

Resumen ejecutivo

El proyecto Heat Roadmap Chile (HRCL) por su nombre en inglés, tiene como propósito proponer una hoja de ruta basada en evidencia para contribuir en el debate sobre el futuro del sector de la calefacción y el rol de este en el sistema energético de Chile. Asimismo, esta hoja de ruta busca aportar a los planes de descontaminación del aire, así como crear los datos, métodos y conocimientos necesarios para desarrollar aún más la planificación a largo plazo para el futuro del sector. Este proyecto es el primero de su tipo para Chile, y se basa en la serie de estudios de Hojas de ruta de calefacción en Europa; conocidos como Heat Roadmap Europe (HRE). Los estudios combinan datos locales (geográficos) con conocimientos sobre ahorro energético y análisis detallados de todos los sectores del sistema energético. El proyecto HRCL identifica y agrega los potenciales locales para todo el país, mediante la creación de un mapa de la demanda de calor en las edificaciones de Chile, y evalúa el potencial de calefacción distrital en todo el país. Estos resultados facilitan el modelado de los sistemas de energía del país en su conjunto, lo que a su vez permite el desarrollo de un escenario para calefacción distrital para Chile en 2050 y una visión de la perspectiva energética chilena en general.

En el sistema energético actual, la demanda de calefacción está cubierta principalmente por tecnologías de calefacción individuales que comúnmente son abastecidos con leña y otras formas de biomasa. Las tecnologías existentes tienden a ser ineficientes y altamente contaminantes, lo que resulta en riesgos para la salud de la población local debido a la mala calidad del aire por las altas concentraciones de partículas y posteriormente provocando un alto gasto público en medidas correctivas [2]. Además de las metas impuestas con respecto a la reducción de emisiones de partículas que salen del sector de calefacción, Chile es signatario del Acuerdo de París, lo que indica el compromiso nacional de contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Al mismo tiempo, se espera que la planificación energética apoye el objetivo general de suministrar energía de forma sostenible a todos en todo el país y que permita equilibrar las necesidades ambientales y económicas de los sectores forestales con las demandas de biomasa en el sistema energético.

Este proyecto simula un futuro rediseño del sistema de calefacción y energía para Chile utilizando solo tecnologías probadas y disponibles actualmente en el mercado internacional. Esto muestra que es posible combinar los enfoques actuales de descontaminación y descarbonización. Lo último, generalmente relacionado con un mejor rendimiento térmico de los edificios y sistemas de suministro individuales más eficientes) con calefacción distrital utilizando calor residual proveniente de diversas fuentes, medidas de eficiencia energética y fuentes de energía renovable.

Mensajes claves de la Hoja de ruta de calefacción distrital para Chile

1

Una captación del 40% del mercado de calefacción con sistemas de calefacción distrital puede ayudar a reducir la contaminación total de partículas del sector de la calefacción en aproximadamente un 99% en comparación con los niveles actuales, y podría representar un ahorro de casi 2,500 MUSD en medidas de salud pública y aproximadamente 2800 vidas salvadas anualmente.

- En la Hoja de ruta de calefacción distrital propuesto para Chile, las emisiones de PM de la calefacción se eliminan casi por completo de las áreas urbanas. Potencialmente, esto podría resultar en un ahorro de casi 2,500 MUSD en medidas de salud pública asignadas actualmente a medidas correctivas, y aproximadamente 2800 vidas salvadas anualmente [2].
- Esta reducción no se debe a una disminución en el consumo general de biomasa, sino a la transición hacia sistemas de combustión centralizados, donde las emisiones se reducen más fácilmente. Por ejemplo, a pesar de que una caldera de biomasa individual altamente eficiente (pellet) solo tiene una emisión de PM de aproximadamente 10 mg / MJ, se espera que una unidad centralizada (en forma de una planta de cogeneración o caldera de calefacción distrital) sea aproximadamente 0,3 mg / MJ.
- Este cambio tecnológico es el principal impulsor de la disminución de las emisiones de PM en este proyecto, ya que el uso de calefacción distrital también permite el uso de estas unidades de combustión centralizadas, mucho más limpias.
- Las emisiones totales de PM_{2.5} y PM₁₀ provenientes de calefacción y electricidad ascienden a solo 1600 toneladas por año en el escenario de la Hoja de ruta de calefacción distrital en 2050.

2

La demanda térmica en el sector de la calefacción puede ser cubierta eficientemente con sistemas de calefacción distrital. Estos pueden abastecer óptimamente alrededor del 40% del mercado de calefacción sin representar costos adicionales en 2050.

- En el escenario propuesto, una cuota de mercado del 40% con calefacción distrital puede considerarse óptima en cuanto a costos, ya que presenta un equilibrio de menor costo socioeconómico para el sistema energético y permite cumplir los objetivos de descontaminación y descarbonización.
- Hasta un 50% de la cuota de calefacción podría ser suministrada por la calefacción distrital, sin que los costos excedan el escenario de referencia (sin calefacción distrital), lo que indica que el 40% elegido en el escenario para Chile es una medida conservadora y la calefacción distrital tiene el potencial de jugar un papel extremadamente importante en el sistema de calefacción y energía en Chile.
- Si bien existen grandes variaciones entre las diferentes regiones, en base a estos resultados, queda claro que Chile debe enfocarse en la implementación de proyectos de calefacción distritales y redes de ciudad a nivel local. Y, a su vez, desarrollar marcos y mercados habilitantes para apoyar la implementación de tecnologías e infraestructuras para distritos de calefacción.

3

Las infraestructuras de calefacción distrital son un requisito previo para poder utilizar múltiples tipos de opciones locales directas renovables y de eficiencia, desplegando así el potencial de descontaminación y eficiencia.

- La diversificación de la matriz energética con diversas fuentes de suministro de calefacción distrital, en lugar de sistemas de calderas de solo calor, resultan en un escenario en el que se simula un sistema de calefacción distrital futuro más complejo, flexible y realista.
- La matriz de suministro es constituida por sistemas de cogeneración altamente eficientes basados predominantemente en biomasa (60%), bombas de calor de gran escala (20%), calor residual de la industria (10%), y el restante, suministrado por una combinación de energías renovables térmicas directas como energía geotérmica y solar térmica, con una pequeña proporción de calderas de biomasa directa.
- Este sistema permite un alto nivel de eficiencia al integrar el calor residual de la industria y la producción de energía que de otro modo se desperdiciaría y la renovabilidad, al desbloquear el potencial para usar la energía térmica y solar.

4

Un rediseño del sistema de calefacción puede generar grandes reducciones en el suministro de energía primaria, lo que hace que el sistema sea más seguro y eficiente.

- La calefacción distrital en este proyecto facilita el uso eficiente de energía a través de la integración del exceso de calor de la industria, el uso del exceso de calor de la producción de energía en la cogeneración y el uso mejorado de los recursos de energía renovable.
- En general, esto conduce a una reducción del 13% de la energía primaria en comparación con el escenario de referencia, y una gran reducción en el consumo de carbón y gas natural. Esto contribuye a que el escenario HRCL tenga – comparado con escenarios de energía alternativa - el nivel más bajo de emisiones de CO₂ para todo el sistema energético, y en promedio una contribución 20% menor de emisiones de CO₂.
- Esta reducción en los combustibles fósiles reduce en gran medida la necesidad de importar gas natural, fortaleciendo la posición chilena con respecto a las fluctuaciones internacionales de los precios de combustible y las consideraciones geopolíticas.

5

Los costos socioeconómicos del sistema energético no aumentarán y pueden reducirse mediante la implementación de calefacción distrital.

- El escenario propuesto en esta Hoja de Ruta de calefacción distrital para Chile no difiere radicalmente en los costos socioeconómicos totales en comparación con el escenario de referencia (combinado) utilizado en la Planificación Estratégica de Largo Plazo (*Energía 2050: Política Energética de Chile, Ministerio de Energía*) [1]. Considerando únicamente la calefacción

y la electricidad, es posible alcanzar una ligera disminución en los costos socioeconómicos anualizados.

- Esta potencial ventaja proviene principalmente de la sustitución de los combustibles (fósiles) hacia inversiones en recursos e infraestructuras locales, con el potencial de impulsar aún más las habilidades y economías locales, y también podría representar el cambio desde costos variables hacia los costos de inversión a largo plazo.
- En términos de aumentar y reducir los mercados, los cambios más importantes en las inversiones necesarias son principalmente en tecnologías relacionadas con calefacción distrital (en particular, intercambiadores de calor y tecnologías de suministro de calefacción distrital) y capacidad eólica en tierra, con una necesidad comparativamente menor de grandes inversiones en centrales eléctricas si se implementa el escenario provisto.
- Sin embargo, a pesar de que los costos totales son más bajos, la implementación de calefacción distrital representa un cambio radical en la organización actual del sector de calefacción (y electricidad), por lo que es probable que implícitamente se requiera una redistribución (interna) de costos y beneficios alineados a proporcionar una solución igual o de bajo costo para todas las partes interesadas.

6

El sector de la calefacción puede desempeñar un papel importante al integrar las crecientes cuotas de energía renovable variable y mejorar la flexibilidad de la matriz energética.

- La Hoja de ruta de calefacción distrital para Chile tiene como objetivo utilizar las sinergias entre los sectores energéticos utilizando un enfoque integrado. Esto toma forma principalmente mediante bombas de calor, cogeneración, recuperación de calor industrial y almacenamientos térmicos.
- El uso de capacidad de cogeneración flexible y despachable, junto con electricidad renovable en el sector de calefacción, puede ayudar a equilibrar la red eléctrica cuando se introducen altos niveles de energía renovable variable. Permitiendo así, alrededor de tres veces más integración de energía eólica reduciendo radicalmente la necesidad de grandes plantas de energía.
- El enfoque del escenario propuesto se alinea con el potencial desarrollo adicional de un Sistema de Energía Inteligente (Smart Energy Systems) que a largo plazo apoye y permita una transición completa a energía 100% renovable.

7

Los beneficios de la calefacción distrital con respecto a la descontaminación, descarbonización y flexibilidad son más obvios cuando la infraestructura se implementa a escala, y los proyectos de demostración junto con los procesos de planificación apuntan hacia el desarrollo de una ciudad cálida y limpia.

- Los beneficios de la calefacción distrital en términos de sustitución de la combustión ineficiente de biomasa, son más claros cuando se adoptan con un enfoque de ciudad. El impacto

ambiental de proyectos piloto es difuso si se implementa en tan solo algunos edificios repartidos por toda la ciudad.

- Un método para pasar de proyectos piloto a ciudades pioneras (Lighthouse city) puede ser mediante el desarrollo de concursos en donde ciudades disputen por una "ciudad limpia y cálida". El uso de esta competitividad a nivel ciudad sirve para demostración y motivación de un caso para otras ciudades, así como para servir como un campo de pruebas para soluciones tecnológicas en un contexto chileno. La competencia además desarrolla y activa la participación de los interesados y las innovaciones en el proceso de planificación.
- Para las otras ciudades, la ciudad pionera puede ser ventajosa tanto en términos de colaboración con el sector privado para probar y mostrar soluciones, como también para otras regiones y ciudades que buscan aprender de las capacidades y experiencias generadas. Generando y eventualmente exportando, conocimiento y empleo basado en experiencia.

8

Los datos, las herramientas, los modelos y las metodologías específicas para calefacción y energía son parte importante de la planificación y el despliegue de sistemas de calefacción de distrito y sistemas de energía descarbonizados más limpios.

- La metodología de la Hoja de ruta de calefacción distrital para Chile tiene como objetivo reconocer la naturaleza inherentemente local de la calefacción (y en particular la calefacción distrital), pero con el entendimiento de que el diseño y desarrollo del sistema de calefacción debe estar alineado con y en apoyo de alcanzar los objetivos estratégicos del sistema energético. Esto requiere de datos, herramientas y modelos, geográficos y horarios del sistema energético.
- Dado que la calefacción es de alguna manera muy local, los datos pueden ser escasos, descentralizados o difíciles de recopilar. En estos casos, los conjuntos de datos nacionales pueden ser muy útiles para apoyar el desarrollo de soluciones locales, ya sea proporcionando datos y metodologías directamente, o permitiendo puntos de referencia que puedan facilitar los procesos en las fases anteriores de planificación energética y desarrollo de proyectos.
- Además, la estandarización de datos y herramientas puede permitir una aplicación más generalizada y resultados de decisión más seguros y confiables, y puede ayudar a prevenir la necesidad del desarrollo repetitivo de nuevas soluciones, facilitando el despliegue más rápido de la energía distrital.