

Dt

DOCUMENTO DE TRABAJO

# Eficiencia energética en Chile:

## Identificación de oportunidades

Estado de la eficiencia energética en Chile: identificación de oportunidades

Editor: CAF

Mayo 2016

Dt

DOCUMENTO DE TRABAJO

---

Este documento fue elaborado por la Dirección de Análisis y Estrategia de Energía (DAEE).

Hamilton Moss, Vicepresidente de Energía

Mauricio Garrón, Director, Dirección de Análisis y Estrategia de Energía (DAEE)

Juan Ríos, Ejecutivo Principal, (DAEE)

Amanda Quintero, Ejecutiva, (DAEE)

Cristopher De Luca, Pasante, (DAEE)

Autor: CREARA Energy Experts

Jose Ignacio Briano

María Jesús Báez

Rocío Moya Morales

El autor agradece a Amanda Quintero, Juan José Ríos y Mauricio Garrón por los comentarios, sugerencias y apoyo para el desarrollo de este documento.

---

Las ideas y planteamientos contenidos en el documento son de exclusiva responsabilidad del autor y no comprometen la posición oficial de CAF.

© 2016. Corporación Andina de Fomento. Todos los derechos reservados.

## Tabla de contenido

Introducción	4
Capítulo 1: Identificación de los programas y acciones existentes	5
1.1 Análisis de políticas de eficiencia energética	5
1.2 Información General de Chile	6
1.3 Medidas y programas de eficiencia energética	7
Capítulo 2: Metodología de selección de las medidas más atractivas	11
2.1 Lista larga	11
2.2 Lista corta	16
2.3 Medidas a analizar	17
Capítulo 3. Selección de medidas de EE	18
3.1 Introducción	18
3.2 Aplicación del filtro 1: Sector/ subsector prioritario	18
3.3 Aplicación del filtro 2: Medidas más atractivas dentro del sector	22
3.4 Lista corta de medidas para Chile	24
Capítulo 4: Cuantificación del impacto económico, energético y medioambiental de las inversiones	25
4.1 Metodología de cuantificación de impactos económicos, energéticos y ambientales	25
4.2 Análisis de las medidas	32
Capítulo 5: Factibilidad teórica de las medidas priorizadas	45
5.1 Barreras a la implementación de las medidas de EE en Chile	46
Capítulo 6. Conclusiones	47

## Introducción

En los últimos tiempos el uso eficiente y racional de la energía ha pasado a ser un elemento importante dentro de la planificación energética de los países, así como de los diversos sectores y tipos de usuarios que tienen la energía como insumo dentro de su proceso productivo y por ende en su producto final. La adopción de esquemas de uso eficiente y racional de la energía dentro de la composición de las matrices energéticas permite aumentar los niveles de competitividad, minimizar el consumo de energía, crear nuevas fuentes y nichos de actuación industrial y comercial y reducir la huella de carbono de los países.

Esta mayor eficiencia en el uso de la energía dentro de los diversos sectores e industrias de la economía permite un mejor acceso a los mercados nacionales e internacionales por el aumento intrínseco que su adopción implica en términos de competitividad. Aunque la globalización de las economías haya obligado, en un primer término a las industrias electro intensivas, a la adopción obligatoria de la eficiencia energética (EE) como elemento de supervivencia, todavía queda potencial de mercado donde proyectos bajo esta filosofía de EE representan una ventaja importante desde los puntos de vista de competitividad y conservación del medio ambiente.

Desde otro ángulo, los países deben desarrollar acciones enfocadas a aplicar medidas de EE que pudieran enmarcarse dentro de políticas y programas oficiales. Estas políticas y programas tenderían a la renovación tecnológica y a la facilitación de auditorías energéticas que redundarían en un fortalecimiento de estas industrias y sectores específicos, todo esto enlazado con objetivos sociales (empleo, desarrollo local, etc.).

América Latina ha comenzado lentamente la integración de políticas asociadas con el uso eficiente de la energía y la integración de los programas de EE desde el lado de la demanda (residencial, comercial, industrial y oficial). Estas políticas no han producido resultados significativos y los costos y beneficios asociados con los sectores industrial y eléctrico no han sido internalizados.

Esto principalmente porque los beneficios no son claros, especialmente en mercados donde la demanda mantiene esencialmente un rol pasivo y donde no existe un marco regulatorio adecuado. Actualmente, existen atractivos esquemas de incentivos, especialmente en industrias electro-intensivas, que pudiesen eliminar las barreras potenciales a los programas de EE aplicables.

En ese sentido, se realizó un estudio para describir el estado de desarrollo de la EE en América Latina y dar un balance del diagnóstico actual. Asimismo se identificaron los sectores objetivos desde el punto de vista de la EE con mayor potencial de desarrollo que sirva de consulta para futuras evaluaciones técnicas y elaboración de proyectos de desarrollo local y regional. A continuación se presentan los resultados para la República de Chile.

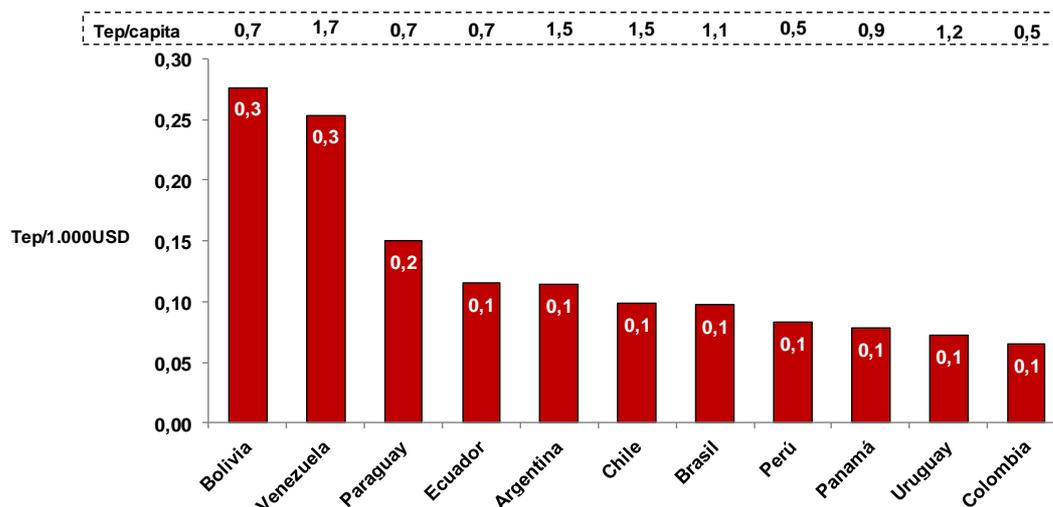
## Capítulo 1: Identificación de los programas y acciones existentes

### 1.1 Análisis de políticas de eficiencia energética

La situación del sector de la eficiencia energética en los países analizados varía significativamente, tanto a nivel del impulso y permanencia de políticas públicas como a nivel del potencial del sector.

A continuación se ilustra el consumo final de energía por unidad de PIB (intensidad energética) y, en el cuadro superior, el consumo final de energía per cápita, en los distintos países:

**ILUSTRACIÓN 1 - INTENSIDAD ENERGÉTICA Y CONSUMO PER CÁPITA POR PAÍS (ESTIMACIÓN PARA 2015)**



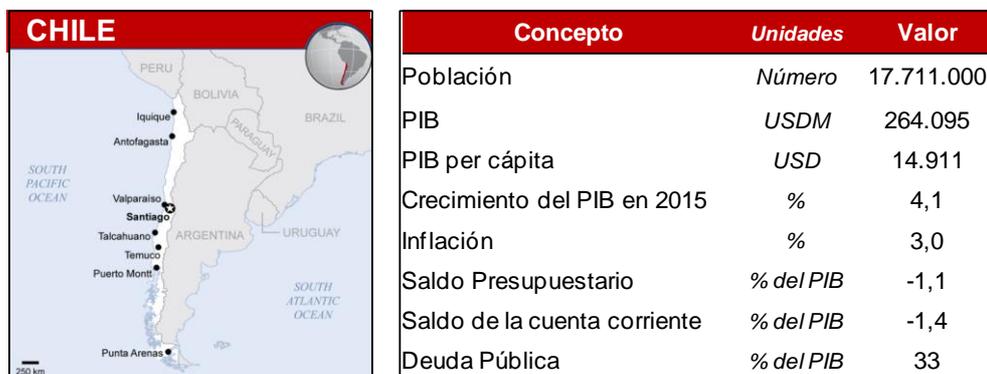
Se observa que en la región existen oportunidades claras para el desarrollo de medidas de eficiencia energética del lado de la demanda. Sin embargo, el desarrollo de la eficiencia energética requiere de un soporte de instrumentos que incentiven la ejecución de proyectos y que se sostengan en el tiempo.

El sector comercial e industrial corresponden, en promedio, alrededor de un 30% del consumo final en la región y, en muchos casos, es un impulsor clave del crecimiento económico.

Por su relevancia, a continuación se detalla la situación de Chile respecto a programas y medidas que fomenten la eficiencia energética, particularmente en los sectores comercial e industrial.

## 1.2 Información General de Chile

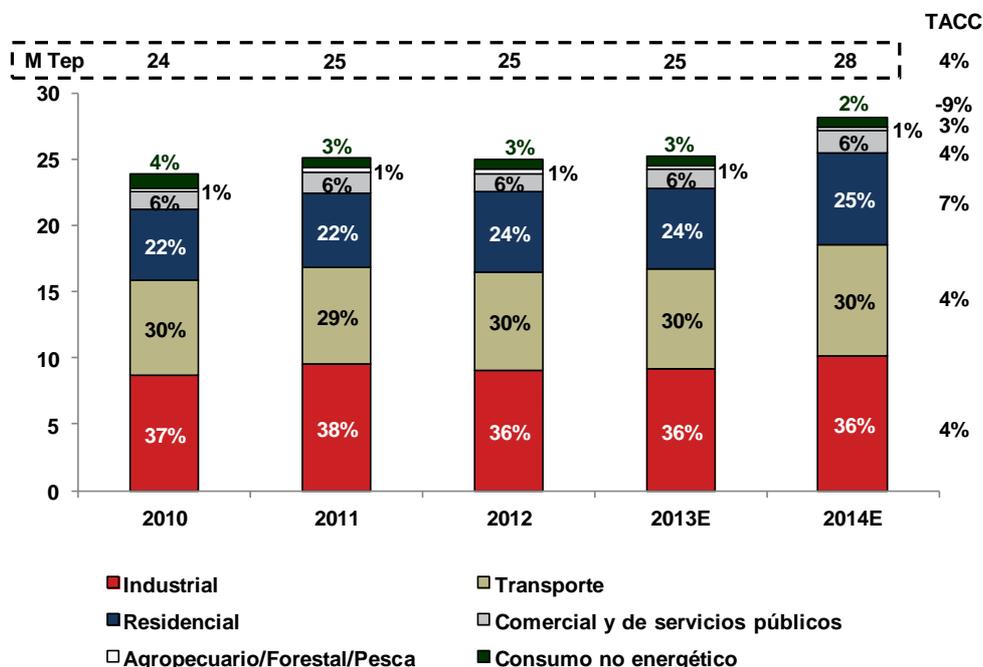
ILUSTRACIÓN 2: DATOS ECONÓMICOS DE CHILE (ESTIMACIÓN PARA EL AÑO 2015)



Fuente: OCHA/ReliefWeb, COFACE, análisis de CREARA

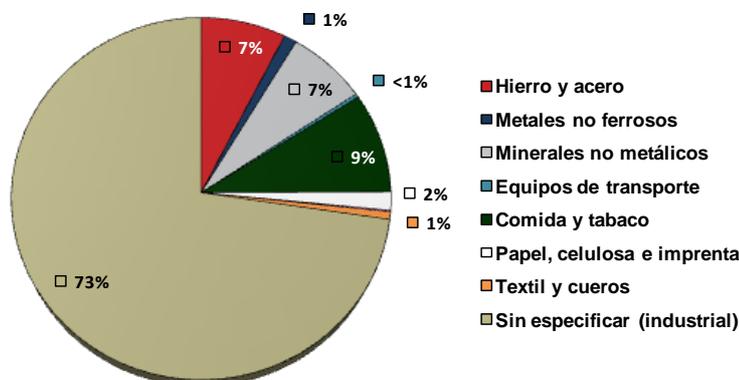
Respecto al consumo final, Chile presenta un crecimiento del 4% anual entre 2010 y 2014. El sector consumidor de energía con mayor crecimiento fue el residencial con una tasa de crecimiento anual compuesto del 7%.

ILUSTRACIÓN 3: CONSUMO FINAL POR SECTORES DE CHILE DE 2010 A 2014<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Fuente: Elaboración: CREARA. La estimación de los años 2013 y 2014 se ha realizado con base en datos históricos y crecimientos medios esperados. TACC se refiere a Tasa Anual de Crecimiento Compuesto.

**ILUSTRACIÓN 4: CONSUMO FINAL POR SUBSECTORES INDUSTRIALES EN CHILE, 2014<sup>2</sup>**



### 1.3 Medidas y programas de eficiencia energética

A continuación se resumen las características más importantes respecto a políticas de apoyo a proyectos de EE que están actualmente en vigor en Chile.

**ILUSTRACIÓN 5: ESTADO GENERAL DE LA EE EN CHILE**

<b>Órgano impulsor</b>	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE)</li> <li>- Fundada en noviembre de 2010</li> </ul>
<b>Principales Programas/medidas</b>	<b>Alcance total</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Existen 8 programas de eficiencia energética en vigor</li> <li>• Hay 8 medidas específicas para los sectores comercial e industrial</li> </ul>
	<b>Sistemas de gestión de energía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proyecto para fomentar la ISO 50001</li> <li>• Existen otras 3 medidas que fomentan la gestión energética en la industria</li> </ul>
	<b>Campañas de formación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planes de formación, capacitación e información en el sector industrial</li> </ul>

En 2006 se instauró el primer Plan de EE en Chile, denominado Programa País de Eficiencia Energética (PPEE). La primera fase del programa concluyó en 2007 y tuvo como principales objetivos crear la máxima concienciación y responsabilidad en todos los sectores, mejorar el conocimiento sobre las oportunidades generadas por la EE, y generar resultados para demostrar los beneficios obtenidos a través de la EE. Las medidas más destacables de la primera fase del programa fueron las siguientes:

- Realización de campañas de sensibilización sobre la EE a todos los sectores
- Desarrollo de estudios de evaluación de los potenciales de ahorro en cada sector de consumo
- Elaboración de estudios de evaluación de las posibilidades técnicas legales e institucionales existentes

<sup>2</sup> Fuente: Elaboración: CREARA.

En 2007, se inició la segunda fase del programa cuyo principal objetivo fue crear una política a largo plazo en EE. Para esto se dedicó un presupuesto de cerca de 40 M USD en 2010 y se llevaron a cabo las siguientes acciones:

- Creación de un plan de acción 2010 – 2020
- Creación de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE)
- Educación, capacitación y entrenamiento para aumentar la EE
- Difusión e información al consumidor
- Asistencia técnica para la industria, comercio y sector público
- Incentivación financiera para el desarrollo del mercado de EE
- Mejora del marco regulatorio legal

El resultado más importante de esta segunda fase fue la creación de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) en 2010, la cual reemplazó al PPEE. La AChEE tiene programas orientados a diferentes sectores prioritarios como resultado de estudios realizados por el PPEE. Dentro de cada sector de aplicación se pueden destacar los siguientes programas o planes de acción:

- Sector Industrial
  - Programas de Promoción de Sistemas de Gestión de Energía ISO 50001 (2011)
    - Una serie de empresas se postulan para que se les asesore en implantar el ISO 50001, de las cuales las más apropiadas son seleccionadas para ello y son asesoradas por otras empresas seleccionadas por la AChEE mediante concurso
  - Programas de Fomento al Desarrollo de Anteproyectos de Eficiencia Energética (2011), que ofrecen cofinanciamiento y asistencia técnica en:
    - Diagnósticos energéticos para la empresa
    - Auditorías energéticas
    - Anteproyectos de inversión en EE
  - Acuerdos Voluntarios de Reducción de Consumo de Energía (2011)
    - Se disponen fondos a concurso para nuevas asociaciones con metas en EE para poder cofinanciar la asistencia técnica y la gestión energética
  - Programa de Integración de Eficiencia Energética en Proyectos de Inversión (2015)

- Se identificaron potencialidades superiores al 23% de reducción de consumo energético en 14 informes realizados por 7 empresas, por lo que se implementó este programa, que permite a la AChEE financiar desarrollos de proyectos de EE a nivel de ingeniería

- Sector de edificaciones

- Programa de Eficiencia Energética en Edificios Públicos (2011), que funciona por postulaciones de los edificios
- En 2012 se lograron ahorrar 1,5 GWh gracias a este programa, estimando el periodo de retorno de la inversión en 3,7 años

- Sector de transporte

- Incorporación de herramientas de gestión en EE en el transporte de carga a nivel nacional, considerando sectores y regiones
- Desarrollo de mecanismos de información que incentiven la compra de vehículos eficientes, donde es relevante una etiqueta vehicular que contenga los consumos de cada nuevo vehículo
- Introducción de incentivos a la adopción voluntaria de las técnicas de conducción eficiente

- Capacitación

- Programa Educativo Integral sobre Eficiencia Energética para establecimientos educacionales, que desde 2011 ofrece educación en EE a nivel escolar para su difusión. Desde entonces se ha implementado esta educación en 581 comunidades educativas
- Programa Expo, desde 2011 organiza una expo anual de 4 días de concienciación y educación ciudadana (logró 9.000 visitantes en 2013)
- Entrenamiento a profesionales en diversas herramientas de medición y verificación de proyectos de EE en 2013 (en este año 108 personas fueron formadas en estas áreas)
- Campaña de Educación Ciudadana “Súmate al Desafío de la Eficiencia Energética” que desde 2013 y mediante talleres y seminarios pretende difundir en la ciudadanía la conciencia de EE (en 2013 24.773 personas participaron en este tipo de actividades)
- Programas de Educación Superior y Eficiencia Energética para financiar proyectos que aborden este tema en las universidades seleccionadas

A lo largo de los próximos años la AChEE mantendrá sus programas en línea con lo anterior, con especial hincapié en:

- Formación tanto interna como externa de la Agencia

- Cogeneración en las industrias
- Desarrollo y pruebas tecnológicas
- Masificación de la educación en EE en colegios
- Aumento de la fuerza de esta materia a nivel universitario

En general la situación de la EE en Chile está empezando a robustecerse, a lo largo de los últimos 5 años las empresas han empezado a interesarse más por este tema, lo cual hizo que el gobierno colocase la EE en su agenda, dejando entrever una posible regulación en la materia a futuro.

En la siguiente tabla se pueden encontrar listadas las medidas de eficiencia energética más relevantes para el sector comercial e industrial.

**TABLA 1: MEDIDAS DE EE EN CHILE**

Sector	Medida	Comienzo	Tecnología objetivo	Uso
Industria	ISO 50001	2011	ISO	Gestión energética
Industria	Formación de capacidades	2013	Varios	Formación
Industria	Medidas y estándares de EE en las etapas previas a la puesta en marcha de nuevos procesos y proyectos	2011	Varios	Varios
Industria	Programa de Fomento al desarrollo de anteproyectos de eficiencia energética	2011	Auditorías	Gestión energética
Industria	Sistemas de gestión de la energía	2011	Gestión energética	Gestión energética
Comercial	Plan de Medición y Verificación	En desarrollo	Gestión energética	Gestión energética
Transporte	Transporte de carga	2011	Carga	Transporte
Transporte	Incentivo a la adopción voluntaria de las técnicas de conducción eficiente	En desarrollo	V.E.	Transporte

## Capítulo 2: Metodología de selección de las medidas más atractivas

### 2.1 Lista larga

Para la realización del estudio se ha partido de una base de datos (herramienta de benchmarking) desarrollada por Creara. Dicha “lista larga” cuenta con datos de 420 programas y medidas de EE existentes en regiones de referencia internacional en EE: Australia (Estado de Victoria), Dinamarca, EE.UU (California y Massachusetts), Francia, Italia y Reino Unido.

De forma no detallada se evaluaron todas las medidas en la lista larga<sup>3</sup> para identificar las medidas más relevantes en los sectores industrial y comercial y de servicios de los países objeto de estudio.

Finalmente, se priorizaron por su relevancia (en función del sector objetivo, principalmente) 79 medidas que conforman la base inicial de medidas para el estudio. La siguiente tabla muestra la lista larga de medidas utilizadas como base en todos los países bajo estudio.

**TABLA 2 - LISTA LARGA DE MEDIDAS EVALUADAS**

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso
1	Instalación de válvula de pulverización del pre-enjuague de agua eficiente	Comercial	Grifo (restaurantes/hoteles)	Hostelería
2	Sustitución de cabina de refrigeración por otra unidad de alta eficiencia	Comercial	Cabina refrigeración	Refrigeración
3	Instalación de boquilla de disparo de bajo flujo eficiente	Comercial	Manguera	Regadío
4	Reemplazo de ventilador en cabinas de refrigeración (p.ej. en supermercados)	Comercial	Ventilador	Refrigeración
5	Instalación de horno de vapor eléctrico	Comercial	Horno	Electrodomésticos
6	Instalación de freidoras comerciales	Comercial	Freidoras	Electrodomésticos
7	Instalación de hornos eléctricos	Comercial	Hornos	Electrodomésticos
8	Instalación de lavavajillas de baja temperatura	Comercial	Lavavajillas	Electrodomésticos

<sup>3</sup> Dicha base de datos era exhaustiva: incluía todas las medidas mencionadas en entrevistas a expertos del sector en los países de estudio.

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso
9	Instalación de máquinas de hielo eficientes	Comercial	Maq. de hielo	Electrodomésticos
10	Instalación de parrillas eléctricas eficientes	Comercial	Parrilla	Electrodomésticos
11	Calentador de agua de almacenamiento	Comercial	Calentador	HVAC
12	Calentador de agua sin tanque	Comercial	Calentador	HVAC
13	Cambio a luminarias CFL	Comercial	CFL interior	Iluminación
14	Instalación de condensador de refrigeración más eficiente	Comercial	Condensador	Refrigeración
15	Instalación de mecanismos de control del ventilador en climatización	Comercial	Control	HVAC
16	Instalación de controles en los procesos de refrigeración	Comercial	Control	Refrigeración
17	Instalación de economizador en climatización	Comercial	Economizador	HVAC
18	Formación en EE en colegios	Comercial	Formación	Formación
19	Instalador de enfriador eficiente de climatización	Comercial	Refrigerador	HVAC
20	Instalación de enfriador de agua eficiente	Comercial	Refrigerador	HVAC
21	Instalación de enfriador de vapor de aire eficiente	Comercial	Refrigerador	HVAC
22	Instalación de enfriador con evaporador para climatización eficiente	Comercial	Refrigerador	HVAC
23	Aislamiento de edificios	Comercial	Revestimiento	Aislamiento
24	Aislamiento de tejado	Comercial	Revestimiento	Aislamiento
25	Aislamiento de tanques de aplicaciones de calor	Comercial	Tanque	Aislamiento
26	Aislamiento de tanques de aplicaciones de frío	Comercial	Tanque	Aislamiento
27	Instalación de torre de refrigeración para climatización	Comercial	Torre de refrigeración	HVAC
28	Aislamiento térmico en edificios	Comercial	Aislamiento	Aislamiento
29	Bomba de calor comercial	Comercial	Bomba	HVAC
30	Caldera de baja temperatura	Comercial	Caldera	HVAC
31	Calderas de condensación	Comercial	Caldera	HVAC
32	Compra masiva de vehículos eléctricos por empresas y la administración pública hasta 2015	Comercial	VE	Transporte
33	Conexión de un edificio terciario a la red de calefacción alimentado	Comercial	RES	HVAC

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso
	por RES			
34	Instalación de sistema de calefacción alimentado de biomasa forestal en el ámbito de los cultivos de invernadero	Comercial	Biomasa agricultura	HVAC
35	Instalación de mecanismos de control de iluminación	Comercial/ Industrial	Control	Iluminación
36	Instalación de controles de la puerta de refrigeración para evitar calentamiento	Comercial/ Industrial	Control	Refrigeración
37	Instalación de cierre en cabinas de refrigeración	Comercial/ Industrial	Control	Refrigeración
38	Instalación de cubiertas de cabinas refrigeradas para por la noche	Comercial/ Industrial	Cubierta de cabinas	Refrigeración
39	Instalación de economizadores de entalpía dual	Comercial/ Industrial	Economizador	HVAC
40	Sistemas de gestión energética	Comercial/ Industrial	Gestión energética	Gestión energética
41	Instalación de máquinas expendedoras eficientes	Comercial/ Industrial	Maq. expendedoras	Hostelería
42	Instalación de iluminación LED en refrigeradores/ congeladores	Comercial/ Industrial	Refrigerador	Iluminación
43	Instalación de sensores de ocupación hotelera	Comercial/ Industrial	Sensor de ocupación	Hostelería
44	Instalación de sistemas de aire acondicionado centrales de alta eficiencia	Comercial/ Industrial	Aire acond.	HVAC
45	Instalación de bomba de proceso eficiente	Comercial/ Industrial	Bomba	HVAC
46	Cambio a luminarias LED	Comercial/ Industrial	LED	Iluminación
47	Instalación de VdF en motores eléctricos	Comercial/ Industrial	Motores eléctricos	Varios
48	Distribución de coches alimentados a gas natural para el transporte de pasajeros	Comercial/ Industrial	Gas natural	Transporte
49	Distribución de coches de GLP para el transporte de pasajeros.	Comercial/ Industrial	GLP	Transporte
50	Difusión de coches con tracción híbrida termo-eléctrica para el transporte privado de pasajeros	Comercial/ Industrial	Híbridos	Transporte
51	Difusión de los coches de propulsión eléctrica para el transporte privado	Comercial/ Industrial	VE	Transporte

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso
52	Implantación de la norma ISO 50001: Sistema de Gestión de la Energía	Industrial	ISO	Gestión energética
53	Instalación de compresores de aire eficientes	Industrial	Compresor de aire	Varios
54	Instalación de filtros de caída de presión	Industrial	Control	Varios
55	Instalación de drenadores de aire de pérdida cero	Industrial	Drenador de aire	Varios
56	Instalación de secadores de aire comprimido	Industrial	Secador aire comprimido	Varios
57	Instalación de termostatos programables	Industrial	Termostatos program.	HVAC
58	Instalación de bombas de proceso en pozos de petróleo	Industrial	Bomba	HVAC
59	Instalación de calderas de proceso eficientes	Industrial	Caldera	HVAC
60	Instalación de compresores de refrigeración más eficientes	Industrial	Compresor de refrigeración	Refrigeración
61	Gestión del flujo de aire en procesos de computing de base de datos	Industrial	Computing	Aguas residuales
62	Instalación de controles en las calderas de proceso	Industrial	Control	HVAC
63	Cambio a luminarias LED de interior	Industrial	LED	Iluminación
64	Instalación de purgadores de vapor de alta presión	Industrial	Purgador de vapor	Varios
65	Reemplazo del quemador de las calderas de proceso	Industrial	Caldera	HVAC
66	Instalación de refrigerador de proceso	Industrial	Refrigerador	Aguas residuales
67	Aislamiento de tuberías	Industrial	Tuberías	Aislamiento
68	Aislamiento de tuberías de aplicaciones de calor	Industrial	Tuberías	Aislamiento
69	Tanque de almacenamiento de agua caliente tipo "Open Buffer"	Industrial	Tanque	HVAC
70	Instalación de enfriadores de aire y agua para aplicaciones industriales	Industrial	Enfriadores	Refrigeración
71	Recuperación o generación de calor para enfriamiento, secamiento, cocción, fusión, etc.	Industrial	Hornos	Varios

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso
72	Operaciones para optimizar la EE de los procesos de producción y distribución de la planta	Industrial	Procesos térmicos industriales	Varios
73	Instalación de UPS estáticos fuente de alimentación de alta eficiencia (UPS)	Industrial	UPS	Equipos ofimáticos
74	Termodinámica de reurbanización de vapor de agua a través de la descompresión mecánica en la concentración de soluciones	Industrial	Varios	Varios
75	Instalación de motores eléctricos con una mayor eficiencia	Industrial	Motores eléctricos	Varios
76	Fondo para autobuses "verdes"	Transporte	Autobús	Transporte
77	Instalación de puntos de recarga para VE	Transporte	Cargador	Transporte
78	Instalación de puntos de recarga para camionetas	Transporte	Furgoneta	Transporte
79	Programa de contratación de vehículos de bajo carbono	Transporte	VE	Transporte

## 2.2 Lista corta

Para identificar las medidas más relevantes para cada país y poder proceder a analizar su potencial impacto económico y energético en el siguiente informe, se empleó una metodología basada en criterios de valoración.

Inicialmente, se identificaron las 79 medidas previamente mencionadas que suponen el punto de partida del análisis. Posteriormente, se aplicaron una serie de filtros para identificar las medidas más relevantes para Chile, y así conformar una lista corta de medidas priorizadas según su relevancia.

Las medidas se han priorizado de acuerdo a los siguientes filtros:

ILUSTRACIÓN 6 - CRITERIOS PARA PRIORIZAR LAS MEDIDAS

	Criterios	Consideraciones
<b>FILTRO 1: Sector/ subsector prioritario</b>	<b>A</b> Consumo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo energético medio del sector/ subsector en el país                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Nº de empresas/ industrias y contribución al PIB</li> <li>Consumo unitario actual (kWh)</li> <li>Evolución esperada del consumo</li> </ul> </li> </ul>
	<b>B</b> Potencial de ahorro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro potencial de energía en dicho subsector                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Políticas de EE implementadas</li> <li>Inversiones realizadas</li> <li>Nivel de optimización presente</li> <li>Precio energético</li> </ul> </li> </ul>
<b>FILTRO 2: Medidas más atractivas</b>	<b>C</b> Ahorro potencial unitario	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro anual que se conseguiría por empresa/ industria al instalar la solución en el país (estimado)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo unitario previo destinado al uso objetivo de la medida específica</li> <li>Consumo unitario posterior destinado al uso objetivo de la medida específica</li> </ul> </li> </ul>
	<b>D</b> Alcance y escalabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nº de empresas potenciales de implementar la medida                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Barreras actuales (p.ej. desinformación de empresas potenciales, aversión al riesgo, precio energético y falta de financiación)</li> <li>Alcance actual y a futuro de la medida</li> </ul> </li> </ul>

Fuente: Análisis de CREARA

Como se puede observar en la Ilustración 8, se han seguido dos filtros de priorización con sus correspondientes criterios relevantes.

### **Filtro 1: Sector/ subsector prioritario**

Inicialmente se lleva a cabo una caracterización del consumo y la EE por sector en el país, para así poder evaluar sobre qué sectores/ subsectores es más urgente implantar medidas de EE.

Posteriormente, partiendo de dichos datos, se priorizan los sectores/ subsectores más relevantes estableciendo prioridades según los siguientes criterios:

- **Alto consumo:** hace referencia al consumo energético medio del sector/ subsector. Ilustra de forma genérica el posible alcance que presenta el sector/ subsector en el país de estudio. Para ello se tienen en cuenta los siguientes factores:
  - Número de empresas/ industrias que pertenecen al sector/ subsector

- Contribución al PIB de la actividad económica
- Consumo unitario de las empresas
- Evolución esperada del consumo a lo largo del tiempo
- **Alto potencial de ahorro:** hace referencia al ahorro potencial de energía en el sector/ subsector. En este caso los factores a tener en cuenta son:
  - Las políticas de EE previamente implementadas en el país de estudio
  - Las inversiones realizadas en el sector/ subsector objetivo
  - El nivel de optimización presente en el sector/ subsector
  - El precio energético (a menor precio, menor atractivo económico)

### ***Filtro 2: Medidas más atractivas dentro del sector***

El segundo filtro tiene por objetivo identificar las medidas más atractivas (por su ahorro y alcance potencial) en los sectores prioritarios del país, siguiendo los siguientes criterios.

- **Ahorro potencial unitario:** hace referencia al ahorro que se obtendría por empresa/ industria, al implementar la medida de EE en el país. Para ello se tienen en cuenta los siguientes factores:
  - Consumo unitario destinado al uso específico que cubre la medida (previo a la implementación de la medida)
  - Consumo respecto al consumo unitario una vez implementada la medida (estimación)
- **Alcance:** hace referencia a la penetración que representa la implementación de la medida, no sólo en el momento actual sino con el paso del tiempo. En este caso los factores que se valoran son los siguientes:
  - Número de empresas/ industrias potenciales de implementar la medida
  - Barreras actuales. Ej. desinformación de las empresas/ industrias, aversión al riesgo, precio energético y falta de financiación
  - Penetración actual y futura de la medida en función de la evolución de las necesidades

### **2.3 Medidas a analizar**

El resultado de la aplicación de los distintos criterios es un listado de potenciales medidas de EE para el país.

Para la selección de las medidas potenciales se lleva a cabo una valoración según los criterios anteriores. Así, se elabora un ranking de hasta 15 medidas por país, que conforma la lista corta de medidas a analizar en cada país; sólo se incluyen en dicha lista corta las medidas más relevantes (i.e. con una valoración alta: de 3 puntos).

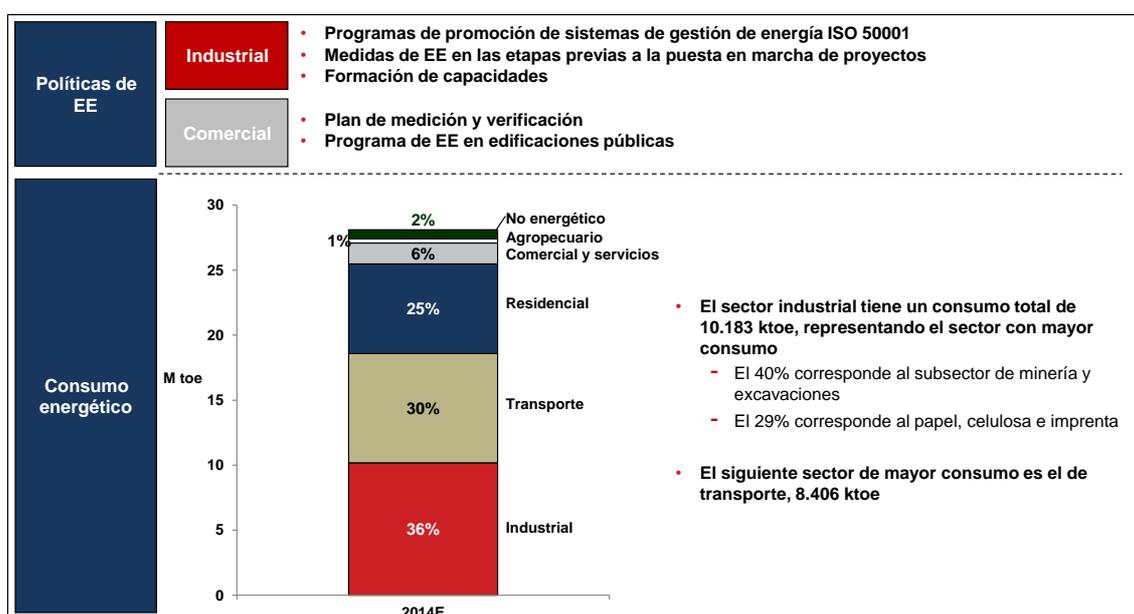
## Capítulo 3. Selección de medidas de EE

La siguiente sección detalla la aplicación de los filtros descritos en la metodología de selección de medidas anterior.

### 3.1 Introducción

A continuación se muestra un resumen del estado de la EE y el consumo energético de Chile.

#### ILUSTRACIÓN 7 - RESUMEN DEL CONSUMO Y LA EE EN CHILE



Fuente: Análisis de CREARA con datos de fuentes primarias y secundarias

### 3.2 Aplicación del filtro 1: Sector/ subsector prioritario

En general, la situación de la EE en Chile está empezando a robustecerse: a lo largo de los últimos 5 años las empresas han empezado a interesarse más por esta materia, lo cual ha hecho que el gobierno coloque la EE en su agenda, dejando entrever una posible regulación.

Como se puede observar en la Ilustración 7, los sectores de mayor consumo en Chile son el de industrial y el de transporte. En el caso del sector industrial, el subsector con mayor potencial de ahorro es el minero, donde ha habido muchos proyectos independientes pero con poca comunicación entre sí, lo cual remarca la importancia en este subsector de una visión común de la EE. La Agencia Chilena (AchEE) ya está centrando gran parte de sus

esfuerzos, por lo que es de esperar que sea solo cuestión de tiempo que este sector se encuentre en un nivel más avanzado de EE<sup>4</sup>.

Por otra parte, lo más importante en el sector comercial será hacer visibles los beneficios que conlleva la EE, para que las empresas de este sector implementen de forma voluntaria medidas para reducir sus consumos.

Las características principales por las que el sector industrial y el comercial representan oportunidades en el campo de la EE, son las siguientes:

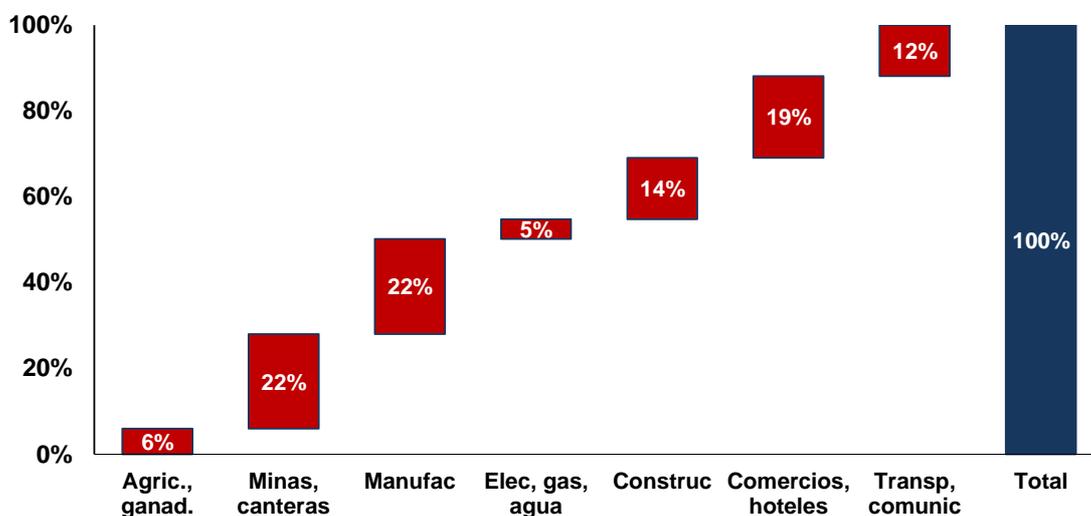
- Sector industrial:
  - Alto consumo energético
  - Gran número de industrias, principalmente mineras
  - Nivel de optimización alto en comparación a otros países, pero con alto potencial de ahorro industrial
- Sector comercial:
  - Pocas inversiones realizadas (políticas de EE escasas)
  - Aumento esperado en el consumo energético

Para poder identificar los subsectores más relevantes, no sólo se toma en cuenta el consumo energético sino también el peso de cada rubro en el PIB. A continuación se muestra la contribución porcentual al PIB de las distintas actividades económicas relevantes para el estudio en el año 2014 en el país.

---

<sup>4</sup> Chile se considera un país muy avanzado en esta materia; muchos países lo toman como referencia e inspiran sus programas en experiencias de este.

### ILUSTRACIÓN 8 - CONTRIBUCIÓN AL PIB DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN CHILE (2014)



Fuente: elaboración propia con datos de la CEPAL

Respecto a los subsectores prioritarios, se concluye que existe potencial de ahorro y escalabilidad (alcance) de la aplicación de medidas de EE especialmente en los siguientes:

- Industria minera, producción de cobre y litio principalmente
- Industria manufacturera
- Hostelería (restaurantes y hoteles principalmente)

La priorización resultante en función de los sectores/ subsectores de importancia en el país, se muestra en la siguiente tabla.

**TABLA 3: MEDIDAS RESULTANTES DE APLICACIÓN DEL FILTRO 1 EN CHILE**

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso	Sector
28	Aislamiento térmico en edificios	Comercial	Aislamiento	Aislamiento	✓
29	Bomba de calor comercial	Comercial	Bomba	HVAC	✓
35	Instalación de mecanismos de control de iluminación	Comercial/ Industrial	Control	Iluminación	✓
36	Instalación de controles de la puerta de refrigeración para evitar calentamiento	Comercial/ Industrial	Control	Refrigeración	✓
37	Instalación de cierre en cabinas de refrigeración	Comercial/ Industrial	Control	Refrigeración	✓
38	Instalación de cubiertas de cabinas refrigeradas para por la noche	Comercial/ Industrial	Cubierta de cabinas	Refrigeración	✓

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso	Sector
39	Instalación de economizadores de entalpía dual	Comercial/ Industrial	Economizador	HVAC	✓
40	Sistemas de gestión energética	Comercial/ Industrial	Gestión energética	Gestión energética	✓
41	Instalación de máquinas expendedoras eficientes	Comercial/ Industrial	Maq. expendedoras	Hostelería	✓
42	Instalación de iluminación LED en refrigeradores/ congeladores	Comercial/ Industrial	Refrigerador	Iluminación	✓
43	Instalación de sensores de ocupación hotelera	Comercial/ Industrial	Sensor de ocupación	Hostelería	✓
44	Instalación de sistemas de aire acondicionado centrales de alta eficiencia	Comercial/ Industrial	Aire acond.	HVAC	✓
45	Instalación de bomba de proceso eficiente	Comercial/ Industrial	Bomba	HVAC	✓
46	Cambio a luminarias LED	Comercial/ Industrial	LED	Iluminación	✓
47	Instalación de VdF en motores eléctricos	Comercial/ Industrial	Motores eléctricos	Varios	✓
52	Implantación de la norma ISO 50001: Sistema de Gestión de la Energía	Industrial	ISO	Gestión energética	✓
53	Instalación de compresores de aire eficientes	Industrial	Compresor de aire	Varios	✓
54	Instalación de filtros de caída de presión	Industrial	Control	Varios	✓
55	Instalación de drenadores de aire de pérdida cero	Industrial	Drenador de aire	Varios	✓
56	Instalación de secadores de aire comprimido	Industrial	Secador aire comprimido	Varios	✓
57	Instalación de termostatos programables	Industrial	Termostato program.	HVAC	✓
58	Instalación de bombas de proceso en pozos de petróleo	Industrial	Bomba	HVAC	✓
59	Instalación de calderas de proceso eficientes	Industrial	Caldera	HVAC	✓
60	Instalación de compresores de refrigeración más eficientes	Industrial	Compresor de refrigeración	Refrigeración	✓
61	Gestión del flujo de aire en procesos de computing de base de datos	Industrial	Computing	Aguas residuales	✓
62	Instalación de controles en las calderas de proceso	Industrial	Control	HVAC	✓
63	Cambio a luminarias LED de interior	Industrial	LED	Iluminación	✓

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso	Sector
64	Instalación de purgadores de vapor de alta presión	Industrial	Purgador de vapor	Varios	✓
65	Reemplazo del quemador de las calderas de proceso	Industrial	Caldera	HVAC	✓
66	Instalación de refrigerador de proceso	Industrial	Refrigerador	Aguas residuales	✓
67	Aislamiento de tuberías	Industrial	Tuberías	Aislamiento	✓
68	Aislamiento de tuberías de aplicaciones de calor	Industrial	Tuberías	Aislamiento	✓
69	Tanque de almacenamiento de agua caliente tipo "Open Buffer"	Industrial	Tanque	HVAC	✓
70	Instalación de enfriadores de aire y agua para aplicaciones industriales	Industrial	Enfriadores	Refrigeración	✓
71	Recuperación o generación de calor para enfriamiento, secamiento, cocción, fusión, etc.	Industrial	Hornos	Varios	✓
72	Operaciones para optimizar la EE de los procesos de producción y distribución de la planta	Industrial	Procesos térmicos industriales	Varios	✓
73	Instalación de UPS estáticos fuente de alimentación de alta eficiencia (UPS)	Industrial	UPS	Equipos ofimáticos	✓
74	Termodinámica de reurbanización de vapor de agua a través de la descompresión mecánica en la concentración de soluciones	Industrial	Varios	Varios	✓
75	Instalación de motores eléctricos con una mayor eficiencia	Industrial	Motores eléctricos	Varios	✓

### 3.3 Aplicación del filtro 2: Medidas más atractivas dentro del sector

Una vez identificadas las medidas de EE que se pueden implementar en los sectores prioritarios, se lleva a cabo la valoración de las medidas más atractivas para cada sector. Para ello, se ha valorado y comparado el atractivo relativo de cada medida. En el caso de Chile, son relevantes los siguientes criterios:

- Chile representa un país relativamente avanzado en materia de EE, por lo que muchas medidas como el cambio de luminarias son medidas que ya han sido implementadas.
- El clima del país es frío en zonas determinadas, por lo que en esas zonas las medidas de climatización y aislamiento que no hayan sido previamente implementadas tendrán un potencial alto de ahorro.
- El tejido empresarial/ industrial que presenta el país, unido al alto poder adquisitivo relativo de las empresas/ industrias del mismo, permitirá que se desarrollen

medidas que requieran inversiones altas en el sector industrial, como la instalación de variadores de frecuencia en los motores que se utilizan para el bombeo en minería.

La priorización resultante de las medidas más atractivas dentro de los sectores/subsectores de importancia en el país, se muestra en la siguiente tabla.

**TABLA 4: MEDIDAS RESULTANTES DE APLICACIÓN DEL FILTRO 2 EN CHILE**

	Nombre de la medida	Sector	Tec. Objetivo	Uso	Ahorro	Alc.	$\Sigma$
28	Aislamiento térmico en edificios	Comercial	Aislamiento	Aislamiento	✓✓	✓	3
29	Bomba de calor comercial	Comercial	Bomba	HVAC	✓✓	✓	3
40	Sistemas de gestión energética	Comercial/ Industrial	Gestión energética	Gestión energética	✓	✓	2
47	Instalación de VdF en motores eléctricos	Comercial/ Industrial	Motores eléctricos	Varios	✓✓	✓	3
52	Implantación de la norma ISO 50001: Sistema de Gestión de la Energía	Industrial	ISO	Gestión energética	✓✓	✓	3
67	Aislamiento de tuberías	Industrial	Tuberías	Aislamiento	✓✓	✓	3
73	Instalación de UPS estáticos fuente de alimentación de alta eficiencia (UPS)	Industrial	UPS	Equipos ofimáticos	✓✓	✓	3

### 3.4 Lista corta de medidas para Chile

Finalmente, se lleva a cabo una valoración de las medidas más atractivas en función de la puntuación obtenida por su potencial de ahorro y alcance. A continuación se muestra la lista corta de medidas para este país después de realizar el ranking pertinente.

**TABLA 5: MEDIDAS POTENCIALES EN CHILE**

	Nombre de la medida	Descripción
28	Aislamiento térmico en edificios	Aislamiento de cubierta por un profesional: aislamiento térmico de las cubiertas del edificio/vivienda con material aislante (p.ej. lana de vidrio)
29	Bomba de calor comercial	Reemplazo de una caldera de gasoil en un edificio del sector terciario por una BC aire/ agua eficiente
47	Instalación de VdF en motores eléctricos	Instalación de un sistema de variación de frecuencia electrónico para un motor asíncrono
52	Implantación de la norma ISO 50001: Sistema de Gestión de la Energía	Obtención de la certificación ISO 50001: Sistemas de gestión de la energía por parte de las industrias
67	Aislamiento de tuberías	Aislamiento térmico que mejore la eficiencia energética de las tuberías, reduciendo las pérdidas de calor y las emisiones de CO2
73	Instalación de UPS estáticos fuente de alimentación de alta eficiencia (UPS)	Instalación de UPS (sistemas de alimentación interrumpida) de alta eficiencia y la sustitución de otros UPS anteriores con menor eficiencia, en ámbito industrial o comercial (telefonía, oficinas, centros de datos, etc.)

## Capítulo 4: Cuantificación del impacto económico, energético y medioambiental de las inversiones

Luego de analizar la situación de la Eficiencia Energética (EE) e identificar las medidas potenciales más atractivas en Chile, el presente capítulo cuantifica el impacto económico, energético y medioambiental de las inversiones propuestas.

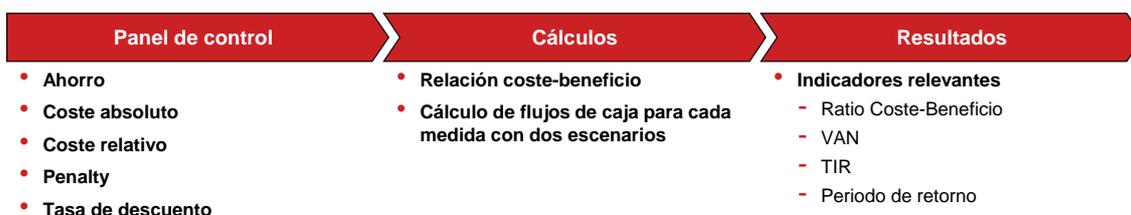
Para evaluar casos concretos, se requiere un análisis en detalle de la situación particular, la cual puede variar respecto a la aquí presentada. Asimismo, es relevante realizar un seguimiento de variables tales como el precio de la energía, ya que se espera varíe a futuro. Este análisis es conservador y asume que, en términos reales, el precio de la energía se mantendrá constante (es decir, sólo crecerá con la inflación).

### 4.1 Metodología de cuantificación de impactos económicos, energéticos y ambientales

La metodología principal del análisis económico estima los ahorros y los costes de la implementación de las medidas analizadas en cada uno de los países con base en los resultados de los proyectos realizados en España y en otros países, datos que fueron adaptados y extrapolados a la realidad de los países latinoamericanos.

Para cada una de las medidas de los países considerados, se propone un análisis económico que incluye análisis coste-beneficio, de rentabilidad y liquidez, siguiendo los pasos mostrados en la siguiente imagen.

#### ILUSTRACIÓN 9 - ESTRUCTURA DEL PROCESO DE ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS MEDIDAS



Asimismo, se indicará la potencialidad total estimada de inversiones financiables, así como los ahorros medioambientales que se pueden conseguir. Con el fin de llevar a cabo el estudio de cada medida hay que tener en cuenta que los ahorros y costes aplicables al análisis dependen del tipo de decisión de cada medida. Dichos tipos de decisión se resumen a continuación:

- **Decisión de ahorro no forzado:** dentro de este grupo se han incluido las decisiones de inversión que, en caso de no efectuarse, no requieren que se invierta en una medida alternativa. Ejemplos de tales decisiones son: implementación de ISO 50001 e instalación de sensores de ocupación hotelera.
- **Nueva instalación o reemplazo forzado:** en este tipo de decisión se incluyen las medidas en las que el usuario debe cambiar obligatoriamente un equipo de consumo. Sus alternativas son un equipo eficiente y otro con menor calificación

energética. Los costes asociados a la inversión corresponderán a la diferencia entre los costes de ambos equipos. Asimismo, los ahorros obtenidos también serán diferenciales.

- **Actualización de equipos:** dentro de esta decisión se han incluido todas aquellas medidas que conllevan la actualización de un equipo menos eficiente que sigue funcionando por otro más eficiente. Los costes derivados de esta medida conllevan el coste total del equipo nuevo más la instalación, mientras que los costes operativos se calcularán mediante la diferencia entre el coste operativo del equipo eficiente menos el coste del equipo antiguo. Los ahorros obtenidos equivalen a la diferencia entre el consumo antiguo y el consumo con el equipo eficiente.

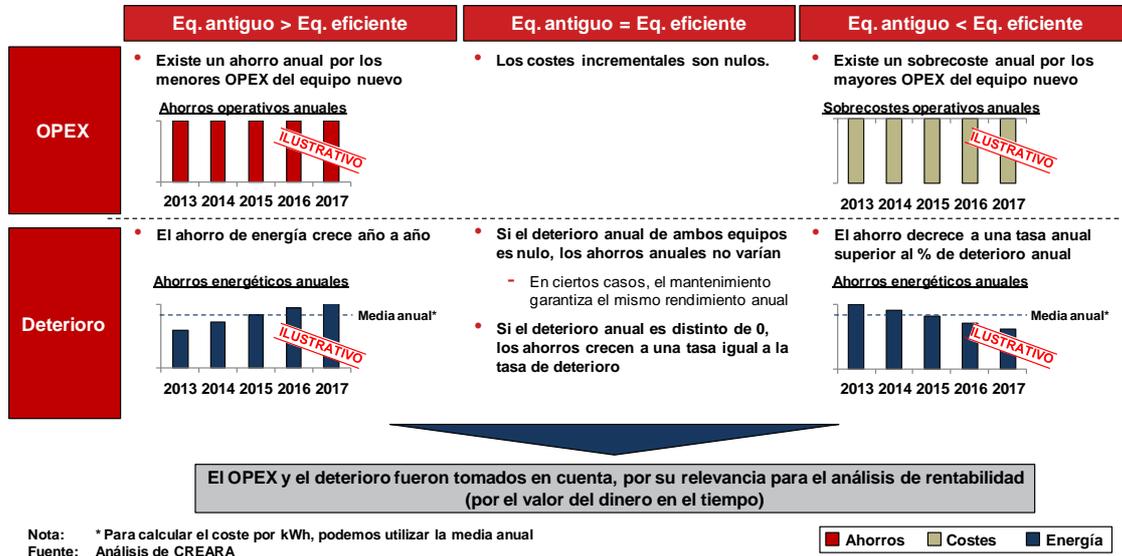
**ILUSTRACIÓN 10 - DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS DE DECISIONES**

	Costes de inversión	Costes operativos	Ahorros aplicables	Medidas analizadas
<b>Decisión de ahorro no forzado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costes totales del programa o medida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costes totales del programa o medida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro energético resultante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejemplo: ISO 50001</li> </ul> <p>2 3 9</p>
<b>EQUIPOS: Nueva instalación o reemplazo "forzado"</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste equipo eficiente - coste equipo alternativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste operativo equipo eficiente - coste equipo alternativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo con equipo alternativo - consumo eficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejemplo: Instalación de motor de ventilador de refrigeración</li> </ul> <p>1 5 7 14</p>
<b>EQUIPOS: Actualización de equipos*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste total del equipo eficiente + costes de instalación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste operativo equipo eficiente - coste equipo antiguo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo con equipo antiguo - consumo eficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejemplos: Actualización de equipos: bomba de calor...</li> </ul> <p>4 6 8 10 11 12 13</p>

Nota: \* De uno menos eficiente que sigue funcionando a otro más eficiente  
 Fuente: Análisis de CREARA

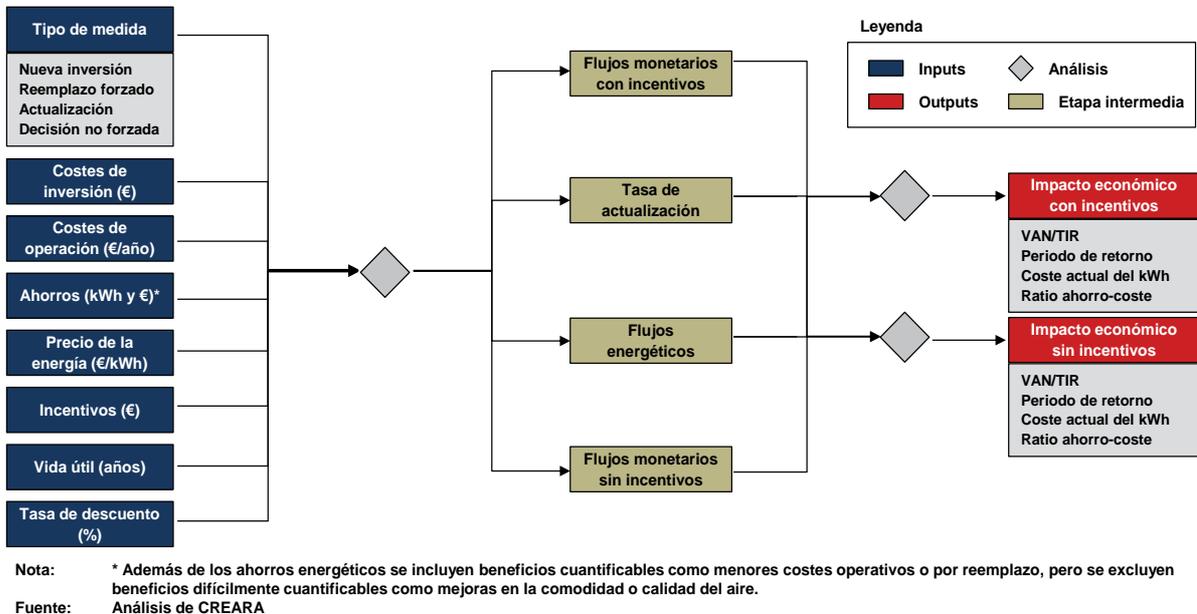
Para analizar la rentabilidad de un reemplazo de equipos se han comparado los costes operativos (OPEX) y el deterioro de los equipos considerados.

**ILUSTRACIÓN 11 - SITUACIONES POSIBLES AL DETERMINAR COSTES OPERATIVOS Y AHORRO ENERGÉTICO**



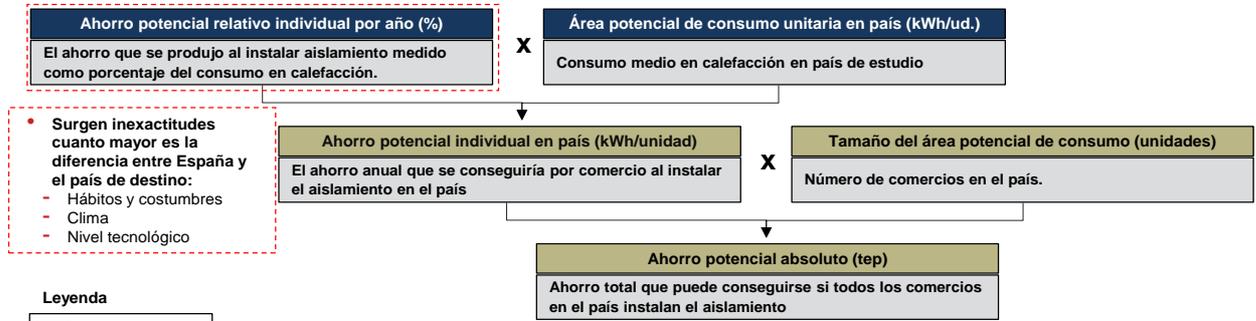
La siguiente imagen es un diagrama mediante el cual se puede apreciar la estructura del modelo que cuantifica el impacto económico de cada una de las medidas desde el punto de vista del consumidor.

**ILUSTRACIÓN 12 - DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO ECONÓMICO**



Con base en el potencial relativo de ahorro de cada medida se estimará el ahorro potencial absoluto de energía en los países de estudio de la siguiente forma (ejemplo para la medida de “aislamiento térmico en comercios”).

**ILUSTRACIÓN 13 - REPRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS SEGUIDO PARA ESTIMAR EL POTENCIAL DE AHORRO DE UNA MEDIDA**

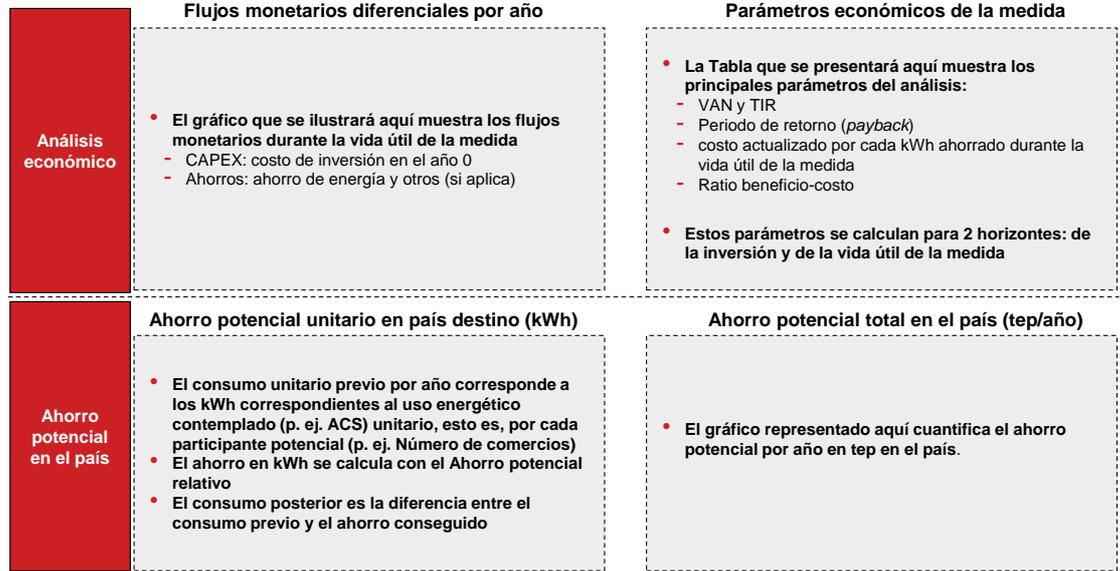


- Leyenda**
- Inputs
  - Etapa intermedia

Fuente: Análisis de CREARA

La representación de los resultados del análisis se realiza conforme a la estructura que se detalla a continuación:

**ILUSTRACIÓN 14 - EJEMPLO PARA ENTENDER LA REPRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS**



Fuente: Análisis de CREARA

**Ajuste del ahorro**

Una vez seleccionadas las medidas para el país (ver Capítulo 3), se considera necesario realizar un ajuste del ahorro potencial (obtenido de situaciones reales en España) para reflejar la realidad en los países analizados. Así, se consideran los diversos criterios que definen el ahorro potencial de cada medida en los países latinoamericanos. Por ello, y con el fin de que la transposición sea lo más rigurosa posible, se ha realizado un ajuste del ahorro en el país de origen en función de tres criterios:

- Hábitos y costumbres de consumo.
- Clima.
- Nivel tecnológico en materia de EE.

Para cada una de las medidas, cada uno de estos criterios llevará asociado un peso específico que afectará al ajuste del ahorro, de manera que, por ejemplo, en una medida relacionada con la formación, a la cultura y disciplina, al ser prácticamente el único de los cuatro aspectos susceptible de modificar el ahorro, le corresponderá un peso específico del 100%.

Para poder cuantificar y comparar cada uno de estos criterios en España frente a los países latinoamericanos, se ha seleccionado una variable representativa de cada uno de ellos, que se describe a continuación:

#### ***Hábitos y costumbres de consumo***

En este punto se considerará como variable comparativa el consumo energético por habitante/año de cada país, así como la educación (concientización) y el precio eléctrico (a mayor precio, mayor incentivo de ahorrar).

#### ***Clima***

Para la comparación de dicho criterio se ha utilizado la media de temperaturas anuales de cada uno de los países de origen. En este sentido, la media de temperaturas de Chile, Brasil y Uruguay, son muy similares a la española.

#### ***Nivel tecnológico en materia de EE***

En este caso se ha comparado el porcentaje del PIB destinado a Innovación y Desarrollo, para determinar el nivel tecnológico en materia de EE de cada uno de los países. En este sentido los países que más invierten en I+D son Brasil, Uruguay, Chile y Chile. Asimismo, se ha tomado en cuenta el avance en materia de EE en cada país (esto fue analizado en el Capítulo I).

En la tabla 6 se muestra la comparativa de cada uno de los criterios en los países de origen frente a España:

**TABLA 6: COMPARATIVA DE CRITERIOS EN ESPAÑA FRENTE LOS PAÍSES DE ESTUDIO**

	ESPAÑA		
	Hábitos y costumbres	Clima	Nivel tecnológico
Argentina	×	=	×
Bolivia	××	✓	××
Brasil	×	✓✓	=
Chile	=	×	×
Colombia	×	✓✓	××
Ecuador	×	✓	×
Panamá	×	✓✓	××
Paraguay	×	✓✓	××
Perú	×	=	××
Uruguay	=	=	=
Venezuela	××	✓✓	××

Valoración de los criterios: ×× Muy Bajo × Bajo = Medio ✓ Alto ✓✓ Muy alto

Como puede observarse, el país más similar a España en cuanto a desarrollo tecnológico, climatología, hábitos y costumbres es Uruguay. Por ello, y teniendo en cuenta que en todos los casos las tecnologías empleadas en España son las mismas que las analizadas en los países destino, se puede concluir que los ahorros experimentados serán similares, en término medio, en Uruguay y en España. Sin embargo, en el resto de los países habrá que determinar si estos criterios afectan o no al ahorro y en el caso de que se sea más de un criterio el que le influya, determinar cuál es el peso de cada uno. A continuación se muestra un ejemplo explicativo, del cálculo del ajuste del ahorro:

**TABLA 7: EJEMPLO DEL CÁLCULO DEL AJUSTE DEL AHORRO**

		Relevancia parcial	Situación en España	Situación en país destino	Ajuste parcial del ahorro
Sociales	1 Hábitos de uso	25%	✓✓	✓✓	=
Geográfico	3 Clima	50%	××	✓✓	✓✓
Tecnología	4 Avance tecnológico	25%	✓	×	×
					<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>Ajuste final del ahorro</b> ✓         </div>

Valoración de los criterios: ×× Muy Bajo × Bajo = Medio ✓ Alto ✓✓ Muy alto

Fuente: Análisis de CREARA

El ajuste final del ahorro mostrado en la Tabla 7, se corresponde con un factor de corrección que se aplicará al ahorro del país de origen según la Tablas 8. Como ejemplo, si la valoración de estos tres criterios supone un ajuste final de ahorro de “positivo” sobre el ahorro obtenido en origen, se aplicará un factor de corrección del 110% al ahorro obtenido en España para ajustar dicha valoración al país de estudio.

**TABLA 8: FACTOR DE CORRECCIÓN DEL AHORRO.**

Grado de diferencia	Factor de corrección
Elevado Positivo (✓✓)	120%
Positivo (✓)	110%
Similar (=)	100%
Negativo (✗)	90%
Elevado Negativo (✗✗)	80%

## 4.2 Análisis de las medidas

### Datos de entrada

A continuación se detallan los datos de entrada del análisis de cada una de las medidas, teniendo en cuenta la situación de Chile.

TABLA 9 - MATRIZ RESUMEN DE LOS DATOS CONSIDERADOS POR MEDIDA EN CHILE (1/2)

		1	2	3	4
		ISO 50001	Bomba de calor	VdF motores	UPS
Periodo de análisis	Año de inversión	2015	2015	2015	2015
	Años de vida útil	15	20	15	7
	Años de vida útil técnica	15	20	20	10
Costos	CAPEX Consumidor energía (USD/ud)	11.074	25.225	18.457	5.660
	costos operativos (OPEX) año 0 (USDud)	3.150	0	923	0
Ahorros	Beneficio en el año 0 (USD/ud.año)	9.165	390	4.250	3.333
	Beneficio en el año 0 (kWh/año)	115.798	3.605	53.694	39.723
	Ahorro potencial relativo de la medida	10%	66%	16%	80%
Otros	Tasa de descuento real	5%	7%	5%	7%
	Tasa de penetración anual	100%	100%	100%	100%

Fuente: Análisis de CREARA

TABLA 10 - MATRIZ RESUMEN DE LOS DATOS CONSIDERADOS POR MEDIDA EN CHILE (2/2)

		5	
		Aislamiento térmico ed.	Aislamiento tuberías
Periodo de análisis	Año de inversión	2015	2015
	Años de vida útil	15	15
	Años de vida útil técnica	50	20
Costos	CAPEX Consumidor energía (USD/ud)	1.230	93.515
	costos operativos (OPEX) año 0 (USDud)	0	0
Ahorros	Beneficio en el año 0 (USD/ud.año)	16	257
	Beneficio en el año 0 (kWh/año)	192	30.582
	Ahorro potencial relativo de la medida	4%	4%
Otros	Tasa de descuento real	7%	5%
	Tasa de penetración anual	100%	100%

Fuente: Análisis de CREARA

**Resultados de las medidas**

A continuación, se presentará el análisis de cada una de ellas.

Medida 1: Implantación de la norma ISO: 50001

**TABLA 11: DESCRIPCIÓN DE MEDIDA 1**

2 Implantación de la norma ISO 50001: Sistema de Gestión de la Energía	
<b>Acción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtención de la certificación ISO 50001: Sistemas de gestión de la energía por parte de las industrias adheridas al esquema de acuerdos voluntarios de reducción de consumos eléctricos en la industria relacionados con procesos industriales intensivos energéticamente y con la calefacción de naves y edificios</li> </ul>
<b>Tipo de decisión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Decisión nueva no forzada</li> </ul>
<b>Vida útil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>15 años</li> </ul>
<b>Tecnología objetivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesos industriales energéticos</li> </ul>
<b>Sector objetivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industrial</li> </ul>
<b>Madurez del mercado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inicial</li> </ul>
<b>Barreras que ataca</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conocimiento y formación</li> </ul>
<b>Ventajas/Desventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de la competitividad de las empresas certificadas</li> <li>No válido para pequeñas empresas</li> </ul>

Fuente: Análisis de CREARA

**Definición.** Obtención de la certificación ISO 50001, que son sistemas de gestión de la energía por parte de las industrias adheridas al esquema de acuerdos voluntarios de reducción de consumos eléctricos en la industria relacionados con procesos industriales intensivos energéticamente y con la calefacción de naves y edificios. Las empresas adheridas al acuerdo voluntario consiguen un descuento en el impuesto de CO<sub>2</sub> existente. La implementación de la ISO 50001 en industrias permite la mejora sistemática de la gestión energética de la organización, consiguiendo una reducción del consumo. Asimismo, un ahorro energético conlleva la disminución de los costes de operación y de las emisiones de GEI asociadas a las fuentes energéticas. Es por ello que cualquier inversión en esta línea tiene un retorno económico inmediato.

**Público Objetivo.** Todas las industrias y/ o PYMEs son potenciales clientes para implementar la ISO 50001.

**Equipo.**

	Chile
<b>Coste (USD)</b>	11.074

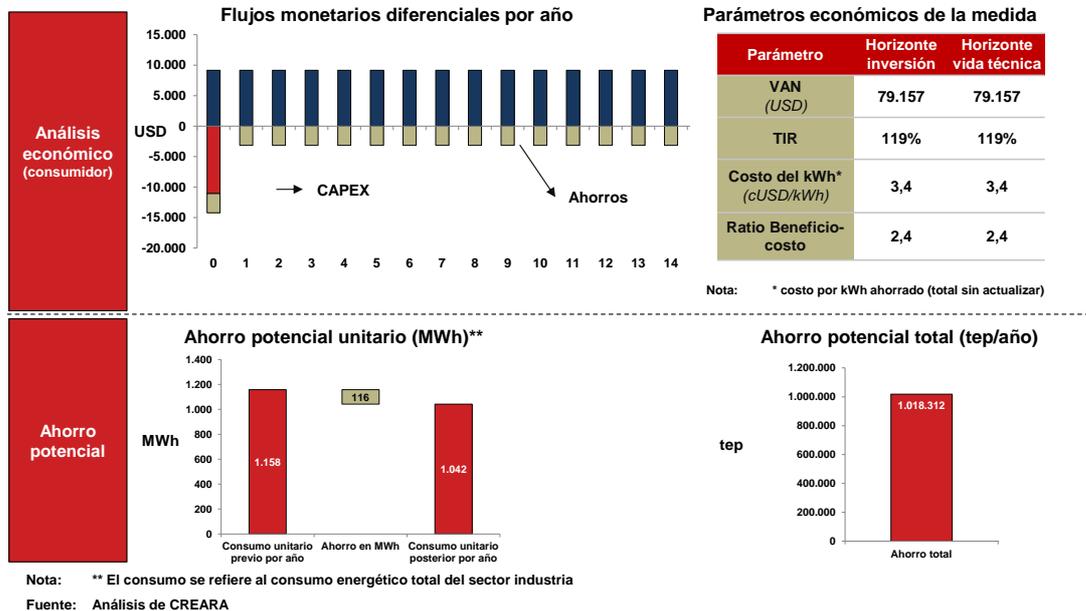
**CAPEX.** El precio es el coste del certificado.

**OPEX.** El coste de operación es de aproximadamente 2.362 USD al año más otros 2.362 USD de la certificación cada 3 años (considerando una vida útil de 15 años).

**Deterioro.** El certificado hay que renovarlo cada 3 años.

**Ahorro.** La implementación de este certificado certifica un ahorro de entre un 2-10% sobre el consumo energético anterior.

Periodo de Retorno Simple. La implementación de esta medida conlleva un PRS de 1 año.



#### ILUSTRACIÓN 15: ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA MEDIDA 1 EN CHILE

A continuación se muestra la inversión total requerida para cubrir el 100% de las necesidades de implementación de esta medida:

$$CAPEX_{unitario} \times \text{público objetivo}^5 = \text{Inversión total}$$

$$11.074 \text{ USD} \times 102.273 = 1.132.590.443 \text{ USD}$$

Adicionalmente al impacto económico es interesante considerar los ahorros medioambientales<sup>6</sup> (gases de efecto invernadero), para ello asumimos un ratio de conversión de 0,5 kg CO<sub>2</sub>/ kWh.

$$\text{Energía ahorrada} \times \text{ratio} \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = \text{kg CO}_2 \text{ ahorrados}$$

$$11.842.967.126 \text{ kWh} \times 0,5 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = 5.921.483 \text{ ton CO}_2 \text{ ahorrados}$$

<sup>5</sup> Fuente: Estimación CREARA

<sup>6</sup> La energía ahorrada se calcula mediante la multiplicación del ahorro potencial unitario y el público objetivo.

**Medida 2: Bomba de calor Comercial**
**TABLA 12: DESCRIPCIÓN DE MEDIDA 2**

8 Bomba de calor comercial	
Acción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reemplazo de una caldera de gasoil en un edificio del sector terciario por una BC aire/ agua eficiente</li> <li>Bomba de calor Daikin Altherma Flex de 33,6 kW</li> </ul>
Tipo de decisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualización de equipos</li> </ul>
Vida útil	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 años</li> </ul>
Tecnología objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bombas de calor</li> </ul>
Sector objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terciario</li> </ul>
Madurez del mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Madura</li> </ul>
Barreras que ataca	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aceptabilidad</li> </ul>
Ventajas/Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesita menos fluido refrigerante</li> <li>Mayor ruido</li> </ul>

**Nota:** La bomba de calor consume electricidad y reemplaza a la caldera de gasoil, el cual consume gasoil.  
**Fuente:** Análisis de CREARA

**Definición.** Instalación de una bomba de calor de aire/agua para un edificio del sector terciario para cubrir las necesidades de climatización.

**Público Objetivo.** Comercios con altos consumos en calefacción.

**Equipo.**

	Chile
Potencia (kW)	40
COP	4
Coste (USD)	25.225

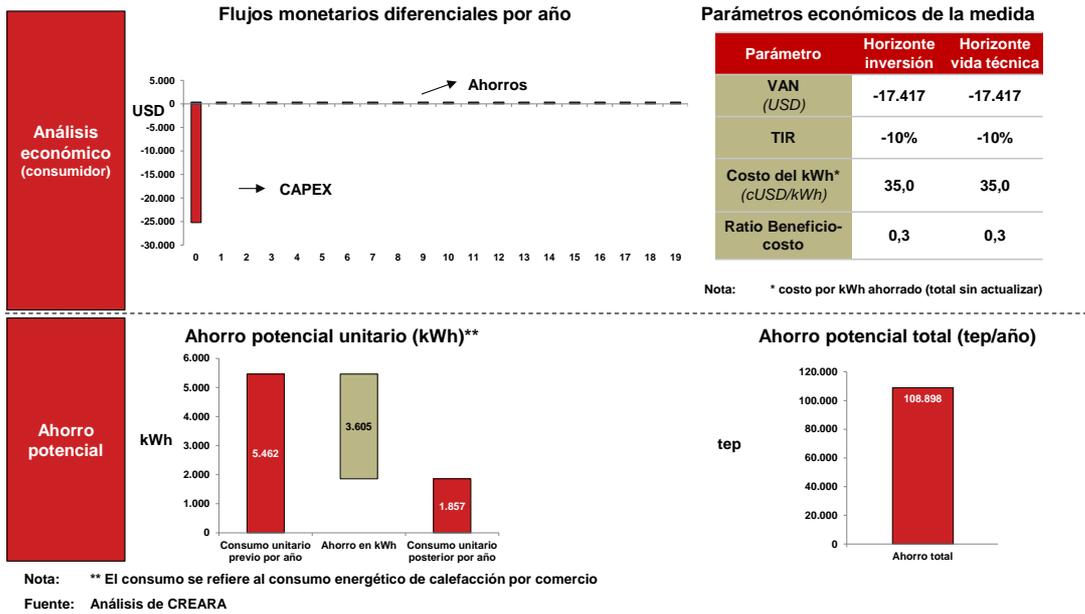
**CAPEX.** Para una bomba de 40kW típica del comercio el precio es de 25.225 USD.

**OPEX.** El mantenimiento de uno y otro equipo son bastante diferentes, sin embargo el coste de mantenimiento anual es sorprendentemente el mismo. El mantenimiento de una bomba de calor consiste en el mantenimiento (limpieza, reparación...) de dispositivos importantes como el compresor y el condensador, sustitución de líquido refrigerante y revisión del circuito eléctrico.

**Deterioro.** Con un buen mantenimiento no hay deterioro.

**Ahorro.** La bomba de calor es un dispositivo que capta la energía del ambiente (por lo que no necesita temperaturas altas para funcionar). Se considera fuente renovable y produce un ahorro en el consumo con respecto a una caldera de gasoil del 60%.

**Periodo de Retorno Simple.** En esta medida, el PRS asciende hasta los 42 años.



### ILUSTRACIÓN 16: ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA MEDIDA 2 EN CHILE

A continuación se muestra la inversión total requerida para cubrir el 100% de las necesidades de implementación de esta medida:

$$CAPEX_{unitario} \times \text{público objetivo}^7 = \text{Inversión total}$$

$$25.225 \text{ USD} \times 351.322 = 8.861.935.713 \text{ USD}$$

Adicionalmente al impacto económico es interesante considerar los ahorros medioambientales<sup>8</sup> (gases de efecto invernadero), para ello asumimos un ratio de conversión de 0,5 kg CO<sub>2</sub>/ kWh.

$$\text{Energía ahorrada} \times \text{ratio} \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = \text{kg CO}_2 \text{ ahorrados}$$

$$1.266.481.867 \text{ kWh} \times 0,5 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = 633.240 \text{ ton CO}_2 \text{ ahorrados}$$

<sup>7</sup> Fuente: Estadísticas Servicio de Impuestos Interno (SII) y Estimación CREARA

<sup>8</sup> La energía ahorrada se calcula mediante la multiplicación del ahorro potencial unitario y el público objetivo.

Medida 3: Sistema de variación electrónico

TABLA 13: DESCRIPCIÓN DE MEDIDA 3

9 Instalación de VdF en motores eléctricos	
Acción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación de un sistema de variación de frecuencia electrónico para un motor asíncrono de potencia entre 0,37kW y 1MW para el sector industrial</li> <li>• Sistema de variación de velocidad para un motor de 200-250 kW</li> </ul>
Tipo de decisión	• Decisión nueva no forzada
Vida útil	• 15 años
Tecnología objetivo	• Motores
Sector objetivo	• Industrial
Madurez del mercado	• Madura
Barreras que ataca	• Disponibilidad
Ventajas/Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución del consumo de los motores eléctricos</li> <li>• Gran variedad en los ahorros dependiendo del uso final del motor</li> </ul>

Fuente: Análisis de CREARA

**Definición.** Es un dispositivo empleado para controlar la velocidad giratoria de la máquina, especialmente en motores. La maquinaria industrial es generalmente accionada por motores eléctricos, a velocidades constantes o variables. Sin embargo los motores eléctricos generalmente trabajan a velocidad constante. Es por eso que para lograr variar la velocidad de los motores es necesario emplear un controlador especial llamado “variador de velocidad”.

**Público Objetivo.** Industrias con necesidad de reducción de su consumo energético global, cuyos motores no incorporen sistemas de variación.

**Equipo.** Estos dispositivos son muy comunes en sistemas de ventilación industrial.

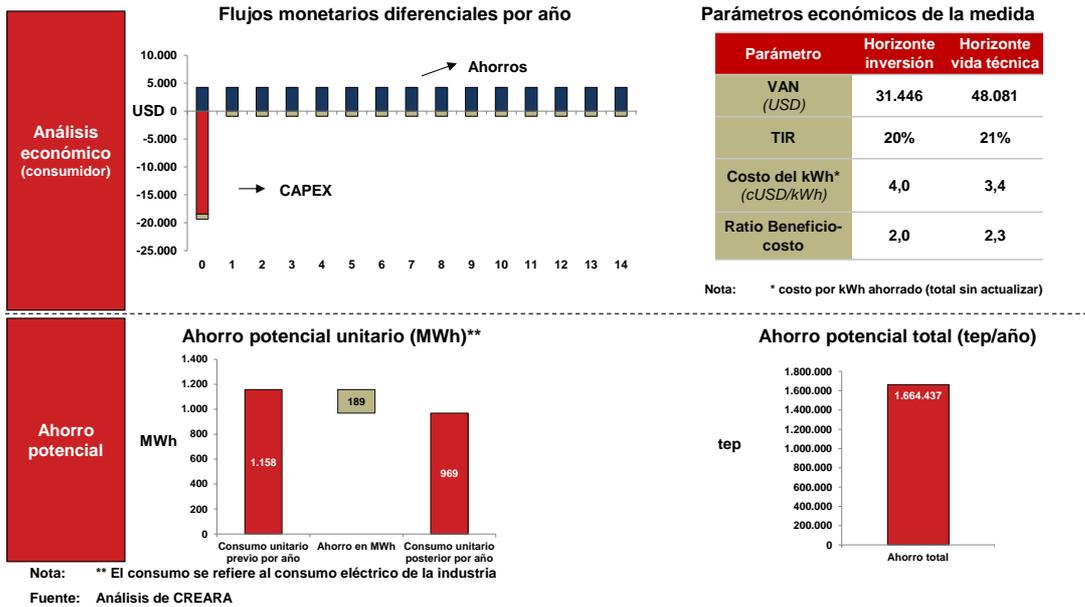
	Chile
Potencia del ventilador (kW)	75
Coste total (USD)	18.457

**CAPEX.** El CAPEX se compone exclusivamente del coste del sistema de variación electrónico. Hay que tener en cuenta que este dispositivo es adicional y por tanto no reemplaza a ningún elemento.

**OPEX.** El mantenimiento anual en estos equipos es aproximadamente el 5% del coste de inversión.

**Ahorro.** El uso de estos dispositivos supone un ahorro de un 20% en el consumo energético de los motores.

**Periodo de Retorno Simple.** El PRS de esta medida es de 5 años.



### ILUSTRACIÓN 17: ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA MEDIDA 3 EN CHILE

A continuación se muestra la inversión total requerida para cubrir el 100% de las necesidades de implementación de esta medida:

$$CAPEX_{unitario} \times \text{público objetivo}^9 = \text{Inversión total}$$

$$18.457 \text{ USD} \times 102.273 = 1.887.650.738 \text{ USD}$$

Adicionalmente al impacto económico es interesante considerar los ahorros medioambientales<sup>10</sup> (gases de efecto invernadero), para ello asumimos un ratio de conversión de 0,5 kg CO<sub>2</sub>/ kWh.

$$\text{Energía ahorrada} \times \text{ratio} \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = \text{kg CO}_2 \text{ ahorrados}$$

$$5.491.398.636 \text{ kWh} \times 0,5 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = 2.745.699 \text{ ton CO}_2 \text{ ahorrados}$$

<sup>9</sup> Fuente: Estimación CREARA

<sup>10</sup> La energía ahorrada se calcula mediante la multiplicación del ahorro potencial unitario y el público objetivo.

Medida 4: UPS estáticos

TABLA 14: DESCRIPCIÓN DE MEDIDA 4

11 Instalación de UPS estáticos, fuente de alimentación de alta eficiencia	
Acción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de UPS (sistemas de alimentación interrumpida) de alta eficiencia y la sustitución de otros UPS anteriores con menor eficiencia, en ámbito industrial o comercial (telefonía, oficinas, centros de datos, etc.)</li> <li>SAs constituidos por un rectificador, un inversor y un grupo de baterías, todo ello con 20 kVA de potencia y una transformación AC/DC</li> </ul>
Tipo de decisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualización de equipos</li> </ul>
Vida útil	<ul style="list-style-type: none"> <li>15 años ámbito industrial y 10 años civil</li> </ul>
Tecnología objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>UPS Estáticos</li> </ul>
Sector objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comercial/ Industrial</li> </ul>
Madurez del mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etapa inicial</li> </ul>
Barreras que ataca	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asequibilidad</li> </ul>
Ventajas/Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>No cuantificable, muy reciente</li> </ul>

Fuente: Análisis de CREA

**Definición.** Instalación de UPS de alta eficiencia y la sustitución de otros UPS anteriores con menor eficiencia, en ámbito industrial o civil (comercial y de servicios). Es un dispositivo que gracias a sus baterías u otros almacenadores de energía puede proporcionar energía eléctrica durante un apagón eléctrico a todos los dispositivos que tenga conectados. Los UPS dan energía eléctrica a dispositivos que tienen la necesidad de estar en todo momento operativos y sin fallos (picos o caídas de tensión). Estos equipos dan una calidad de la energía eléctrica más alta.

**Público Objetivo.** Comercios, principalmente telefónicas y centros de datos, con alto consumo eléctrico.

**Equipo.** Sistema UPS Modular Trifásico de 20kVA, UPS En Línea de Doble Conversión. Tipo de transformación: AC/DC.

	Chile
Potencia (kVA)	20
Coste (USD)	5.660

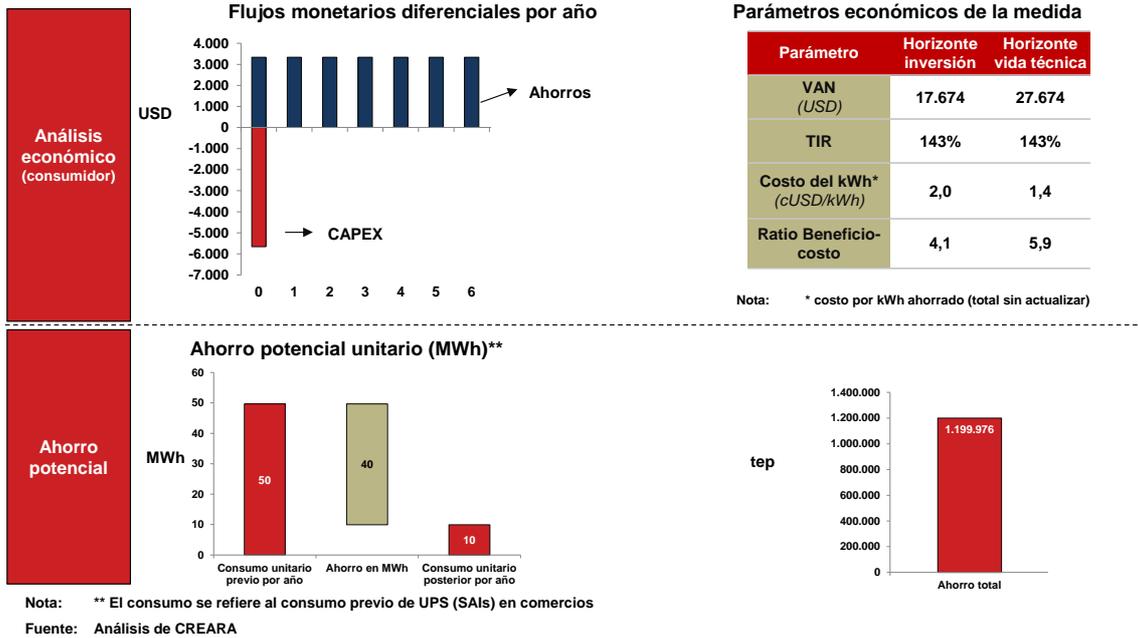
**CAPEX.** El precio es el coste del equipo más la instalación. El equipo está formado por un rectificador, un inversor y un grupo de baterías.

**OPEX.** Los UPS de alta eficiencia y los de baja eficiencia requieren el mismo mantenimiento. Luego coste diferencial es nulo.

**Deterioro.** No hay deterioro.

**Ahorro.** El ahorro energético que se consigue con respecto a un UPS de baja eficiencia es del orden del 60-80%.

**Periodo de Retorno Simple.** El PRS de esta medida es de un año.



### ILUSTRACIÓN 18: ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA MEDIDA 4 EN CHILE

A continuación se muestra la inversión total requerida para cubrir el 100% de las necesidades de implementación de esta medida:

$$CAPEX_{unitario} \times \text{público objetivo}^{11} = \text{Inversión total}$$

$$5.660 \text{ USD} \times 351.322 = 1.988.531.916 \text{ USD}$$

Adicionalmente al impacto económico es interesante considerar los ahorros medioambientales<sup>12</sup> (gases de efecto invernadero), para ello asumimos un ratio de conversión de 0,5 kg CO<sub>2</sub>/ kWh.

$$\text{Energía ahorrada} \times \text{ratio} \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = \text{kg CO}_2 \text{ ahorrados}$$

$$13.955.723.052 \text{ kWh} \times 0,5 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = 6.977.861 \text{ ton CO}_2 \text{ ahorrados}$$

<sup>11</sup> Fuente: Estadísticas Servicio de Impuestos Interno (SII) y Estimación CREARA

<sup>12</sup> La energía ahorrada se calcula mediante la multiplicación del ahorro potencial unitario y el público objetivo.

Medida 5: Aislamiento térmico en edificios

TABLA 15: DESCRIPCIÓN DE MEDIDA 5

12 Aislamiento térmico en edificios	
Acción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aislamiento de cubierta por un profesional: aislamiento térmico de las cubiertas del edificio/vivienda con material aislante (p.ej. lana de vidrio)</li> </ul>
Tipo de decisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualización</li> </ul>
Vida útil	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vida técnica de 42 años pero vida útil de la inversión 15 años</li> </ul>
Tecnología objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revestimiento de edificios</li> </ul>
Sector objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comercial/ Industrial</li> </ul>
Madurez del mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Madura</li> </ul>
Barreras que ataca	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aceptabilidad</li> </ul>
Ventajas/Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medida muy extendida en países Europeos</li> <li>Menos potencial en algunas zonas de LatAm, debido a las temperaturas más cálidas</li> </ul>

Fuente: Análisis de CREARA

**Definición.** Consiste en aislar térmicamente las cubiertas del edificio con material aislante: lana de vidrio.

**Público Objetivo.** Comercios con una necesidad de reducción en su consumo de calefacción.

**Equipo.**

	Chile
Material	Lana de vidrio
Coste total (USD)	1.230

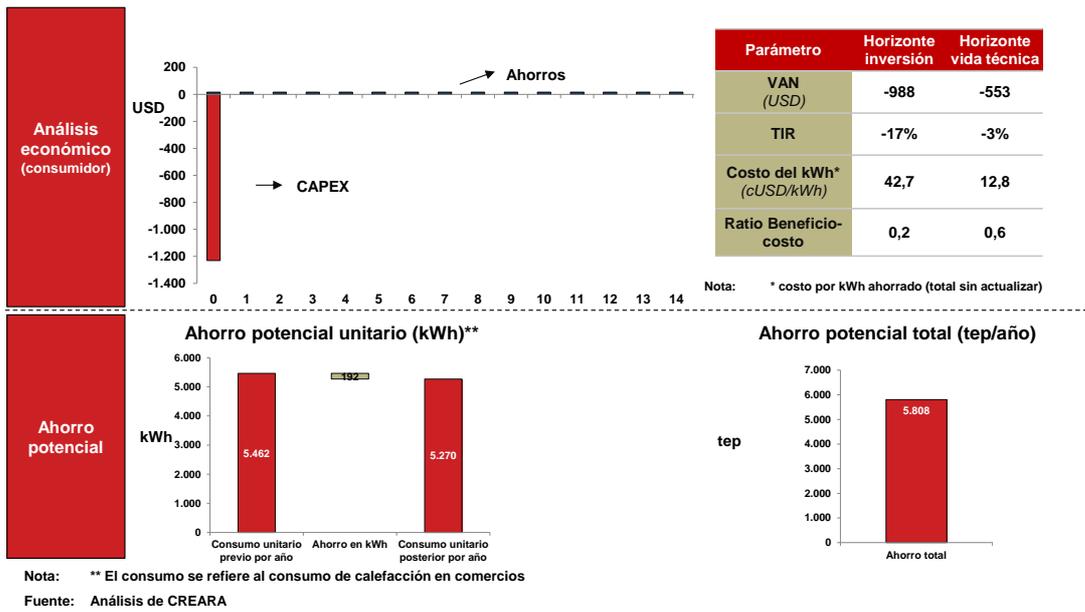
**CAPEX.** Coste de aislar térmicamente 80 m<sup>2</sup> con lana de vidrio. Incluye el material y la mano de obra.

**OPEX.** No es necesario mantenimiento.

**Deterioro.** No hay deterioro.

**Ahorro.** El aislar el edificio con este tipo de aislamiento supone un ahorro de un 4% sobre el consumo de calefacción.

**Periodo de Retorno Simple.** Esta medida presenta un PRS de 42.



### ILUSTRACIÓN 19: ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA MEDIDA 5 EN CHILE

A continuación se muestra la inversión total requerida para cubrir el 100% de las necesidades de implementación de esta medida:

$$CAPEX_{unitario} \times \text{público objetivo}^{13} = \text{Inversión total}$$

$$1.230 \text{ USD} \times 351.322 = 432.289.547 \text{ USD}$$

Adicionalmente al impacto económico es interesante considerar los ahorros medioambientales<sup>14</sup> (gases de efecto invernadero), para ello asumimos un ratio de conversión de 0,5 kg CO<sub>2</sub>/ kWh.

$$\text{Energía ahorrada} \times \text{ratio} \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = \text{kg CO}_2 \text{ ahorrados}$$

$$67.545.700 \text{ kWh} \times 0,5 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = 33.772 \text{ ton CO}_2 \text{ ahorrados}$$

<sup>13</sup> Fuente: Estadísticas Servicio de Impuestos Interno (SII) y Estimación CREARA

<sup>14</sup> La energía ahorrada se calcula mediante la multiplicación del ahorro potencial unitario y el público objetivo.

Medida 6: Aislamiento de tuberías

TABLA 16: DESCRIPCIÓN DE MEDIDA 6

13 Aislamiento de tuberías	
Acción	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aislamiento térmico que mejore la eficiencia energética de las tuberías, reduciendo las pérdidas de calor y las emisiones de CO2</li> </ul>
Tipo de decisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualización</li> </ul>
Vida útil	<ul style="list-style-type: none"> <li>20 años</li> </ul>
Tecnología objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuberías</li> </ul>
Sector objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industrial</li> </ul>
Madurez del mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Madura</li> </ul>
Barreras que ataca	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aceptabilidad</li> </ul>
Ventajas/Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medida muy extendida en países USDopeos</li> <li>Inversión elevada</li> </ul>

Fuente: Análisis de CREA

**Definición.** Consiste en aislar térmicamente tuberías industriales con material aislante: lana de roca.

**Público Objetivo.** Industrias con alto consumo térmico.

**Equipo.**

	Chile
Material	Lana de roca
Espesor	200 mm
Longitud tubería	500 m
Díámetro tubería	6"
Coste (USD)	93.515

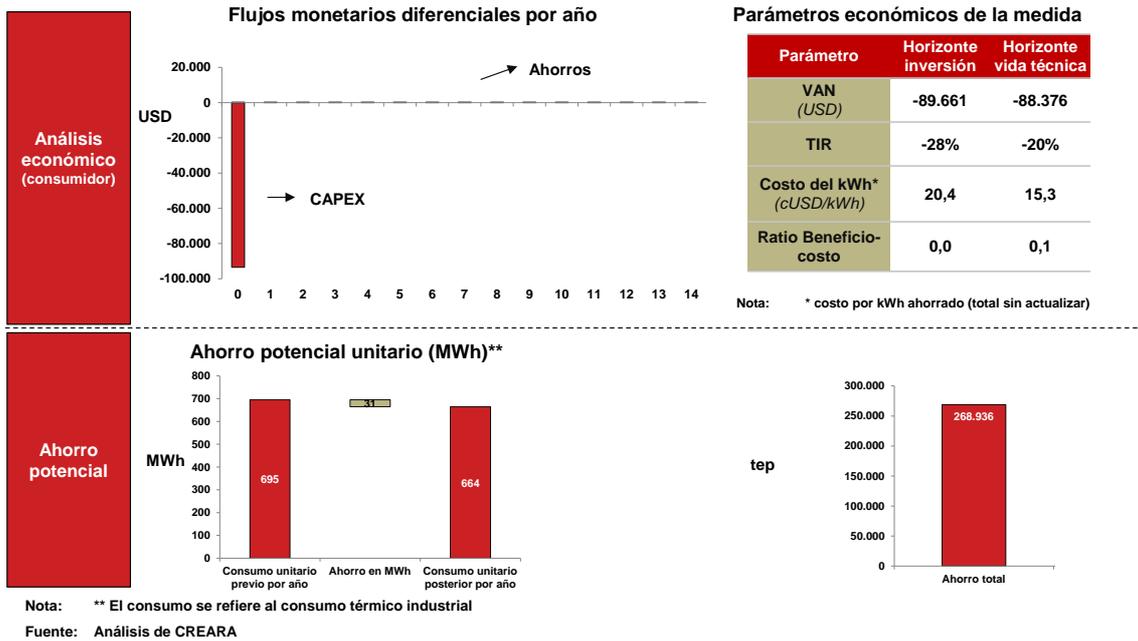
**CAPEX.** Coste de aislar térmicamente una tubería de 50 m de longitud con lana de roca. Incluye el material y la mano de obra.

**OPEX.** No es necesario mantenimiento.

**Deterioro.** No hay deterioro.

**Ahorro.** El aislar la tubería con este tipo de aislamiento supone un ahorro de entre un 2% y un 4% sobre el consumo energético.

**Periodo de Retorno Simple.** Esta medida presenta un PRS de 42 años.



### ILUSTRACIÓN 20: ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA MEDIDA 6 EN CHILE

A continuación se muestra la inversión total requerida para cubrir el 100% de las necesidades de implementación de esta medida:

$$CAPEX_{unitario} \times público\ objetivo^{15} = Inversión\ total$$

$$93.515\ USD \times 102.273 = 9.564.097.073\ USD$$

Adicionalmente al impacto económico es interesante considerar los ahorros medioambientales<sup>16</sup> (gases de efecto invernadero), para ello asumimos un ratio de conversión de 0,5 kg CO<sub>2</sub>/ kWh.

$$Energía\ ahorrada \times ratio \frac{kg\ CO_2}{kWh} = kg\ CO_2\ ahorrados$$

$$3.127.730.048\ kWh \times 0,5 \frac{kg\ CO_2}{kWh} = 1.563.865\ ton\ CO_2\ ahorrados$$

<sup>15</sup> Fuente: Estimación CREARA

<sup>16</sup> La energía ahorrada se calcula mediante la multiplicación del ahorro potencial unitario y el público objetivo.

## Capítulo 5: Factibilidad teórica de las medidas priorizadas

Este capítulo complementa el análisis realizado en los tres capítulos anteriores, para proporcionar una evaluación integral del atractivo y la factibilidad teórica de una serie de medidas de Eficiencia Energética (EE) en Chile.

Luego de cuantificar el impacto económico, energético y medioambiental de las inversiones propuestas de EE, el presente capítulo analiza la factibilidad teórica de cada una de las medidas y resume los capítulos anteriores para poder así proporcionar un contexto a las conclusiones finales.

Para priorizar las medidas en función de su potencial, se han considerado no sólo cuestiones puramente económicas. En este sentido, se han evaluado las barreras de otra naturaleza (legales, sociales, etc.), así como los impulsores de EE en los distintos países.

Los principales criterios que constituyen barreras/ impulsores a la EE así como la valoración cualitativa de su impacto en la región, se resumen en las siguientes tablas:

**TABLA 17: PRINCIPALES BARRERAS A LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE EE**

	Barreras	Impacto en el mercado	Impacto en volumen
<b>LEGALES</b>	1 Normativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>El marco regulatorio no es claro en muchos países</li> <li>Trabas a la importación</li> </ul>	✓✓✓
<b>ECONÓMICAS</b>	2 Costo de implementación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las medidas de EE requieren un coste inicial elevado, poco asumible por algunas empresas</li> </ul>	✓✓✓
	3 Precio de energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>El precio de la energía no refleja los verdaderos costes asociados a los costes de la energía</li> <li>El precio energético es reducido en muchos países</li> </ul>	✓✓✓
	4 Rentabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Algunas medidas presentan rentabilidades poco atractivas (ver barreras 1, 2 y 3)</li> </ul>	✓✓✓
	5 Falta de incentivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No existen incentivos claros para implementar proyectos que mejoren el desempeño energético de las empresas</li> </ul>	✓✓
	<b>CONCIENCIACIÓN</b>	6 Falta de formación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poca formación en nuevas tecnologías</li> <li>Existe aversión al riesgo</li> </ul>
	7 Acomodación de la demanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>No existe suficiente difusión al público general sobre EE</li> </ul>	✓✓
<b>ESTRUCTURALES</b>	8 Naturaleza de los proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>En términos generales, sólo las empresas con cierto volumen de negocio pueden acceder a proyectos de EE</li> </ul>	✓✓
<b>ORGANIZACIONALES</b>	9 Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Afectan sobre todo a aquellas medidas que requieren de un recurso constante de capital o de mano de obra</li> </ul>	✓

Fuente: Análisis de CREARA

Valoración relativa del impacto de barreras: ✓ Poco impacto   ✓✓ Impacto   ✓✓✓ Mucho impacto

**TABLA 18: PRINCIPALES IMPULSORES A LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE EE**

	Impulsores	Impacto en el mercado	Impacto en volumen
LEGALES	1 Normativa mundial	A nivel mundial se desarrolla regulación en EE y se detectan buenas prácticas	✓✓
	2 Ahorros energéticos razonables	Ahorros energéticos, y por lo tanto económicos, razonables en muchos casos	✓✓✓
ECONÓMICAS	3 Precio de la energía	El encarecimiento del precio de la energía hace que, cada vez más, se apueste por llevar a cabo medidas que permitan la reducción del consumo	✓✓
	4 Prima del uso de ciertas tecnologías limpias	Se comienza a primar el uso de ciertas tecnologías limpias, como ocurre con el coche eléctrico	✓
	5 Acceso a subvenciones en materia de EE	La implantación de medidas de eficiencia energética permite en diversos casos el acceso a subvenciones e incentivos en materia de ahorro de energía	✓✓
ESTRATÉGICOS	6 Liderazgo	Posición ventajosa frente a competidores, por mejora de la imagen de la empresa, y cobertura en riesgo	✓
	7 Negocio	La EE permite abrir nuevos modelos de negocio	✓✓
CONCIENCIACIÓN	8 Concienciación ambiental	Crecente concienciación ambiental que influye en un aumento de la implementación de medidas de EE	✓✓
TECNOLÓGICOS	9 Innovación	Modernización del proceso productivo y de las instalaciones de la organización	✓✓

Fuente: Análisis de CREARA

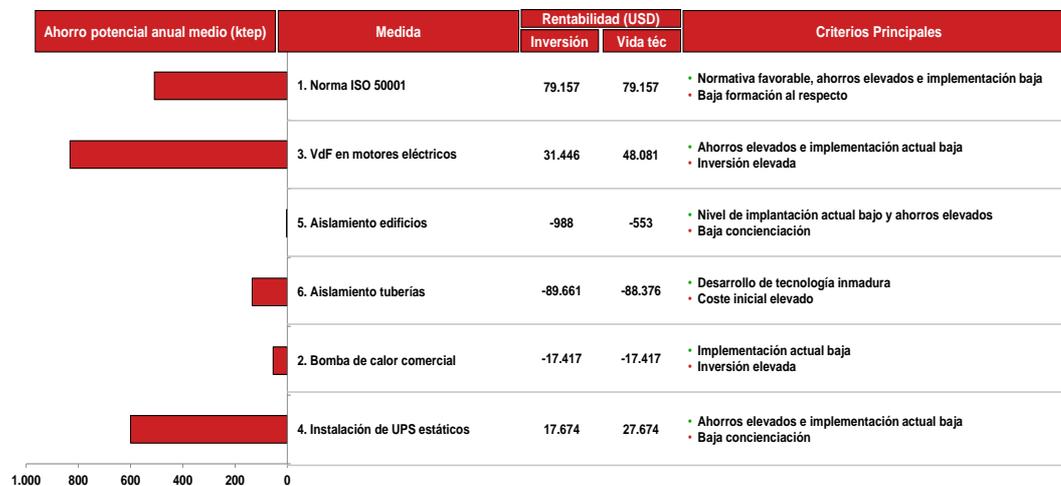
Valoración relativa del impacto de drivers: ✓ Poco impacto ✓✓ Impacto ✓✓✓ Mucho impacto

### 5.1 Barreras a la implementación de las medidas de EE en Chile

Las principales barreras e impulsores presentes en Chile son los siguientes:

- Existencia de Agencia de EE que fomenta la implantación de medidas de EE.
- Escasas políticas de EE en el sector comercial.
- Nivel de optimización alto en comparación a otros países.
- Alto alcance en los sectores comercial e industrial.

La siguiente tabla ordena las medidas potenciales en función de su encaje en el país, priorizando las medidas con menores barreras y, en segundo lugar, con rentabilidades más atractivas. También muestra los principales criterios (ventajas e inconvenientes) de caracterización del encaje.



**ILUSTRACIÓN 21: RANKING DE MEDIDAS SEGÚN ENCAJE EN CHILE**

## Capítulo 6. Conclusiones

Los resultados de los casos de referencia muestran que existen rentabilidades variables principalmente en función de la inversión inicial, los ahorros potenciales, el precio de la energía y la rentabilidad requerida. Es por ello que, en la medida en que estas variables cambien en el futuro, asimismo variará el atractivo de las inversiones analizadas. Por ejemplo, resaltamos los siguientes elementos que mejorarían la rentabilidad:

- Financiación con buenas condiciones
- Evolución creciente del precio de la energía
- Rentabilidad requerida menor a la considerada en este análisis
- Casos concretos con mejor situación de partida (mayor consumo previo, peor situación inicial respecto a la EE, etc.)<sup>17</sup>

Deben considerarse para su implementación en Chile aquellas medidas más rentables y factibles obtenidas del análisis (Norma ISO 50001, VdF en motores eléctricos e Instalación de UPS estáticos), siempre contando con medidas de difícil rentabilización como aislamiento térmico de edificios y tuberías y la instalación de bombas de calor comercial.

En función del horizonte de las medidas, se proponen actuaciones por parte de inversores (beneficiarios) y Gobiernos o Instituciones Multilaterales:

	<b>Acciones a corto plazo</b>		<b>Acciones a largo plazo</b>	
	<b>Corto plazo</b>	<b>Corto/medio plazo</b>	<b>Medio/largo plazo</b>	<b>Largo plazo</b>
<b>Beneficiario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Informarse para invertir</b></li> <li>- Superar barreras financieras y de información</li> <li>- Solicitar presupuestos</li> <li>- Realizar estimaciones de ahorro</li> <li>- Valorar riesgos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Realizar seguimiento</b></li> <li>- Informarse periódicamente de la evolución de variables clave: costo de inversión y precio de la energía</li> <li>- Valorar si es el momento de invertir</li> </ul>	
<b>Gobiernos o Instituciones Multilaterales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Apoyar activamente al inversor y fomentar escalabilidad</b></li> <li>- Difundir beneficios de las medidas al público objetivo</li> <li>- Proporcionar financiación atractiva</li> <li>- Analizar barreras existentes y mitigarlas (p. ej. incertidumbre, aversión al riesgo)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fomentar rentabilidad e impulsar desarrollo</b></li> <li>- Realizar proyectos piloto (para superar la barrera de la inversión inicial elevada en comparación con los ahorros)</li> <li>- Proporcionar financiación atractiva para mejorar la rentabilidad</li> <li>- Proporcionar incentivos (regulatorios, fiscales, etc.)</li> <li>- Mitigar riesgos percibidos (p. ej. regulatorios y financieros)</li> </ul>	

Fuente: Análisis de CREA

Para evaluar casos concretos, se requiere un análisis en detalle de la situación particular, la cual puede variar respecto a la aquí presentada. Asimismo, es relevante realizar un seguimiento de variables tales como el precio de la energía, ya que se espera varíe a futuro. Este análisis es conservador y asume que, en términos reales, el precio de la energía se mantendrá constante (es decir, sólo crecerá con la inflación).

<sup>17</sup> Los casos analizados representan situaciones medias, como referencia.