
METODOLOGÍA DE REDUCCIÓN DE EMISIONES
MEDIANTE RECAMBIO DE CALEFACTORES
AES ANDES S.A. - EMPRESA ELÉCTRICA VENTANAS SPA

Tabla de Contenido

1	INTRODUCCIÓN	3
2	EMISIONES A REDUCIR	4
2.1	Emisiones de gases para aplicar medida.....	4
2.2	Emisiones MP10 de combustión para aplicar medida	5
2.3	Emisiones totales de MP10 a compensar para aplicar medida	5
3	METODOLOGÍA DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES POR COMBUSTIÓN	6
3.1.1	<i>Recambio de Calefactores</i>	<i>6</i>
3.1.2	<i>Criterios a considerar para el recambio de calefactores a leña como medida de compensación de emisiones en el marco del SEIA.</i>	<i>6</i>
3.1.3	<i>Condiciones para los artefactos nuevos a instalar</i>	<i>6</i>
3.1.4	<i>Factores de emisión y nivel de actividad para el cálculo</i>	<i>6</i>
3.1.5	<i>Cálculo de la cantidad de calefactores a leña a reemplazar</i>	<i>12</i>
3.2	Acreditación para el recambio de artefacto nuevo por usado a leña	12
3.3	Cronograma de implementación medida recambio de artefactos	14
4	BIBLIOGRAFIA	15

1 INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Medio Ambiente (MMA) ha desarrollado una serie de procedimientos para la compensación de emisiones que potencien la reducción de contaminantes que tengan un mayor impacto positivo sobre la salud de la población.

Ejemplo de ello, son las siguientes metodologías que han sido desarrolladas:

1. Metodología de compensación con el recambio de calefactores;
2. Metodología de compensación con filtros DPF para fuentes móviles;
3. Metodología de compensación con chatarrización de motores;
4. Metodología de compensación de mejoras tecnológicas para calderas

El presente documento contiene la Metodología de Reducción de Emisiones con “Recambio de Calefactores”, que consiste en el reemplazo de equipos de calefacción a leña por equipos de calefacción eléctricos, los cuales no producen emisiones de MP.

Descripción del mecanismo y justificación

Este mecanismo de compensación consiste en realizar el recambio de calefactores a leña antiguos actualmente existentes dentro de los límites de la zona saturada establecida en el Decreto Supremo N° 10, de 2015, del Ministerio del Medio Ambiente, que declara zona saturada a las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, por calefactores modernos que generen menos emisiones de contaminantes atmosféricos o que no las generen, así es posible retirar emisiones de manera cuantificable y factible.

2 EMISIONES A REDUCIR

Las emisiones a reducir se obtienen de la siguiente tabla:

Tabla 2-1. Emisiones totales:

Unidad Generadora	Toneladas adicionales emitidas (ton)		
	SO ₂	Nox	MP
Nueva Ventanas	96	101	6
Campiche	30	23	1

Fuente: RES.EX N°12 /ROL D-127-2029, de 14 de junio de 2022, de la Superintendencia del Medio Ambiente

Dada la tabla anterior, el titular debe reducir el MP como las emisiones de gases de SO₂ y NO_x.

2.1 Emisiones de gases para aplicar medida

A continuación, se aplica el artículo 42 del Decreto Supremo N° 105, de 2018, del Ministerio del Medio Ambiente, Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las Comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví (PPDA), donde se podrán considerar las emisiones en masa de los siguientes gases precursores emitidos, considerando las conversiones iniciales que se indican en la siguiente Tabla 16 del PPDA:

Tabla 16: Factores de conversión entre material particulado y sus precursores

CONTAMINANTE	EMISIÓN EQUIVALENTE MP _{2,5} (ton/año)
1 ton/año SO ₂	0,029
1 ton/año NO _x	0,035

Tabla 2-2. Cantidad de emisiones a reducir gases

Unidad Generadora	Toneladas adicionales emitidas		MP equivalente SO ₂	MP equivalente Nox	Total MP equivalente
	SO ₂	Nox			
Nueva Ventanas	96	101	2,784	3,535	6,319
Campiche	30	23	0,87	0,805	1,675
Total gases como MP 2,5					7,994

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo indicado en la tabla 2-2, las emisiones de los gases corresponden a 7,994 ton/año de MP2,5 equivalente.

2.2 Emisiones MP10 de combustión para aplicar medida

Como se indica en la tabla 2-1 la emisión de MP10 es de 7 ton para aplicar la medida como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2-3. Emisiones a reducir MP10

Unidad Generadora	Toneladas adicionales emitidas (ton)
	MP
Nueva Ventanas	6
Campiche	1
Total MP	7

Fuente: RES.EX N°12 /ROL D-127-2029, de 14 de junio de 2022, de la Superintendencia del Medio Ambiente

2.3 Emisiones totales de MP10 a compensar para aplicar medida

Luego, tomando los valores presentados en los numerales anteriores, se tiene que la reducción de las emisiones totales de MP10 equivalente para el proyecto, expresadas como emisiones por combustión, a ser considerada para la elaboración del presente PRE, serían las siguientes:

Tabla 2-4. Cantidad de emisiones a compensar

Emisión	Emisiones de MP10 combustión (ton/año)
MP10	7
MP equivalente	7,994
Total emisiones MP	14,994

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, se propone compensar de manera eficaz y permanente un valor de 14,994 toneladas de MP10eq emitidas por fuentes de combustión, mediante la implementación de un programa de compensación de emisiones basado en la medida de recambio de artefactos de calefacción a leña por equipos eléctricos, la cual se describe en el acápite siguiente.

3 METODOLOGÍA DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES POR COMBUSTIÓN

La alternativa considerada en este programa de compensación de emisiones es el “**Recambio de Calefactores**”, que consiste en el reemplazo de equipos de calefacción a leña por equipos de calefacción eléctricos, los cuales no producen emisiones de MP.

3.1.1 Recambio de Calefactores

Descripción del mecanismo y justificación

Este mecanismo de compensación consiste en realizar el recambio de calefactores a leña antiguos actualmente existentes dentro de las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, por calefactores modernos que generen menos emisiones de contaminantes atmosféricos o que no las generen, así es posible retirar emisiones de manera cuantificable y factible.

3.1.2 Criterios a considerar para el recambio de calefactores a leña como medida de compensación de emisiones en el marco del SEIA.

Para asegurar que la reducción de emisiones sea efectiva y permanente, el recambio de artefactos debe considerar al menos las siguientes condiciones:

- Artefactos de recambio que sean eléctricos con eficiencia energética para asegurar que efectivamente el retiro del equipo de leña sea de manera permanente por un equipo costo-efectivo.
- Procedimiento y verificación para la destrucción de los calefactores en uso en las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví.

3.1.3 Condiciones para los artefactos nuevos a instalar

Para que la compensación sea efectiva se debe acreditar que el artefacto nuevo, no emite las emisiones de los artefactos retirados, lo cual se garantiza al considerar el recambio por equipos de calefacción eléctricos.

Los equipos de calefacción eléctricos seleccionados para el recambio corresponden a equipos del tipo Split Muro Inverter.

3.1.4 Factores de emisión y nivel de actividad para el cálculo

Para el desarrollo del cálculo se utilizan dos estudios, uno que da cuenta de los factores de emisión de los calefactores denominado “Propuesta de Medidas para el Uso Eficiente de la Leña en la Región Metropolitana de Santiago”¹, desarrollado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), año 2012; otro estudio denominado “Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera”²,

¹ https://www.gobiernosantiago.cl/wp-content/uploads/2014/12/Informe-Final-estudio-Le%C3%B1a-CDT-2012_con-anexos.pdf

² <https://calefaccionsustentable.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/09/Medicion-del-consumo-nacional-de-leña-y-otros-combustibles-solidos-derivados-de-la-madera.pdf>

realizado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), año 2015, que entrega antecedentes del consumo de leña, modo de uso de los calefactores y otras variables, y un estudio que da cuenta de los factores de emisión de los calefactores denominado “Investigación y Generación de Factores de Emisión de Contaminantes Atmosféricos para Artefactos Residenciales que Combustionan Biomasa de Relevancia Nacional”, proyecto FONDEF D081147, desarrollado por la Universidad Católica de Temuco, año 2014.

Respecto de los factores de emisión el estudio “Investigación y Generación de Factores de Emisión de Contaminantes Atmosféricos para Artefactos Residenciales que Combustionan Biomasa de Relevancia Nacional” entrega los siguientes valores, de acuerdo a la utilización con leña seca, leña semi-húmeda y/o húmeda y una tercera medición llamada “Mala Operación” que es cuando se opera el calefactor con el tiraje cerrado:

	Leña seca	Leña Semi Húmeda y Húmeda	Mala operación
FE_MP10	g / Kg leña	g / Kg leña	g / Kg leña
Cocina a leña	7,5	14,00	33,8
Salamandra	12,7	36,7	-
Combustión lenta S/T	6,2	11,8	45,8
Combustión lenta C/T	5,2	11,0	29,5
Chimenea	10,1	28,5	-
Calefactor a pellet	1,9	-	-
Calefactor certificado	2,5	11,0	11,0
Nva. Tecnología/Catal	2,1	5,5	8,9

Por otra parte, el estudio “Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera”, indica en sus resultados el porcentaje y tipo de calefactores a leña en uso en la región, según la siguiente tabla:

“Tabla 62. Uso de artefacto a leña por región en el sector residencial”

Artefactos	REGIÓN											
	ZN	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	TOTAL
CÁMARA DOBLE	74,9%	43,8%	60,8%	37,0%	56,6%	51,3%	57,6%	44,4%	49,4%	35,8%	48,6%	51,5%
COCINA A LEÑA	10,0%	0,0%	1,4%	11,3%	12,0%	14,7%	18,4%	35,9%	28,6%	38,3%	7,8%	16,6%
SALAMANDRA	2,5%	25,7%	20,6%	26,7%	12,6%	16,6%	10,8%	4,3%	3,0%	1,3%	22,6%	13,5%
CÁMARA SIMPLE	0,0%	19,6%	11,7%	11,1%	8,7%	8,2%	6,4%	10,0%	16,9%	23,7%	21,1%	10,6%
EQUIPO HECHIZO	7,5%	8,8%	4,7%	9,9%	7,1%	6,3%	5,2%	3,4%	1,2%	0,0%	0,0%	5,5%
CHIMENEA	5,0%	2,2%	0,8%	4,1%	3,1%	2,9%	1,7%	1,2%	0,5%	0,6%	0,0%	2,2%
CALDERA A LEÑA	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,4%	0,3%	0,0%	0,1%
TOTAL	42.017	100.835	145.870	165.372	234.279	459.243	292.255	133.164	254.569	38.505	7.694	1.873.804

De las tablas anteriores, se considerará lo siguiente:

1. Para el cálculo de los **factores de emisión**, se considerarán el recambio a realizar en los siguientes calefactores:

Tabla 3-1. Valores de FE

	Leña seca	Leña Semi Húmeda y Húmeda	Mala operación
FE_MP10	g / Kg leña	g / Kg leña	g / Kg leña
Combustión lenta S/T	6,2	11,8	45,8
Combustión lenta C/T	5,2	11,0	29,5
Salamandra	12,7	36,7	33,8

Nota: se utilizará el FE de cocina en Mala Operación para Salamandra, ya que la cámara de fuego de una salamandra es similar a una cocina.

Fuente: "Investigación y Generación de Factores de Emisión de Contaminantes Atmosféricos para Artefactos Residenciales que Combustionan Biomasa de Relevancia Nacional", proyecto FONDEF D081147 Universidad Católica de Temuco, año 2014

2. Para el cálculo de los **consumos**, se considerarán los siguientes porcentajes de calefactores:

Tabla 3-2. Porcentajes

Artefactos	V Región
CÁMARA DOBLE	43,8%
SALAMANDRA	25,7%
CÁMARA SIMPLE	19,6%
EQUIPO HECHIZO	8,8%

Fuente: tabla 62 del estudio "Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera", CDT 2015

A partir de los datos de calefactores de la Tabla 3-2, se tienen los siguientes resultados generales de tipos de calefactores:

- a. Un 43,8% de los calefactores en uso corresponden a calefactores de cámara doble, es decir estos calefactores cuentan con un templador en su cámara que permite mejorar la combustión.
 - b. Un 19,6% de los calefactores en uso corresponden a calefactores de cámara simple, estos calefactores son similares en construcción a los de cámara doble, pero NO cuentan con un templador en su cámara que permite mejorar la combustión
 - c. Un 34,5% de los calefactores en uso corresponden a calefactores del tipo salamandras y hechizos, ya que estos calefactores no cuentan con una cámara que permita mejorar la combustión.
3. Por último, para poder realizar el cálculo con los factores de emisión presentados en la Tabla 3-1, es necesario saber la **humedad de la leña** usada en la V región, para ello se tiene el siguiente antecedente:

Tabla 159: Resumen de la humedad estimada para las regiones, en función al tiempo de secado entre compra y consumo

Región	Humedad Pesimista (%)	Humedad Optimista (%)	Humedad Promedio (%)	Tiempo entre compra y consumo (meses)
I-IV	24,0	20,8	22,4	3,30
V	27,3	23,1	25,2	2,38
VI	24,1	20,9	22,5	2,80
VII	25,1	21,3	23,2	2,45
VIII	27,7	24,0	25,9	2,30
IX	32,6	24,8	28,7	0,88
X	27,4	24,9	26,2	2,63
XI	28,0	24,8	26,4	2,61
XII	28,5	25,3	26,9	1,98
XIII	28,2	23,6	25,9	2,08
XIV	28,3	25,8	27,1	4,14
Promedio	27,9	24,1	26,0	2,52

Fuente: Elaboración propia

Fuente: tabla 159 del estudio "Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera", CDT 2015

De la tabla anterior, existen 2 rangos de humedad 27,3% y 23,1%, al respecto se conoce que la leña debe al menos contener una humedad menor al 25% para considerarse seca, otros antecedentes indican menor al 20%.

Para efectos de cálculos se usará el supuesto de que la mitad de la leña usada en la V región es leña semi-húmeda y la otra mitad es leña seca.

- **Factor de Emisión:** La Tabla 3-1 indica lo siguiente:

	Leña seca	Leña Semi Húmeda y Húmeda	Mala operación
FE_MP10	g / Kg leña	g / Kg leña	g / Kg leña
Combustión lenta S/T	6,2	11,8	45,8
Combustión lenta C/T	5,2	11,0	29,5
Salamandra	12,7	36,7	33,8

Del tipo de calefactores en la V región, la utilización de un solo FE es complejo. Por ello, se propone los siguientes supuestos para obtener un solo factor de emisión promedio:

- Para cada tipo de calefactor utilizar los porcentajes de calefactores del punto 2, letras a, b y c.
- Para establecer el uso de leña seca y semi-húmeda se debe utilizar la misma relación, de acuerdo a lo presentado en el punto 3.

- Para establecer el factor de “Mala Operación” de la tabla 3-1, se considerará que el 20% de las horas de uso del calefactor es con tiraje cerrado. En general se ha encontrado desde un 30% y más del tiempo de uso en esta condición en otras regiones.
- De lo anterior **se utilizará un 40% de uso de leña seca; un 40% de uso de leña semi-húmeda y un 20% de uso en Mala Operación.**

A partir de lo anterior se realizan los siguientes cálculos:

	Leña seca	Leña Semi Húmeda y Húmeda	Mala operación	SUMA TOTAL
FE_MP10	g / Kg leña	g / Kg leña	g / Kg leña	
Combustión lenta C/T	$5,2 \times 0,4 = 2,08$	$11,0 \times 0,4 = 4,40$	$29,5 \times 0,2 = 5,90$	12,38
Combustión lenta S/T	$6,2 \times 0,4 = 2,48$	$11,8 \times 0,4 = 8,72$	$45,8 \times 0,2 = 9,16$	16,36
Salamandra	$12,7 \times 0,4 = 5,08$	$36,7 \times 0,4 = 14,68$	$33,8 \times 0,2 = 26,52$	26,52

De los resultados anteriores, se debe realizar el cálculo del factor de emisión ponderado por el porcentaje total de calefactores, de acuerdo a la Tabla 3-2 y considerando los puntos a, b y c.

	SUMA TOTAL	% calefactores	Factor ponderado g/Kg
Combustión lenta C/T	12,38	43,8	$12,38 \times 0,438 = 5,42244$
Combustión lenta S/T	16,36	19,6	$16,36 \times 0,196 = 3,20656$
Salamandra	26,52	34,5	$26,52 \times 0,345 = 9,14940$
		FE g/Kg	17,7784

Factor de Emisión promedio: 17,7784 g/Kg

- **Nivel de consumo:**

El estudio “Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera”, indica en sus resultados la siguiente tabla:

Tabla 166: Kilos consumidos por equipo y horas de uso utilizados de comparativo para imputaciones y elaborado en base a las encuestas dentro de rango. Fuente: elaboración propia.

Región	Promedio de h/año	Máx. de h/año	Mín. de h/año	Promedio de kg/año	Máx. de kg/año	Mín. de kg/año
I-IV	521	1.455	243	436	724	168
V	1.505	3.637	243	1.190	4.120	298
VI	1.937	3.183	909	1.586	5.700	773
VII	1.664	3.183	243	1.414	2.976	372
VIII	1.801	4.365	152	2.107	5.738	744
IX	2.643	8.366	909	2.913	12.765	1.035
X	4.369	8.729	2.182	5.214	17.955	1.568
XI	5.371	9.336	2.546	7.003	19.600	1.380
XII	7.669	8.729	5.335	11.980	39.000	2.984
R.M	2.008	5.820	727	1.691	4.944	412
XIV	4.020	8.729	1.819	5.404	12.486	1.089

Fuente: tabla 166 del estudio “Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera”, CDT 2015

Para la V Región **se utilizará el consumo promedio de 1.190 kg/año, por equipo.**

- **Cálculo del valor de emisión:**

A continuación, se presenta el valor de emisión por equipo para la V región, de acuerdo a los cálculos anteriores:

Tabla 3-3. Valor de emisión de MP combustión por equipo

Artefacto	Emisión de MP _{combustión} de artefactos a leña [Ton /año]
Calefactor no certificado	Consumo (1.190)x FE (17,7784)/1.000.000 = 0,021156 ton/año

Como referencia se presentan a los valores que se ocupan para la reducción y compensación de emisiones mediante recambio de equipos en la Región Metropolitana, Región de Maule y la Región del Biobío:

Tabla 3-4. Valor de emisión de MP combustión por equipo Región Metropolitana

Artefacto	Emisión de MP _{combustión} de artefactos a leña [Ton /año]
Calefactor no certificado	0,0225

Fuente: a partir de los valores entregados por “Guía de Alternativas de Compensación de Emisiones para Combustión” (diciembre del 2019)

Tabla 3-5. Valor de emisión de MP combustión por equipo Región de Maule

Artefacto	Emisión de MP _{combustión} de artefactos a leña [Ton /año]
Calefactor no certificado	0,0233

Fuente: Programa de compensación de emisiones aprobado por Seremi Medio Ambiente Región de Maule

Tabla 3-6. Valor de emisión de MP combustión por equipo Región de Biobío

Artefacto	Emisión de MP _{combustión} de artefactos a leña [Ton /año]
Calefactor no certificado	0,0277

Fuente: Seremi Medio Ambiente Región de Biobío

3.1.5 Cálculo de la cantidad de calefactores a leña a reemplazar

Considerando el valor a reducir de 14,994 ton/año de MP10 de combustión y el factor de emisión presentado en la tabla 3-3, la cantidad de calefactores a leña a retirar será de:

Tabla 3-7. N° de equipos a leña a retirar por el Proyecto

Valor a compensar MP _{eq} por combustión [ton/año]	Emisión de MP _{eq} anual artefactos a leña 0,021156 [Ton/año]
Anual	Total artefactos a leña a retirar
14,994	709

Fuente: Elaboración propia con factor de recambio

El Titular se compromete a retirar un total de 709 calefactores a leña de doble cámara en total e instalar 709 equipos eléctricos, del tipo Split Muro Inverter, **con la implementación del recambio por parte de la empresa de distribución eléctrica ENEL X.**

3.2 Acreditación para el recambio de artefacto nuevo por usado a leña

Por su parte, ENEL X, quien será contratada por el titular, implementará el recambio en las viviendas beneficiadas por este formato de compensación, de acuerdo al procedimiento de 3 etapas que se expone a continuación, y cuyo mayor detalle en cuanto a las actividades específicas a desarrollar, los medios de verificación a generar y costos asociados, se presenta en Anexo del presente informe.

1. Pre instalación e inscripción de beneficiarios

En base a información referencial, se identificarán las zonas y sectores que serán beneficiados.

En particular, para la selección de las viviendas requeridas, un equipo especializado trabajará con la finalidad de informar y difundir el programa de recambio y cuáles son los criterios para adherirse, haciendo uso de diversos instrumentos de difusión, como, por ejemplo:

- Reuniones previas con alcaldías y autoridades locales, con el objetivo de contar con su apoyo para poder trabajar dentro de la respectiva comuna.
- Promoción durante la participación de eventos municipales.
- Difusión mediante redes sociales de Enel X y de los Municipios.
- Difusión a través de la página web de Enel X, para que los interesados pueden inscribirse y de esa manera programar una visita técnica de factibilidad.

Tras la convocatoria e inducción, se activa el proceso de inscripción de 709 viviendas cuyos habitantes serán beneficiarios del recambio. Se efectuará la visita técnica a preseleccionados para factibilidad en terreno de las viviendas inscritas con el objetivo de asegurar la medida de compensación requerida. En esta visita se

evalúa la factibilidad técnica de instalar los equipos y además se validan con el beneficiario los datos de su postulación, para luego obtener su autorización para la instalación del equipo.

2. Instalación de equipos

Una vez realizada la firma de la autorización de la instalación por parte del beneficiario, se otorga la orden del trabajo de instalación.

Los trabajos son realizados por los equipos de obras eléctricas (cuadrillas) de Enel X. Cada equipo de trabajo lo componen 2 técnicos instaladores y además se considera un Jefe de terreno que tendrá a cargo varias cuadrillas.

Una vez realizada la programación con los beneficiarios y el rotulado de cada calefactor, se procederá inmediatamente con el retiro del calefactor antiguo a leña con todos los elementos que lo componen, y comienza la instalación de los nuevos sistemas de calefacción en base a equipos de aire acondicionado Inverter.

Se capacitará al beneficiario sobre el correcto uso de este nuevo sistema de calefacción y se le hace entrega de un manual de operación del calefactor y su control remoto en idioma español.

3. Post instalación de equipos y chatarrización

Una vez retirados los equipos de calefacción a leña, estos serán llevados al punto de acopio identificado, desde donde se realiza la logística para la chatarrización de los mismos, utilizando un Formulario de Identificación y Seguimiento (FIS) para poder permitir la trazabilidad desde que son retirados de las viviendas de los beneficiarios. Asimismo, se llevará un inventario de los calefactores almacenados que pueden ser auditados posteriormente.

En todo momento Enel X asegurará la trazabilidad y resguardo de los calefactores retirados en cada etapa del proceso hasta su reciclaje.

Se entregará una Garantía sobre el trabajo de instalación la cual tiene una duración de 1 año desde que se ejecuta en su totalidad el proyecto y una Garantía de los equipos por 3 años, siempre que se respeten los estándares de mantenimiento exigidos por la marca.

3.3 Cronograma de implementación medida recambio de artefactos

De acuerdo a la tabla 3-7 Tabla 3-7 del punto anterior, se propone los siguientes plazos de implementación de la medida de compensación:

Tabla 3-8. Calendario aplicación medida de recambio de artefactos a leña

Valor a compensar MP _{combustión} (ton/año)	Total equipos a leña a retirar	Calendario
14,994	709	6 meses

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la tabla Gantt considerada para el proceso de recambio de calefactores.

Tabla 3-9. Carta Gantt aplicación recambio de artefactos a leña

Etapas Proceso:	Mes1	Mes2	Mes3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Etapa de Pre instalación e inscripción de beneficiarios						
Planificación de trabajo: recursos locales y logística						
Convocatoria, difusión y preselección de beneficiarios.						
Visitas técnicas de prefactibilidad.						
Firma de convenio e inscripción de beneficiarios.						
Etapa de instalación de equipos						
Registro de calefactores existentes asociado a cada vivienda e Instalación de nuevos equipos.						
Certificado de instalación y capacitación de beneficiarios del correcto uso del nuevo equipo.						
Certificado de conformidad y aceptación del beneficiario.						
Etapa de Post instalación de equipos y chatarrización						
Certificado de chatarrización del 100% de calefactores.						

4 BIBLIOGRAFIA

- Guía de Alternativas de Compensación de Emisiones para Combustión (diciembre del 2019)
- Investigación y Generación de Factores de Emisión de Contaminantes Atmosféricos para Artefactos Residenciales que Combustionan Biomasa de Relevancia Nacional
- Medición del consumo nacional de leña y otros combustibles sólidos derivados de la madera”, CDT 2015
- Propuesta de Medidas para el Uso Eficiente de la Leña en la Región Metropolitana de Santiago”, desarrollado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT), año 2012

enel x

COTIZACIÓN

Implementación Plan de reducción
de Emisiones Proyecto "AES"

Julio 2022



1 ALCANCE

A continuación se presenta la oferta para cumplir con el programa de reducción de emisiones que será presentado a la SMA para el proyecto “AES”. De acuerdo con este plan, se compensarán emisiones de MP10 equivalente, mediante el recambio de calefactores a leña por sistemas eléctricos de alta eficiencia correspondientes a equipos de aire acondicionado INVERTER.

El recambio consiste en la sustitución de 709 calefactores a leña por equipos de aire acondicionado. ENEL X será responsable de la sustitución en terreno de las estufas a leña por equipos de aire acondicionado.

Se detallan a continuación las etapas asociadas al recambio de calefactores. Estas etapas han sido definidas en base a la experiencia que ENEL ha tenido en la materialización de otros PCE.

2 Descripción de etapas.

Se han definido las siguientes 3 etapas para la implementación del PCE: Pre-Instalación, Instalación y Post-Instalación.

a) PRE INSTALACIÓN

- En base a información referencial, se tiene la Identificación de las zonas y sectores coincidentes con quema de biomasa para calefacción a escala residencial a intervenir.
- Tras la convocatoria e inducción, se activa el proceso de inscripción de 709 viviendas cuyos habitantes serán beneficiarios del recambio.
- Se efectúa la visita técnica a preseleccionados para factibilidad en terreno de las viviendas inscritas con el objetivo de asegurar la medida de compensación requerida por el Proyecto. En esta visita se evalúa la factibilidad técnica de instalar los equipos y además se validan con el cliente los datos de su postulación.

Los factores o variables verificados en terreno son:

- ❖ Comprobación de la situación socio económica de las familias que habitan las viviendas y la tipología de cada casa:
 - i. El recinto para climatizar debe ser una zona cerrada.
 - ii. Disponibilidad de un muro sólido de al menos 80 cm por 27 cm.
 - iii. Distancia entre el lugar donde quiere instalar la unidad interior y un enchufe eléctrico
 - iv. Distancia entre la pared donde desea ubicar la unidad exterior y la pared de la unidad interior
- ❖ Tipo de los calefactores en operación, accesorios y elementos para evacuación de gases de combustión.
- ❖ Condiciones del sistema eléctrico al interior de la vivienda.

- ❖ Revisión de sistema cercano de suministro eléctrico, considerando la conexión y capacidad instalada del empalme a la red en el marco de lo establecido por la regulación eléctrica vigente.
- Tras la identificación del punto de acopio y el diseño de la operación logística para el retiro y chatarrización de los calefactores, se construye el plan general del retiro del calefactor antiguo y la instalación del sistema nuevo dentro la primera semana desde la conclusión del listado final con las 709 viviendas beneficiarias con factibilidad para el Recambio.
- Habilitación de stock de equipos de Aire Acondicionados Inverter, los que se van despachando de acuerdo con la planificación de obras de implementación. Todos los equipos para instalar cuentan con su código QR y el número de serie individual.
- Traslado y almacenamiento de los Aire Acondicionados Inverter a instalar, sus accesorios y el material de reparación u obra eléctrica que sea requerido para la buena ejecución de la instalación.

b) INSTALACIÓN

- Una vez realizada la firma de la autorización de la instalación por parte del beneficiario, se otorga la orden del trabajo de instalación.
- Los trabajos son realizados por los equipos de obras eléctricas (cuadrillas) de Enel X. Cada equipo de trabajo lo componen 2 técnicos instaladores y además se considera un Jefe de terreno que tendrá a cargo varias cuadrillas. Todos los trabajadores tienen jornada laboral de tiempo completo, cumpliendo con la normativa laboral y el código del trabajo vigente en el país. Cada instalador cuenta con una credencial con su debida individualización.
- Se cuenta previamente con un listado de instaladores capacitados dedicados al Proyecto, sin embargo en caso de que existiera algún riesgo de retraso en el cumplimiento del Plan de Trabajo, Enel X incorpora cuadrillas adicionales que permitan la correcta ejecución de la programación realizada.
- Se realiza una capacitación exclusiva a quienes trabajan en este Proyecto que considera el ciclo completo, incluyendo el procedimiento de retiro y chatarrización del calefactor retirado, además de los temas de seguridad del equipo de trabajo, de las personas que habitan cada vivienda y de la propiedad en general.
- Se considera la rotulación de los calefactores a leña retirados para la debida trazabilidad de la operación de chatarrización.
- Una vez realizada la programación con los beneficiarios y el rotulado de cada calefactor, se procede inmediatamente con el retiro del calefactor antiguo a leña con todos los elementos que lo componen, y comienza la instalación de los nuevos sistemas de calefacción en base a equipos de aire acondicionado Inverter. El beneficiario puede solicitar el cambio de posición del nuevo sistema de calefacción, distinto del punto específico donde se encontraba el antiguo sistema, no obstante, el aire acondicionado deberá estar en el mismo espacio físico, que suele ser la zona común de la vivienda (living/comedor).

- Se capacita al beneficiario sobre el correcto uso de este nuevo sistema de calefacción y se le hace entrega de un manual de operación del calefactor y su control remoto en idioma español. Responsabilidad primordial en esta etapa es entregar el nuevo sistema de calefacción en óptimas condiciones para ser usado de forma inmediata sin filtraciones de agua, sin daños en las instalaciones del hogar.
- Se deja registro fotográfico de los nuevos sistemas de calefacción instalados, y se solicita al beneficiario que complete un Certificado de Conformidad y de Aceptación de la instalación del equipo en el que se declare que ha recibido la capacitación por parte de ENEL X. Las conformidades se emiten en triplicado.
- Se consideran para el proyecto costos de Imprevistos y provisiones, detallados más adelante que responden a la complejidad de enfrentar distintas tipologías de viviendas, materiales constructivos diversos – en ocasiones con poca disponibilidad o discontinuados del mercado - así como la necesidad de mano de obra específica.

c) **POST INSTALACIÓN**

- Una vez retirados los equipos de calefacción a leña, estos son llevados al punto de acopio identificado, desde donde se realiza la logística para la chatarrización de los mismos, utilizando un Formulario de Identificación y Seguimiento (FIS) para poder permitir la trazabilidad desde que son retirados de las viviendas de los beneficiarios. Asimismo, se lleva un inventario de los calefactores almacenados que pueden ser auditados posteriormente.
- En todo momento Enel X asegurará la trazabilidad y resguardo de los calefactores retirados en cada etapa del proceso hasta su reciclaje:
 - i. Separando residuos
 - ii. Trasladándolos a la empresa metalúrgica a cargo de la fundición y/o reciclaje (AZA).
 - iii. Eliminando todos los elementos y residuos no reciclables.
- Garantías: Se entrega una Garantía sobre el trabajo de instalación la cual tiene una duración de 1 año desde que se ejecuta en su totalidad el proyecto y una Garantía de equipos de Aire Acondicionado por 3 años, siempre que se respeten los estándares de mantenimiento exigidos por la marca.
- El servicio post venta es responsabilidad de ENEL X. Se atienden reclamos con respecto a: desperfectos de la instalación, fallas en los equipos, mal funcionamiento de los equipos instalados, o cualquier inconveniente producto de la instalación realizada. Nuestros canales de atención han sido instruidos para poder atender correctamente a aquellos clientes que llamen al *Call Center* o escriban mediante RRSS para darles una correcta atención y entregarles información suficiente del proyecto que se está realizando.
- Disponibilidad de repuestos y servicio técnico: Se dispone de repuestos de partes y piezas durante y después del periodo de garantía.

d) Documentos para entregar

- Los datos de los propietarios de cada recambio (dirección, comuna, etc.).
- Georreferenciación de cada vivienda, en formato shp o kmz,
- Registro de numeración de los equipos eléctricos asociados a cada vivienda convertida.
- Registro de artefactos existentes asociados a cada vivienda beneficiada.
- Certificado de instalación de cada equipo instalado.
- Certificado de chatarrización.
- Garantías tanto para los equipos como las instalaciones

3 Costos de implementación.

Se entregan a continuación, en la Tabla 1, los costos asociados al diseño e implementación del Programa de Compensación de Emisiones (PCE).

Tabla 1. Costos de implementación de los recambios:

Costos	UF
<i>Equipo Inverter alta eficiencia 12.000 BTU/h (unitario)</i>	10
<i>Equipo Inverter alta eficiencia 18.000 BTU/h (unitario)</i>	16
<i>Revisión de instalación eléctrica, habilitación eléctrica, garantías para instalación de equipo 12.000 BTU/h (unitario)</i>	4
<i>Revisión de instalación eléctrica, habilitación eléctrica, garantías para instalación de equipo 18.000 BTU/h (unitario)</i>	6
<i>Almacenaje y despacho (10% valor equipo), equipo 12.000 BTU/h (unitario)</i>	1
<i>Almacenaje y despacho (10% valor equipo), equipo 18.000 BTU/h (unitario)</i>	2
<i>Costo del retiro de calefactor, traslado, sellado y garantías (unitario)</i>	11
<i>Costo total vivienda 12.000 BTU/h (unitario)</i>	26
<i>Costo total vivienda 18.000 BTU/h (unitario)</i>	35
Número total de viviendas	709
<i>Total costos variables viviendas 12.000 BTU/h (neto) 40%</i>	7374
<i>Total costos variables viviendas 18.000 BTU/h (neto) 60%</i>	14719
<i>Administración, imprevistos y provisiones correspondiente a coberturas de garantía (1 año instalación y 3 años equipos) o a variaciones en costos de habilitación y rehabilitación de viviendas</i>	2209
<i>Total costos variables, provisiones y administración (neto)</i>	24302
<i>Dcto. 10%</i>	2430
<i>Total con dcto</i>	21872
<i>IVA (19%)</i>	4156
<i>Total IVA Incluido</i>	26027



Tiempo de entrega: 6 meses, una vez que se recibe OC por el 100% del proyecto.

Formas de pago:

- 20% Inicio del Proyecto
- 80% Contra entrega del informe avance.

Valores para la primera parte del proyecto total. ***Oferta válida hasta el 30 de agosto 2022.

Datos OC:

Nombre: Enel X

Razón Social: Enel X Chile SpA

RUT: 76.924.079-9

Dirección: Santa Rosa 76 piso 6

Giro: Venta al por menor de aparatos eléctricos, textiles al por mayor de artículos y otros enseres domésticos n.c.p. venta al por mayor de artículos eléctricos y electrónicos para el hogar. Venta de motocicletas.

Formas de pago:

Transferencia electrónica, Cuenta Corriente; Banco Santander; N°74091130

4 ANEXO I: DETALLE DE COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

A continuación, se enumeran un listado de actividades y consideraciones que no se profundizan en los capítulos anteriores, y que dan aporte a algunos ítems de la tabla de costos de implementación del proyecto. Dichas acciones completan el ciclo del programa de Recambio y son realizadas en base a la experiencia ganada anteriormente.

1. (*) PROCESO DE INSTALACIÓN Y RETIRO DE LOS EQUIPOS

(*) Costo unitario Retiro, traslado, sellado, garantías vivienda y chatarrización de equipo

- **Retiro de la estufa:** Consiste en la desinstalación de la estufa a leña del hogar. Esto incluye el desmontaje de la estufa misma, los ductos y chimenea del sistema.
- **Sellado:** Incluye el sellado de la superficie del techo por donde pasa el cañón de la estufa. El objetivo de esta labor es dejar la vivienda en estado hermético y en condiciones aptas para el uso del nuevo equipo de aire acondicionado.
- **Estándares de seguridad:** los estándares de seguridad que Enel incorpora son exclusivos y exigentes. Cada colaborador debe obtener certificados que acrediten que están capacitados para realizar este tipo de trabajos. Esto supone contar con cuadrillas especializadas y entrenadas para cumplir con todas las normativas exigidas. Entre los requisitos son los siguientes:
 - Exigencia de **trabajadores calificados** para el trabajo a realizar
 - Elementos de **protección personal** en buen estado y con certificación actualizada
 - Exigencia de **equipamiento de seguridad** según estándar ENEL y normativa vigente
 - Capacitaciones de **armado de andamios normados**
 - Capacitaciones técnicas del personal, para **trabajos en altura**
 - Inspecciones de **seguridad en terreno**, realizadas por personal de ENEL
- **Inspección Técnica de Obra:** Realiza visitas técnicas para verificar avances según Carta Gantt del proyecto en ejecución, realiza inspecciones de seguridad, es la contraparte nuestra frente al cliente, con capacidad de resolver problemas técnicos y logísticos en terreno, realizando informes de la visita.
- **Traslado:** Se realiza el traslado de la estufa y ductos desde el domicilio del beneficiario hasta el centro de acopio de las estufas chatarrizadas. Esto considerando cualquier tipo de disposición transitoria de los mismos y dejando el domicilio sin ningún tipo de reutilización posible de la antigua estufa. En el centro de acopio se disponen todas las estufas numeradas y se
- **Chatarrización:** Para realizar esta actividad, se debe contar con personal especializado en chatarra para que limpie la ceniza contenida en las estufas debido a su uso, las desmonte según la composición de sus materiales, y las traslade la empresa encargada del reciclaje de este material. Unido a este proceso se debe considerar la limpieza del sitio de acopio cedido, ya que se genera una gran cantidad de polvo en el momento de separar los componentes. Una vez entregada la chatarra a la empresa de reciclaje, se le hace seguimiento y se recibe un certificado válido para el Ministerio de Medio Ambiente que asegura que las estufas fueron chatarrizadas.



() Imprevistos:**

Se consideran imprevistos a aquellas situaciones en terreno que fueron consideradas en la propuesta inicial y después en terreno son distintas. Como por ejemplo que por motivo de la estructura de la casa haya que hacer algún tipo de extensión de cañerías (que no se cobran como adicionales), extensión de arranque eléctrico e incluso normalización de tableros.

Además, también se considera que la mitad de las viviendas serán de un piso, y la otra mitad de dos pisos. Si en terreno nos encontramos con un número mayor de viviendas de dos pisos, el proceso de sellado y retiro de materiales, como ductos, es más complicado y más largo, lo que se traduce en un uso mayor de materiales y un alargue en el tiempo dedicado a cada vivienda.

Atentamente,

Tamara Fernández P.
Especialista Proyectos Eficiencia Energética



+56 9 39593276

tamara.fernandez@enel.com