, conforme a las condiciones climáticas de la zona, como es la generación de espacios sombríos para permanecer durante las horas de calor en las tardes de verano. Así, la opción de generar sombras mediante la utilización de aleros en las ventanas permitiría disminuir los niveles de radiación recibida al interior de la vivienda. Sin embargo, para los habitantes puede ser más importante el impacto visual generado que la disminución de la temperatura interior.

A continuación en la Figura 23 se muestra una de las viviendas seleccionadas en la muestra, en la que funciona un almacén, y se genera sombra por medio de un alero fijo para aminorar el calor. La vivienda corresponde a una construcción industrializada que, sin embargo, incorpora dispositivos tradicionales que generan sombra sobre los muros y ventanas.



Figura 23. Generación de sombra en una vivienda de Peine.

**Ventilación natural.** Una alternativa que se puede implementar para disminuir la temperatura al interior de las viviendas construidas en base a bloque en periodos calurosos del año, es generar corrientes de aire interior. De acuerdo a lo establecido por Bustamante et al. (2009), existen diferentes estrategias de ventilación natural, como ventilación cruzada, unilateral, por diferencia de temperatura, nocturna, entre otras. No obstante, a nivel domiciliario la ventilación cruzada es la más efectiva y consiste en la circulación del aire a través de ventanas y puertas situados en lados opuestos de una o más habitaciones de una vivienda, favoreciendo una ventilación que barra de la forma más homogénea posible todos los espacios de ésta.

La intensidad de ventilación debe disminuir a medida que las temperaturas también lo hacen, por ejemplo, en períodos fríos la ventilación debe limitarse a lo estrictamente necesario (Thomas y Marino, 2008). Por otro lado en periodos calurosos, la ventilación diurna es efectiva sólo en los casos en que la temperatura exterior es inferior a la interior, lo que coincide generalmente con las primeras horas de la mañana y en la tarde. En climas con una marcada oscilación térmica, como es el caso de Peine, se recomienda la ventilación nocturna, pero se debe tener cuidado con una sobreventilación (Bustamante et al., 2009).

### Opciones de manejo de residuos orgánicos

A nivel domiciliario, la minimización de residuos orgánicos a través del proceso de compostaje es una alternativa de fácil implementación ya que sólo requiere de un espacio reducido en el jardín exterior, en el que se puedan disponer dichos residuos, y de la voluntad de los habitantes para separarlos de los residuos inorgánicos. Esta es una práctica

que ya se implementa en algunas viviendas del poblado, sin embargo, el proceso de descomposición de los residuos se podría mejorar.

El proceso de compostaje consiste en un proceso de fermentación controlada de los residuos orgánicos tales como frutas, verduras, hojas, etc., cuyo resultado (compost) puede ser utilizado como nutriente para el suelo y plantas.

Para compostar se requiere de un espacio de aproximadamente 1 m<sup>2</sup> en el jardín, donde se puedan ir agregando los residuos y agua, además, tiene que haber el espacio suficiente para ir revolviendo, de manera que se vaya aireando. Es recomendable utilizar un contenedor o una compostera para la producción de compost (Figura 24), ya que se puede tener un mayor control de los parámetros que requiere el proceso (CONAMA, 2001). No obstante, también se puede generar en una pila (Figura 25) o en un pozo.



Figura 24. Compostera



Figura 25. Pila de compostaje

Para acelerar el proceso es conveniente agregarle a la mezcla una capa de tierra vegetal del jardín o el compost obtenido con anterioridad, ya que proporciona microorganismos. También se pueden incorporar a la compostera restos de comida, carnes y fecas de animales, pero en ese caso se debe controlar que la temperatura esté por sobre los 60°C por un período de mínimo de cinco días (CONAMA, 2001).

Dentro de sus características se encuentran las siguientes: mejora las propiedades físicas del suelo, ya que la aplicación de materia orgánica al suelo favorece la porosidad, permeabilidad y capacidad de retención de agua; mejora las propiedades químicas del suelo, ya que aumenta el contenido de micro y macro nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos; y, aumenta la actividad biológica del suelo, ya que actúa como soporte y alimento de los microorganismos que viven en el suelo (Sbarato, Sbarato y Ortega, 2007).

## Casos de estudio

A continuación se proponen dos casos representativos de la problemática que se vive en el ámbito domiciliario en Peine: una vivienda tradicional y una en la que se pueden apreciar los nuevos sistemas constructivos incorporados en el poblado. El propósito de este apartado es corroborar la factibilidad de las medidas propuestas anteriormente, donde su implementación depende de las características de la vivienda y de las necesidades de sus habitantes, además, de los recursos económicos y humanos requeridos.

A modo de ejemplo, se seleccionaron dos viviendas ya construidas y que dadas sus características permiten demostrar que todas las medidas mencionadas anteriormente se pueden incorporar en, al menos, una de estas viviendas.

Si bien en este caso no se presenta una vivienda nueva, se recomienda considerar la mayor parte de las opciones propuestas y, de este modo, optimizar el aprovechamiento de recursos en su interior. Asimismo, en el diseño de una vivienda es importante considerar las mejores orientaciones para el aprovechamiento energético solar pasivo, reservar una zona del terreno libre de cada vivienda o proponer espacios compartidos para la instalación de alguna de las alternativas propuestas, por ejemplo, un biofiltro o un colector solar.

### Caso 1: Vivienda de construcción tradicional

Este tipo de viviendas presentan una gran adaptación a las condiciones climáticas de la zona, están construidas con materiales locales y con técnicas y tecnologías tradicionales, relacionadas principalmente a la ubicación en el terreno y orientación. En este caso, la propuesta pretende mejorar las condiciones de habitabilidad de estas viviendas, generando un alto impacto en el rendimiento energético y aprovechamiento del agua, además, de un bajo impacto en el paisaje y conformación arquitectónica.

A continuación en la Figura 26 se puede observar la vivienda seleccionada, la cual está habitada por dos personas. Ésta corresponde a una de las viviendas tradicionales menos intervenida, donde las únicas transformaciones realizadas desde que fue construida es la incorporación de un dormitorio, además, de la cocina y el baño construidos por el Servicio de Vivienda y Urbanización (Serviu) a todas las viviendas del poblado hace tres años.

Gran parte de las habitaciones presenta orientación norte, lo que permite el ingreso de radiación solar durante todo el año, sin embargo, en el verano el encuestado la catalogó como muy calurosa. De acuerdo a lo señalado en la encuesta, esta vivienda presenta problemas de confort térmico, lo que se debe principalmente a los niveles de radiación recibida a causa de la orientación, la aislación y a los modos de ventilación. Hacia sus costados (oriente y poniente) colinda con otras viviendas, por lo que todas las ventanas tienen orientación norte o sur.

El material predominante de los muros exteriores es la piedra, y el de la cubierta exterior es de barro con fibra vegetal (Figura 26). En este caso, se identifican una serie de factores que influyen en la sensación térmica de la vivienda, donde la materialidad característica de una vivienda tradicional no consigue el aislamiento térmico esperado durante el verano, como en la mayoría de las viviendas tradicionales. En cuanto al consumo de electricidad, cada habitante consume en promedio 52,8 kWh, valor sobre el promedio per cápita en el poblado (33 kWh). Por otra parte, el consumo de gas se encuentra bajo el promedio, con 7,5 Kg al mes. Por tanto, en este ámbito la propuesta estará enfocada al confort térmico y al uso eficiente de la energía eléctrica.



Figura 26. Vivienda tradicional Peine.

En relación al aprovechamiento de los recursos naturales, en la vivienda reutilizan una parte de los residuos orgánicos para alimentación de sus animales. La generación de energía térmica es en base a leña, obtenida en la misma localidad, y gas, proveniente de la empresa que abastece a gran parte del poblado, y se abastecen de la electricidad generada por la SCL, al igual que en todo el poblado. La única medida implementada para disminuir el consumo energético en la vivienda es el uso de ampolletas eficientes en una parte de la vivienda.

**Propuesta.** A continuación se muestran las posibles medidas a implementar para el mejor aprovechamiento de los recursos en la vivienda señalada anteriormente (Figura 27).



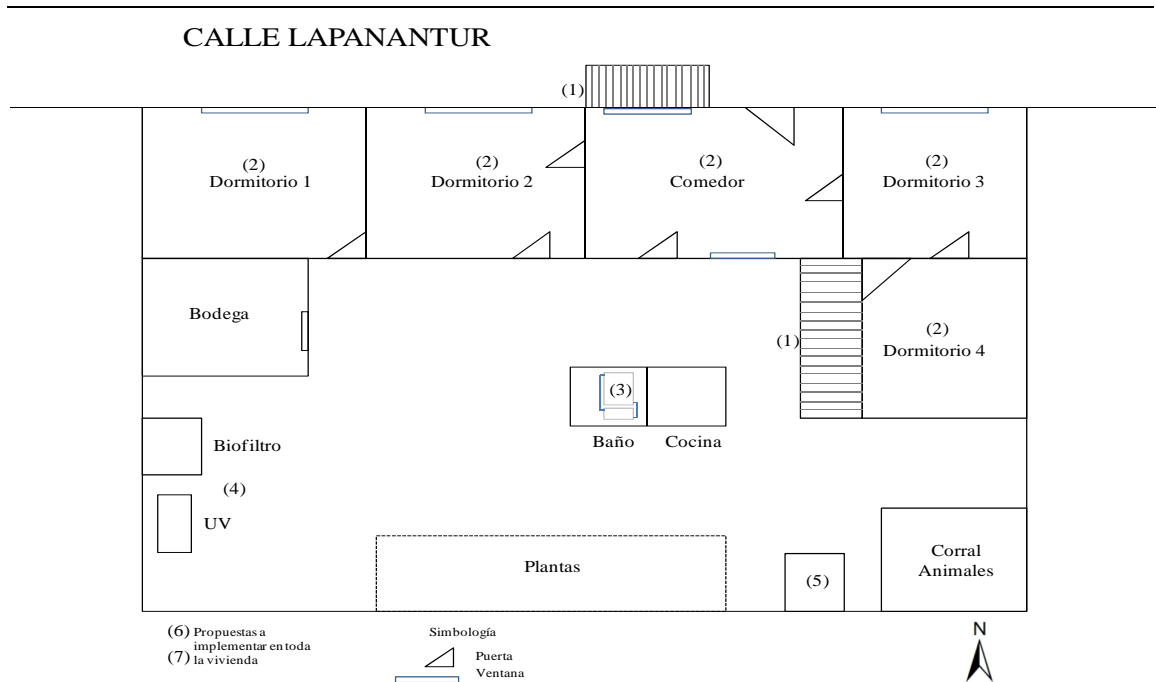


Figura 27. Propuesta medidas a implementar Caso 1.

Fuente: Elaboración propia

- (1) Aleros no fijos: en el caso de esta vivienda, un mecanismo para generar sombras es la utilización de aleros, cuyas dimensiones y posición (abertura) permitan por un lado, el ingreso de radiación en invierno y, por otro, la protección de los muros del sol durante el verano. Para el caso de esta vivienda se proponen dos aleros, uno en la ventana de un dormitorio que da hacia el patio exterior y otro en una de las ventanas que dan hacia la calle, de esta manera la fachada de la vivienda permanecería similar a la actual (Figura 26). En este sentido, sólo se propone un alero hacia la calle debido al impacto visual que genera y, además, en ese el lugar cuentan con una banca de madera en la cual descansan durante las horas de la tarde.
- (2) Ventilación: en el caso de Peine durante el verano, donde se presentan temperaturas promedio por sobre los  $25^{\circ}\text{C}$  en el día y menores a  $5^{\circ}\text{C}$  en la noche, es conveniente implementar ventilación cruzada nocturna sur-norte que permita disminuir la temperatura interior acumulada en los muros. Por otro lado, en invierno es necesario capturar la máxima energía solar y que se minimicen las pérdidas de ésta, manteniendo una adecuada ventilación durante el día.
- (3) Aprovechamiento de la energía solar: para generar energía térmica, los habitantes pueden construir sus propios colectores y cocinas solares, sin embargo, los primeros también se pueden adquirir en el mercado. Para construirlos, es necesario conocer las funciones de cada una de sus partes, además, de los materiales recomendados y sus sustitutos en caso de no tener accesos a ellos. Por ejemplo, la utilización de tetra

pack como aislante térmico, tanto para la cocina como para el colector, es una opción al alcance de todos, la cual además de disminuir el costo de construcción, permitiría reciclar un residuo que anteriormente era depositado directamente en la basura.

- (4) Reutilización de aguas grises: también es recomendable en este caso, ya que el baño y el lugar de lavado se encuentran en el exterior de la vivienda y, además, tiene espacio suficiente para la instalación de un biofiltro. La ubicación de éste debe ser por el exterior del baño y cocina, donde se recogen las aguas grises generadas en la vivienda, las cuales serán conducidas hacia el biofiltro. Finalmente, el agua purificada puede ser utilizada, por ejemplo, para regar las plantas o para limpieza del corral de animales.
- (5) Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios: considerando que la superficie predial en la que se encuentra la vivienda cuenta con vegetación exterior a la cual aplicar algún tipo de abono para un mejor crecimiento, se propone que la generación de compost a partir de residuos orgánicos sea una práctica complementaria a la reutilización de los restos de comida para alimentación animal.
- (6) Uso eficiente de la energía: tomando en cuenta que los habitantes disponen de ampollas eficientes (fluorescentes compactas), es recomendable sustituir los focos incandescentes y los halógenos por éstas, ya que consumen cuatro veces menos de energía y pueden llegar a durar hasta diez veces más. De acuerdo a información del Servicio Nacional del Consumidor (2008), en Chile la iluminación de una vivienda corresponde aproximadamente al 25% de la cuenta eléctrica. Por ejemplo en el caso de una vivienda de Peine en la cual sólo se utilizan focos incandescentes o halógenos y cuyo consumo mensual de electricidad es de \$12.871 (valor correspondiente al consumo promedio mensual de electricidad en Peine), sólo el sustituir todos los focos por ampollas eficientes disminuiría la cuenta eléctrica en aproximadamente \$800. En un año el ahorro sería cerca de \$9.700, lo que podría ser un incentivo para algunos de los pobladores.
- (7) Disminución del consumo de agua: incorporación de ahorradores o aireadores de agua en los distintos dispositivos del baño y cocina. Esta medida es de fácil implementación y se puede aplicar en todo tipo de vivienda.

## Caso 2: Vivienda de construcción industrializada

Se consideró a una vivienda en construcción como ejemplo representativo de los nuevos sistemas constructivos en Peine, debido a que fue la única que se logró ver en detalle. No obstante, las medidas que se propondrán pueden ser implementadas en viviendas ya construidas que presenten las características de estos sistemas introducidos en el poblado.

En la Figura 28 se puede apreciar la materialidad de la vivienda, donde el material predominante en los muros exteriores es el bloque y en el techo, planchas de zinc. La imagen de la izquierda corresponde a la fachada de la vivienda con una parte de los muros revestidos en piedra, la cual presenta orientación sur. Por otro lado, en la imagen de la derecha se puede observar la parte posterior de la vivienda con orientación norte. También se puede distinguir el entretecho, estructura que presentan las nuevas construcciones.



Figura 28. Vivienda de construcción industrializada.

**Propuesta.** En este caso, las medidas propuestas contemplan un mejoramiento en el diseño de los nuevos sistemas constructivos introducidos en Peine y están enfocadas principalmente al confort interior. La construcción industrializada en Peine involucra la incorporación de nuevos materiales constructivos tanto para muros como para cubiertas, los cuales requieren de un menor mantenimiento, sin embargo, el 75% de los encuestados que habitaban una vivienda de este tipo la catalogaron como “calurosa” o “muy calurosa”, por lo que el nivel de confort es menor al de una tradicional. En este sentido, las estrategias que se muestran a continuación están enfocadas, principalmente, al diseño y materialidad de la vivienda (ver Figura 29). Cabe señalar que todas las medidas propuestas para el caso de una vivienda tradicional se pueden implementar en las viviendas de este tipo.

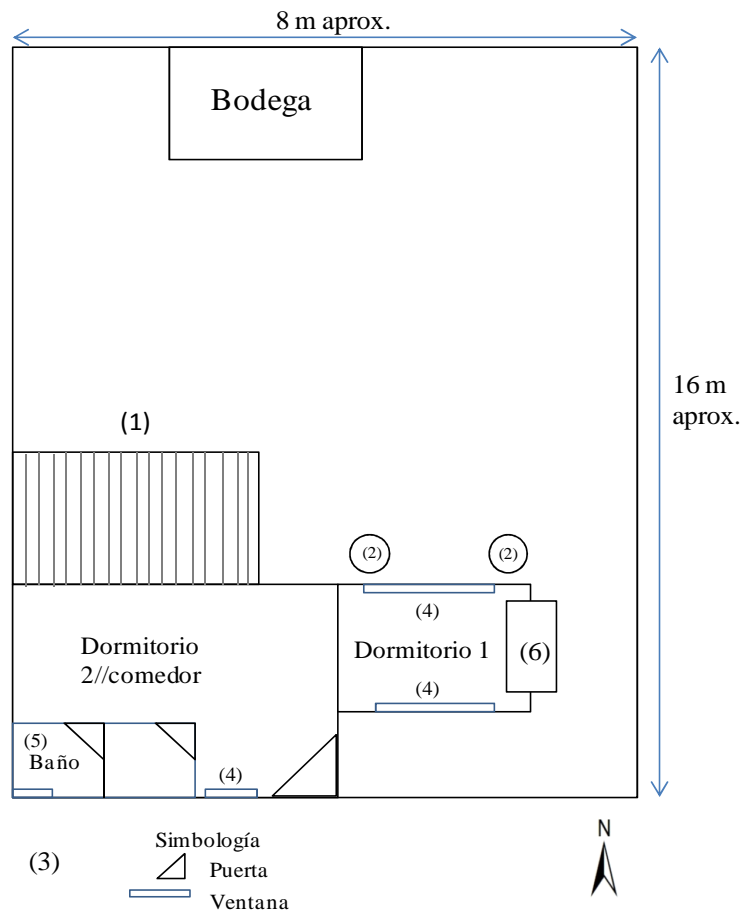


Figura 29. Propuesta medidas a implementar Caso 2.  
Fuente: Elaboración propia

- (1) Generación de sombras mediante la creación de espacios intermedios: un factor determinante de la temperatura al interior de las viviendas es el tamaño y orientación de las ventanas, por lo que una alternativa para aminorar la cantidad de radiación solar recibida es la generación de sombras en las ventanas con orientación norte, a partir de la construcción de un alero o pérgola, del crecimiento de vegetación abundante, preferiblemente de hoja caduca, y/o de las propias construcciones cercanas a la vivienda. Con estas medidas se restringe la acumulación de radiación solar en los muros durante el verano y, por otra parte, permite el ingreso de la radiación en el invierno.
- (2) Luminosidad de la vivienda: en este caso, la orientación de las ventanas no debería ser un gran problema, ya que la mayoría tiene orientación sur, sin embargo, en la ventana que da hacia el jardín exterior es recomendable plantar alguna especie de hoja caduca, de manera que genere sombra y minimice la cantidad de radiación que ingresa a la vivienda. Otra alternativa que cumple con los objetivos de protección

del calor en verano, y ganancia de éste en invierno, sería la generación de sombra mediante un alero.

- (3) Aislamiento térmico y ventilación de la cubierta: Se recomienda la ventilación del entretecho, sobre el aislante térmico, ya que permite amortiguar la radiación solar sobre la cubierta durante el día.
- (4) Control de las ganancias y pérdidas de calor a través de las ventanas: se recomienda la colocación de postigos u otro elemento que permita controlar dicha transferencia en las ventanas que no poseen aleros, ya que el vidrio posee un alto coeficiente de transmitancia térmica.
- (5) Reutilización de aguas negras: otra medida recomendable para viviendas que están en construcción o que pretenden construirse, es la incorporación de un inodoro de doble descarga en vez de uno convencional, para la reutilización de aguas negras. Esta alternativa es factible en este caso ya que, al momento de construir, se debe realizar un gasto en infraestructura sanitaria. No obstante, en viviendas ya construidas el bajo costo de mantención de dichas tecnologías y la disminución del consumo permitirían que dicha inversión sea recuperada en un mediano o corto plazo, por lo que el cambio de infraestructura sanitaria también podría ser una opción. Como se comentó anteriormente, la implementación de esta medida requiere de un cambio en los hábitos de las personas.
- (6) Aprovechamiento de la energía solar para la generación de energía eléctrica: una inversión que se podría realizar es la instalación de un sistema fotovoltaico, sin embargo, se recomienda evaluar la posibilidad de postular a algún tipo de subsidio.

## CONCLUSIONES

Como era de esperar, la escasez de agua es un problema transversal que afecta a toda la población, por lo que deben recurrir a fuentes alternativas de abastecimiento para al menos un uso a nivel domiciliario. El poblado cuenta con abundantes niveles de radiación solar, pero por el momento nadie la aprovecha. En este sentido, cabe señalar que el 100% de las viviendas se abastece de energía eléctrica sólo por la generada por la Sociedad Chilena de Litio. Esta última, también está a cargo de la recolección de los residuos sólidos, donde un gran porcentaje pasa directo desde su generación al vertedero.

Los habitantes de Peine son conscientes de la disponibilidad de agua y niveles de radiación solar en la zona, en cuanto a su calidad y cantidad, así como también del mal manejo de sus residuos domiciliarios. En este sentido, la propuesta sugiere opciones para el manejo del recurso hídrico, a través de la incorporación de dispositivos para la disminución del consumo y reutilización de aguas grises; para el aprovechamiento de la energía solar, mediante el uso de colectores y hornos solares para la generación de energía térmica, y sistemas fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica; para mejorar el confort interior, a través de la generación de sombras, orientación de aberturas, aislación térmica y ventilación natural; finalmente, para el manejo de residuos sólidos, mediante la generación de compost.

Se profundizó en la factibilidad de la implementación de las opciones propuestas haciendo no sólo un análisis de las posibilidades físicas de inserción en viviendas existentes según los dos tipos constructivos presentes en Peine a través de los casos de estudio, sino también en la factibilidad económica, identificando el impacto que tendrían en la economía familiar. Dependiendo de las características de la vivienda y de sus habitantes, se deben determinar las opciones factibles a implementar. Por ejemplo, la disponibilidad de espacio en el exterior de la vivienda es fundamental si se quiere construir un colector solar, una compostera y/o un biofiltro.

Se recomienda complementar las estrategias propuestas, ya que la aplicación individual de algunas alternativas puede ser insuficiente si lo que se quiere lograr es mejorar el uso y/o disposición de algunos recursos, y con esto también el confort interior. Por ejemplo, si una vivienda está aislada térmicamente en las paredes y el entretecho, no cumpliría su objetivo si es que se dejan las ventanas abiertas durante el día en el verano. Por otra lado, no tendría sentido cambiar todas las ampolletas de una vivienda por fluorescentes compactas, si es que no se cambian los hábitos de los pobladores y las luces permanecen encendidas todo el tiempo y en espacios que no se estén utilizando, en este caso se requiere de una pequeña inversión inicial y del cambio de hábitos de la población.

Dentro de la propuesta también se identifican una serie de limitaciones. Por un lado se encuentra el costo de algunos materiales y tecnologías, por ejemplo el inodoro de doble descarga, los dispositivos para disminuir el consumo de agua o vidrios dobles para las ventanas. Por otra parte, modificar las estrategias de ventilación, cerrar la llave de agua

mientras no se está usando, mantener las luces apagadas y equipos eléctricos desenchufados, sólo requieren de cambios de ciertos hábitos de la población para lo cual es necesario que los habitantes estén dispuestos a implementarlos. Finalmente, otro factor que dificulta la implementación de algunas de las estrategias propuestas, es la falta de involucramiento de la Municipalidad en el poblado. A lo largo de esta investigación se pudo apreciar que diversas funciones que deberían estar a cargo de esta institución las ha asumido la SCL, como lo son la provisión de energía eléctrica y la recolección de residuos sólidos domiciliarios, siendo ésta actualmente la institución que otorga mayor bienestar en la población.

En este trabajo se consideraron sólo algunas de las variables que influyen en el comportamiento de una vivienda. Por ejemplo, existen diversas variables que pueden influir en la sensación térmica interior, como lo son la materialidad de la cubierta exterior y la presencia de aislamiento térmico en los distintos componentes de la envolvente de la vivienda, variables que se deberían tener en cuenta en una investigación más profunda.

Finalmente, la relevancia de este trabajo se basa en que esta localidad posee un patrimonio reconocido por el Consejo de Monumentos, con sitios únicos y con características que la convierten en una oportunidad para la vanguardia en el aprovechamiento de los recursos, promoviendo la conservación y desarrollo del patrimonio cultural, ambiental y social.

**BIBLIOGRAFÍA**

BÉRRIZ, L. y M. ÁLVAREZ. 2008. Manual para el cálculo y el diseño de calentadores solares. Editorial Cubasolar, La Habana, Cuba. 168p.

BLASCO, I. y C. CARESTIA. 2005. Diseño de mejoras en arquitectura vernácula del árido sanjuanino. Disponible en: [www.upo.es/depa/webdhuma/areas/artes/actas/cisav05/co\\_14.pdf](http://www.upo.es/depa/webdhuma/areas/artes/actas/cisav05/co_14.pdf). Leído el: 5 de octubre de 2009.

BUSTAMANTE, W., Y. ROZAS, R. CEPEDA, P. ENCINAS y P. MARTÍNEZ. 2009. Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social. Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), Comisión Nacional de Energía (CNE) y Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) (ed.). Santiago, Chile. 203 p.

CANALES, M. 2005. La nueva ruralidad en Chile: apuntes sobre subjetividad y territorios vividos. Serie Temas de Desarrollo Humano Sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (Chile) 12: 33-39.

CÁRDENAS, U y G. ROJAS. 1995. La problemática del recurso hídrico entre las comunidades atacameñas de Chile. Trabajo de investigación para aprobar curso Derecho Indígena. Universidad de Chile, Facultad de Derecho. Santiago, Chile. 92p.

CHAPPLE, P. 2008. Análisis: estudio técnico confort térmico en las viviendas. Revista Bit, Chile, Julio 2008, 61: 38-41.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA). 2001. Manual de compostaje casero. Disponible en: <http://www.conama.cl/rm/568/article-1092.html>. Leído el: 25 de abril de 2010.

CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO. 2010. Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial. Cámara Chilena de la Construcción, Santiago, Chile. 404p.

DANIELS, F. 1977. Uso directo de la energía solar. H. Blume ediciones, Rosario, Madrid. 301p.

DURSTON, J. 2002. Áreas de desarrollo indígena, gestión participativa y sustentabilidad ambiental y cultural. 75-90 pp. In: Durston. El capital social campesino en la gestión del desarrollo rural. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago, Chile. 156p.

ECOAMÉRICA. 2007. Tratamiento biológico de aguas residuales. Revista Ecomérica, Abril 2007, edición 66: 18-22.



EPPRECHT, R. 2008. Propuesta de un modelo de vivienda sustentable para clima templado lluvioso en Ahuenco, Chiloé. Memoria Ingeniera en Recursos Naturales Renovables. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 91p.

ESREY, S., J. GOUGH, D. RAPAPORT, R. SAWYER, M. SIMPSON-HÉRBERT y J. VARGAS. 1999. Saneamiento ecológico. Disponible en: [www.ecosanres.org/pdf\\_files/Saneamiento\\_Ecologico](http://www.ecosanres.org/pdf_files/Saneamiento_Ecologico). Leído el: 22 de abril de 2010.

FUNDACIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE Y CUENCA INGENIEROS CONSULTORES. 2010. Informe final diagnóstico plan de desarrollo de la comunidad atacameña de Peine (en edición). Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Fundación de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

GASCO. s.a. GLP en Chile y Sudamérica. Disponible en: [http://www.gasco.cl/html/nuestro\\_gasco.html?opcion=B1](http://www.gasco.cl/html/nuestro_gasco.html?opcion=B1). Leído el: 20 de junio de 2011.

GUERRA, J. 2003. Habitar el desierto: Transición Energética y Transformación del Proyecto Habitacional Colectivo en la Ecología del desierto de Atacama, Chile. Tesis de Doctorado en Arquitectura. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España. 404p.

HERNÁNDEZ, R., C. FERNÁNDEZ y P. BAPTISTA. 2006. Metodología de la investigación. 4ª ed. McGraw-Hill, México. 850p.

KAPSTEIN, G. 1988. Espacios intermedios: respuesta arquitectónica al medio ambiente, II Región. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 177p.

MARTÍNEZ, J. 2006. Agua y sostenibilidad: algunas claves desde los sistemas áridos. Disponible en: <http://www.revistapolis.cl/polis%20final/14/mart.htm>. Leído el: 12 de Noviembre de 2009.

MERCADO, M. V., A. ESTEVES y C. FILIPPÍN. 2008. Estrategias bioclimáticas para viviendas de índole social en la ciudad de Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Argentina, 12, 129-136.

PACTO GLOBAL. 2010. La nueva granja de energía solar en San Pedro de Atacama Chile. Disponible en: <http://www.pactoglobal.cl/2010/la-nueva-granja-de-energia-solar-de-san-pedro-de-atacama>. Leído el: 22 de abril de 2010.

ROMÁN, R., R. VALDOVINOS, M. FERRANDO y R. ALARCÓN. 2003. Como hacer una Cocina Solar Sencilla. Disponible en: [http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random499169cb1acb4/1234266711\\_Hacer\\_Cocina\\_Solar\\_Sencilla\\_ECOMAIPO\\_2003.pdf](http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random499169cb1acb4/1234266711_Hacer_Cocina_Solar_Sencilla_ECOMAIPO_2003.pdf). Leído el: 10 de junio, 2010.

SBARATO, V., R. SBARATO y J. ORTEGA. 2007. Alternativas técnicas para el manejo de los RSD: compostaje. Centro de investigación y formación en salud ambiental, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. 11p.

SERVICIO NACIONAL DEL CONSUMIDOR. 2008. Eficiencia energética. Disponible en: [http://www.sernac.cl/er\\_eficienciaenergetica/inicio.asp](http://www.sernac.cl/er_eficienciaenergetica/inicio.asp). Leído el: 25 de abril de 2010.

SIMANCAS, K. 2003. Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Barcelona, España. 353p.

SOLAR COOKERS INTERNATIONAL. s.a. Build a solar cooker. Disponible en: <http://solarcooking.org/plans>. Leído el: 25 de abril de 2010.

THOMAS, L. y B. MARINO. 2008. Comportamiento térmico de una vivienda frente a variaciones importantes de temperatura en verano. Avances en Energías Renovables y Medio ambiente, Argentina, 12: 25-32.

TIBURCIO, P. 2007. Arquitectura vernácula y diseño: adecuación del espacio habitable en la ciudad de Nogales, Sonora, México. Disponible en: <http://www.reseau-amerique-latine.fr/ceisal-bruxelles/MS-MIG/MS-MIG-1-Tiburcio.pdf>. Leído el: 6 de julio de 2010.

URBINA, L. 2005. Bases para una estrategia de adopción de energía solar domiciliaria en la localidad de Cochiguaz, comuna de Paihuano, Región de Coquimbo. Memoria Ingeniera en Recursos Naturales Renovables. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 172p.

## APÉNDICES

## Apéndice I: Formato encuesta consumo, confort ambiental y aprovechamiento de los RR.NN.

Cuadro 7. Formato encuesta consumo, confort ambiental y aprovechamiento de los RR.NN.

I. DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO											
Encuestado				Sexo		Edad		Fecha		Nº encuesta	
Propietario		Arrendatario		Otro		Ubicación geográfica:					
¿Hace cuánto tiempo vive en esta casa?	5 - 10	15 - 20	20 - 30	30 - 40	40 o más						
II. CONSUMO											
¿Cuántas personas habitan en esta vivienda?											
Niños	(17 o menos)	1	2	3	4	5	6 o más	Nº			
Adultos	(18 - 64)	1	2	3	4	5	6 o más				
Adulto mayor	(65 o más)	1	2	3	4	5	6 o más				
Número de hogares presentes en esta vivienda:											
¿Cuál es su consumo mensual en gas?											
	5 kg	15 kg	33 kg	45 kg	Otro						
¿Cuál es su consumo mensual de electricidad?	Cuántos cuartos de la vivienda son de uso:					¿Cuál de los siguientes electrodomésticos tiene este hogar?					
¿Cuál es su consumo de agua?	Compartido			Exclusivo del hogar							
	Comedor				Refrigerador	Horno microondas					
	Cocina				Lavadora de ropa	Horno eléctrico					
	Baño				Estufa eléctrica	Horno a gas					
	Para dormir y otros usos				Estufa a gas						
III. CONFORT INTERIOR											
¿En qué lugar de la casa, los habitantes pasan la mayor parte del tiempo?											
Temperatura											
¿Su casa en verano es?	Muy fría	Fresca	Algo fresca	Confortable, ni caliente ni fría	Algo calurosa	Calurosa	Muy calurosa				
¿Su casa en invierno es?	Muy fría	Fresca	Algo fresca	Confortable, ni caliente ni fría	Algo calurosa	Calurosa	Muy calurosa				
¿Qué hace para refrescar su casa en verano?					¿Qué hace para calentar su casa en invierno?						
¿Cuál es la zona más calurosa?					¿Cuál es la zona más fría?						
Humedad											
¿Tiene usted problemas con la humedad?	SI	NO	¿Tiene plantas en el interior de la casa?							SI	NO
¿Tiene jardín exterior?	SI	NO									
Iluminación											
¿Cómo considera su casa en términos de luz natural?	Oscura	Algo oscura	Clara	Muy clara	Demasiado luminosa						
¿Cuál es (son) la zona con mayor luz natural?					¿Cuál es (son) la zona más oscura?						

Fuente: Adaptado de Guerra, 2003

Cuadro 7. Formato encuesta consumo, confort ambiental y aprovechamiento de los RR.NN. (cont.)

Materialidad									
Material predominante de las paredes exteriores		Material predominante de los pisos			Material predominante de la cubierta exterior del techo				
Ladrillo, piedra, bloque u hormigón		Cerámica, baldosa, mármol			Pizarra o teja				
Adobe		Madera o alfombrado			Chapa de metal (sin cubierta)				
Madera		Cemento o ladrillo fijo			Chapa de metal con aislante				
Fibrocemento o chapas de metal		Ladrillo suelto o tierra			Barro con paja				
Cartón, paja sola o material de desecho		Otros			Caña, tabla o paja con barro, paja sola				
Otro					Otros				
Espacio									
¿Qué otras transformaciones ha realizado en la vivienda desde los años que habita en ella?									
Ventanas, ampliar		Cocina (puerta ventana)				Baño, cambiar de lugar de acceso			
Pintura exterior		Pintura interior				Cubrimiento de patio original			
Cerrar terraza		Fachada exterior				Revestimiento de pavimentos			
Antejardín		Construir nueva habitación				Construir nuevo baño			
Cerrar completamente perímetro		Cambio de ubicación y forma de escala							
Tiene este hogar en esta vivienda algún tipo de negocio	SI		NO		Si la respuesta es SI, ¿Cuál? (Hospedaje, alimentación, etc)				
¿Hay algo especial que le gustaría transformar?									
Ventilación									
¿Cuántas horas por días abre las ventanas?	Menos de 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 o más		
¿Tiene problemas con los olores prolongados?	SI	NO		¿Tiene problemas con corrientes de aire interior?				SI	NO
IV. UTILIZACIÓN DE RECURSOS EN LA VIVIENDA									
Manejo de residuos									
¿Qué hace usted con sus residuos los días que no pasa el camión?		¿Dónde?							
a) Los entierra		En su jardín							
b) Los quema		En la calle							
c) Los tira		Sitio eriazo, quebradas o barrancos							
d) Paga a otras personas		En basural							
e) Los acumula hasta que pase		Otro							
¿Cuál es el tipo de residuo que predomina en su vivienda?		Orgánico	Inorgánico						
¿Hace algo para disminuir la cantidad de residuos que se llevará el servicio de recolección del municipio?						SI	NO		
Si la respuesta es SI, ¿qué es lo que hace?									
Reutilización		¿Cuál(es)?							
Reciclaje		de residuos inorgánicos (papeles, plásticos, vidrios)			SI	NO			
		de residuos orgánicos (compost)			SI	NO			
Otro		¿Cuál?							
¿Para qué es utilizado?									

Fuente: Adaptado de Guerra, 2003

Cuadro 7. Formato encuesta consumo, confort ambiental y aprovechamiento de los RR.NN. (cont.)

Provisión y uso del agua				Provisión y uso de la energía			
De dónde proviene el agua que utiliza para:				¿Almacenan agua en la casa? SI NO			
	Beber	Cocinar y/o limpiar alimentos	Higiene personal y/o limpiar alimentos	Si la respuesta es SI, ¿Para qué utiliza el agua almacenada?			
Red pública				Para beber			
Pozo				Para cocinar			
Superficie (vertiente)				Lavar trastos o limpieza de la casa			
Bidón de agua o de agua mineral				Para lavar ropa, o para la higiene personal			
Otros				Otro			
				¿En qué está almacenada?			
				¿Cuántos litros y por cuánto tiempo?			
De dónde proviene la energía que utiliza para:				¿Implementa alguna medida para reducir el gasto energético en su vivienda?			
	Térmica			Eléctrica			
	Cocinar	Calentar agua	Calefacción	Iluminar			
Generador diésel (Sociedad Minera del Lito)						SI NO	
Leña							
Gas							
Energía solar							
Otra (¿Cuál?)						¿Qué es lo que hace?	

Fuente: Adaptado de Guerra, 2003

## Apéndice II: Actualización listado de familias Peine

En una primera etapa, considerando que este estudio abarcó sólo a la población perteneciente a la Comunidad Atacameña de Peine, fue necesario realizar una actualización de listado de familias por vivienda presente en el poblado. En ésta se identificó el número total de viviendas, número de viviendas por condición de ocupación, número de habitantes permanentes y temporales por vivienda, además de las casas y habitaciones en arriendo a contratistas de mineras cercanas. Dicha actualización fue construida utilizando una imagen del poblado obtenida desde Google Earth en la que se reconocieron, mediante un trabajo en terreno, las viviendas y los servicios públicos presentes. Luego, con ayuda de dos personas pertenecientes a la comunidad que trabajaban formalmente en la elaboración del Plan de Desarrollo, se logró identificar el número de habitantes y estado de ocupación de cada una de las viviendas. A continuación en el Cuadro 8 se puede observar el listado de familias actualizado.

Cuadro 8. Actualización listado de familias y estado de ocupación de las viviendas de Peine.

N° casa	Familia	Ocupación	N° hab. permanentes	N° hab. temporales	Arrendatarios	Visitas	Total de personas por viv. (*)	N° de habitantes por vivienda (**)
1	Cruz-Cruz	A	3	0	0	0	3	3
2	Cruz-Chaile	A	4	0	0	7	11	4
3a	Barreda-Chaile	A	4	3	0	0	7	7
3b	Castillo-Chaile	D	2	0	1	1	4	3
4	Chaile-Cruz	A	5	2	0	4	11	7
5	Cruz-Chayle	A	4	0	0	3	7	4
6	Cruz-Ramos	A	3	0	0	0	3	3
7	Cruz-Ramos	A	1	1	0	0	2	2
8	Chorolque-Carral	B	0	4	0	2	6	4
9	Yapura-Yapura	B	0	3	0	0	3	3
10	Morales-Carral	C	0	0	10	0	10	10
11	Mendoza-Varas	A	4	2	0	1	7	6
12	Ramos-Ramos	A	3	1	0	0	4	4
13	Ramos-Ramos	A	2	0	0	4	6	2
14	Morales-Carral	A	2	0	0	4	6	2
15	Barrera-Cruz	B	0	4	0	0	4	4
16	Barrera-Morales	A	2	0	0	6	8	2
17	Carral-Cruz	A	1	1	0	10	12	2
18	Morales-Morales	A	2	1	0	2	5	3
19	Cruz-Morales	A	1	0	3	1	5	4
20	Chaile-Chaile	A	1	0	0	3	4	1
21	Huentenao-Chaile	B	0	4	0	0	4	4
22	Cruz-Reyes	B	0	2	0	5	7	2
23	Cruz-Cruz	A	3	4	0	0	7	7
24	Ramos-Ramos	A	2	2	0	6	10	4
25	Morales-Rivera	A	2	2	0	20	24	4
26	Araya-Morales	B	0	2	0	0	2	2
27	Chaile-Morales	C	0	0	5	0	5	5
28	Chaile-Morales	A	5	3	0	0	8	8
29	González-Morales	B	0	2	0	10	12	2
30	Morales-Plaza	A	2	3	0	2	7	5
31a	Ramirez-Torres	A	4	0	0	4	8	4
31b	Torres-Morales	A	1	0	0	0	1	1
32	Torres-Plaza	A	1	1	0	7	9	2
33	Morales-Cruz	B	0	2	0	9	11	2
34	Chaile-Morales	A	4	1	0	1	6	5
35	Morales-Yapura	A	3	1	0	14	18	4

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8. Actualización listado de familias y estado de ocupación de las viviendas de Peine (cont.)

N° casa	Familia	Ocupación	N° hab. permanentes	N° hab. temporales	Arrendatarios	Visitas	N° total de personas por vivienda (*)	N° de habitantes por vivienda (**)
36	Chaile-Rodríguez	A	7	0	0	12	19	7
37	Morales-Plaza	E	0	0	0	0	0	0
38	Chaile-González	C	0	0	2	0	2	2
39	Cruz-Varas	A	3	0	0	4	7	3
40	Cruz-Conzué	A	5	0	0	0	5	5
41a	Mora-Rodríguez	A	3	0	0	6	9	3
41b	Mora-	A	1	1	0	0	2	2
42	Morales-Varas	A	3	2	0	0	5	5
43	Rodríguez-Rodríguez	D	1	0	2	0	3	3
44	Ramírez- Varas	B	0	7	0	0	7	7
45	Ramos-Chaile	A	2	1	0	4	7	3
46	Cruz-Varas	A	2	0	0	0	2	2
47	Cruz-Morales	A	8	2	0	3	13	10
48	Barreda-Condori	D	3	1	3	0	7	7
49	Cruz-Cruz	A	2	0	0	4	6	2
50	Cruz-Plaza	A	1	0	0	7	8	1
51	Ramos-Cruz	A	4	2	0	1	7	6
52	Ramos-Morales	A	2	1	0	7	10	3
53	Galleguillos-Barrera	A	1	0	0	0	1	1
54	Chaile-Liquitay	A	1	4	0	0	5	5
55a	Chaile-Barrera	D	2	0	20	0	22	22
55b	Bache-Chaile	B	0	4	0	4	8	4
55c	Rojas-Chaile	B	0	5	0	0	5	5
56	Rodríguez- Barrera	A	1	0	0	5	6	1
57	Barrera-Chaile	B	0	6	0	0	6	6
58	Romero-	C	0	0	1	0	1	1
59	Gutiérrez-Morales	A	1	0	0	13	14	1
60	DESHABITADA	E	0	0	0	0	0	0
61	Cruz-Plaza	A	1	4	0	0	5	5
62	Morales-Cruz	C	0	0	9	0	9	9
63	Barrera-Cruz	A	2	2	0	0	4	4
64	Barrera-Cruz	A	3	0	0	0	3	3
65	Barrera-Chaile	A	6	0	0	3	9	6
66	Morales-Varas	A	1	1	0	0	2	2
67	Morales-Conzué	C	0	0	10	0	10	10
68	Conzué-Cruz	A	10	1	0	0	11	11
69	Pachao-Cruz	A	3	1	0	0	4	4
70	Varas-Cruz	C	0	0	1	2	3	1
71	Azócar-Cruz	A	3	0	0	8	11	3
72	Chaile-Morales	A	4	0	0	5	9	4
73	Barrera-Chaile	A	1	0	1	2	4	2
74	Barrera-Cruz	A	4	0	0	2	6	4
75	Barrera-Conzué	B	0	6	0	0	6	6
76	Cruz-Chaile	A	2	1	0	0	3	3
77	Ramos-Chaile	A	1	0	0	0	1	1
78	Yapura-Yapura	A	1	0	0	0	1	1
79	Escequiél-Escequiél	D	1	0	10	0	11	11
80	Morales-Cruz	D	1	0	1	0	2	2
81	Cruz-Ramos	A	1	0	0	0	1	1
82	Cruz-Barreda	D	2	3	2	3	10	7
83	Torres-Cruz	A	4	3	0	0	7	7
84	Barrera-Cruz	A	1	0	0	0	1	1
85	Morales-Plaza	C	0	0	10	0	10	10
86	Arancibia -Torres	C	0	0	3	0	3	3
87	Barreda-Morales	A	2	3	0	0	5	5
88	Cruz-Ramos	C	0	0	16	0	16	16
89	Vargas-Gavia	A	3	0	0	0	3	3

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8. Actualización listado de familias y estado de ocupación de las viviendas de Peine (cont.)

N° casa	Familia	Ocupación	N° hab. Permanentes	N° hab. temporales	Arrendatarios	Visitas	N° total de personas por vivienda (*)	N° de habitantes por vivienda (**)
90	Varas-Torres	D	4	0	10	0	14	14
91	Ramos- Barrera	A	2	0	0	1	3	2
92	Cruz-Cruz	A	4	0	0	0	4	4
93	Torres-Torres	D	1	0	4	0	5	5
94	Barreda-Torres	A	4	2	0	1	7	6
95	Morales-Plaza	A	1	0	0	2	3	1
96	Varas-Pachao	D	2	3	2	1	8	7
97	Varas-Varas	A	2	0	0	0	2	2
98	Aguilera-Chaile	B	0	6	0	0	6	6
99	Pachao- Toroco	D	2	2	15	5	24	19
100	Esquivel-Toroco	A	2	2	0	0	4	4
101	Cruz-Carral	A	2	0	0	1	3	2
102	Alcalde-Chaile	C	0	0	5	0	5	5
103	Barrera-Morales	A	1	0	0	4	5	1
104	Reales-Cruz	B	0	1	0	0	1	1
105	Saez-Morales	B	0	2	0	5	7	2
106	Yapura-Yapura	B	0	2	0	7	9	2
<b>Subtotal</b>			208	132	146	248		<b>486</b>
							<b>Promedio habitantes por vivienda</b>	<b>4</b>

Fuente: Elaboración propia

(\*) N° total de personas por vivienda, incluye las cuatro categorías mencionadas en las columnas anteriores (habitantes permanentes, temporales, arrendatarios y visitas).

(\*\*) N° de habitantes por vivienda, sólo incluye a habitantes permanentes y temporales, ya que éstos son los que pertenecen a la Comunidad Atacameña de Peine.

Con la información recopilada se elaboró el siguiente cuadro acerca del número total de viviendas por condición de ocupación (Cuadro 9).

Cuadro 9. Estado de ocupación de las viviendas en Peine.

Estado de ocupación	N° total de viviendas
A Habitada permanentemente por la familia	70
B Habitada temporalmente por la familia	17
C Arrendada	11
D Habitada por la familia y arrendatarios de afuera	11
E Deshabitada	2
<b>Total</b>	<b>111</b>

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenida la información actualizada del estado de ocupación de las viviendas de Peine, en una segunda etapa se realizó la encuesta a los habitantes atacameños acerca de cómo aprovechan los recursos naturales en el ámbito domiciliario.