



CONFERENCIA INTERNACIONAL ENERGÍA DISTRITAL LAC 2025



Dr. Clara Camarasa

Septiembre 2025

**Mapeo y Planificación Avanzada de
Sistemas
de Energía Distrital**



¿Quién les habla hoy?



Dr Clara Camarasa

Resumen Profesional

Clara Camarasa es Asesora Principal (Senior Advisor) en el Centro de Copenhague sobre el Cambio Climático del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP CCC), donde trabaja en energía, finanzas sostenibles y política climática. Con más de diez años de experiencia internacional, ha brindado asesoría técnica y estratégica para acelerar la transición energética y el desarrollo sostenible, con un enfoque particular en eficiencia energética en edificios y en el desarrollo de sistemas de energía distrital.

Antes de unirse a UNEP CCC, fue Analista de Políticas en la Agencia Internacional de la Energía (AIE), enfocándose en eficiencia energética en edificios y equipos. Ha participado como ponente en conferencias internacionales y su trabajo ha sido citado en medios como *Le Monde*, *The Guardian* y *NBC*.

Clara es doctora en Ingeniería Civil y Ambiental por la Universidad Tecnológica de Chalmers y profesora invitada en la Universidad de Harvard.

Objetivo y Resultados de Aprendizaje



Objetivo

Analizar cómo el mapeo energético y la planificación urbana permiten identificar, priorizar e implementar sistemas de energía distrital sostenibles en entornos urbanos.

Resultados de Aprendizaje

Al finalizar esta sesión, las y los participantes podrán:

- Describir el **propósito del mapeo energético en la planificación de redes térmicas**.
- Identificar **fuentes de datos y herramientas analíticas aplicables** al contexto chileno.
- Reconocer las **condiciones urbanas e institucionales** necesarias para **habilitar proyectos distritales**.
- **Evaluar zonas potenciales** en su ciudad o territorio para futuras redes térmicas.
- **Discutir estrategias de gobernanza y planificación** adaptadas al marco normativo chileno.

Estructura de la Sesión

Sección	Duración	Contenido
1. Introducción al mapeo y planificación energética distrital	~10 min	<i>Conceptos clave, alcance, por qué es relevante</i>
2. Datos, herramientas y metodologías	~10 min	<i>Fuentes, GIS, análisis de hotspots, cargas ancla, buffers</i>
3. Integración con planificación urbana, regulación y clima	~10 min	<i>PRC, PAC, instrumentos normativos, gobernanza</i>
4. Casos de estudio y lecciones aprendidas	~10 min	<i>Chile, LATAM, Europa; qué funcionó y qué no</i>
Sesión interactiva (integrado) / Q&A (final)	~20 min	<i>Preguntas del público, discusión guiada, ideas compartidas</i>

Sección 1 – Introducción al Mapeo y Planificación Energética Distrital

- *¿Qué es el mapeo energético?*
- *¿Por qué es esencial para diseñar redes distritales viables?*
- *¿Qué rol cumple la planificación urbana?*

¿Por qué energía distrital? ¿Por qué ahora?

Una herramienta para ciudades más limpias, eficientes y resilientes

- La energía térmica (calefacción y refrigeración) representa una parte significativa del consumo energético urbano en la región.
- Problemas comunes:
 - Sistemas individuales contaminantes (biomasa, aires acondicionados)
 - Ineficiencia energética
 - Falta de planificación térmica en expansión urbana
- Redes distritales ofrecen una solución estructural:
 - Aprovechan economía de escala
 - Permiten control centralizado de emisiones
 - Integran fuentes renovables y calor residual



¿Por qué energía distrital? ¿Por qué ahora?

Una herramienta para ciudades más limpias, eficientes y resilientes



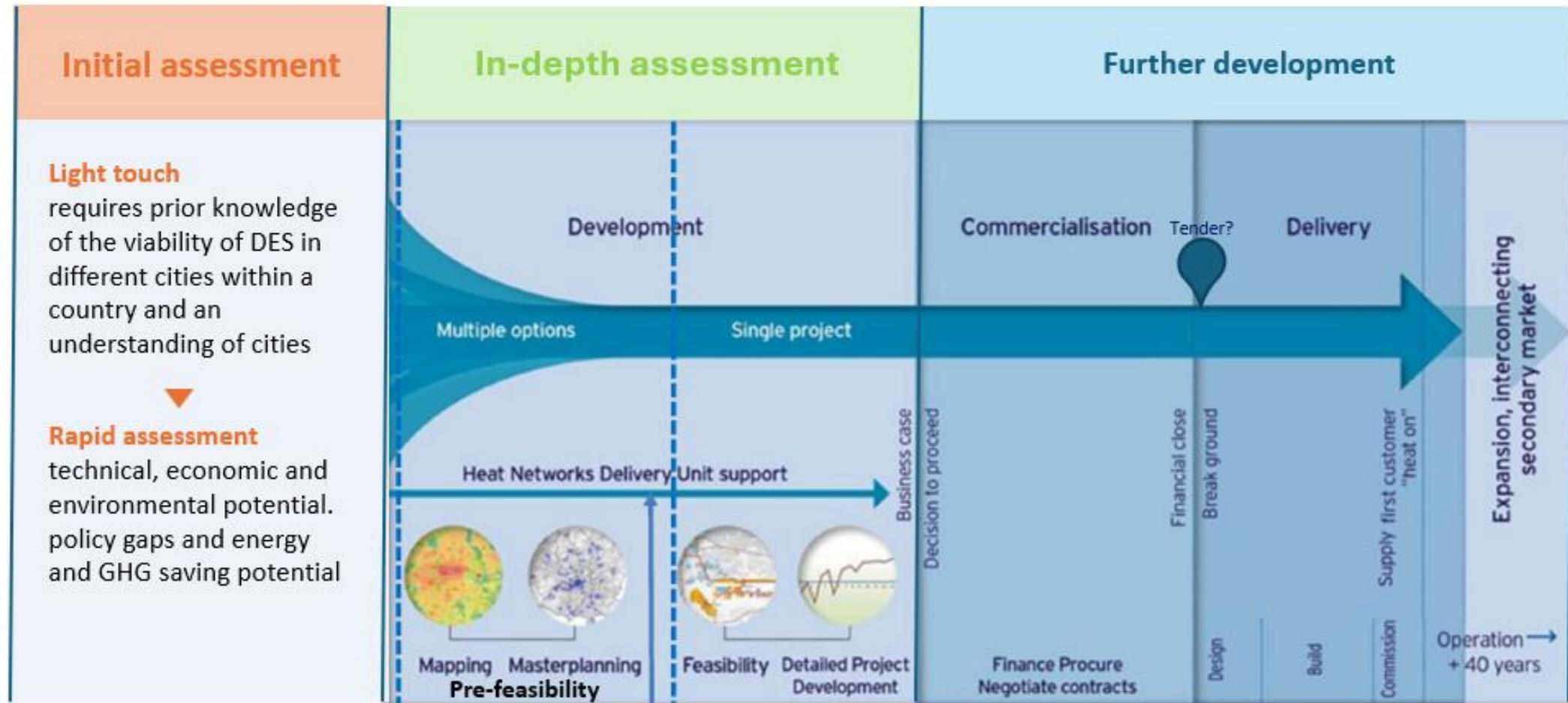
En LATAM:

- Creciente interés desde ciudades como Medellín, Ciudad de México, São Paulo.

En Chile:

- Contaminación crítica en ciudades del sur (Temuco, Coyhaique)
- En Santiago, aumento en refrigeración con baja eficiencia
- Marco regulatorio y climático avanzado (Ley de Eficiencia Energética, ECLP, NDC).

Del potencial a la realidad: el rol del mapeo y la planificación



¿Qué es el mapeo energético?

Visualizar la demanda térmica urbana para tomar decisiones estratégicas

El mapeo energético es el proceso técnico-geoespacial que permite:

- **Cuantificar y ubicar demanda térmica** (calor/frío)
- **Identificar “hotspots”** (zonas de alta demanda térmica)
- **Localizar cargas ancla** (edificios con gran demanda, “anchor loads”)
- **Evaluar acceso a infraestructura y fuentes térmicas locales**



¿Qué es el mapeo energético?

Visualizar la demanda térmica urbana para tomar decisiones estratégicas



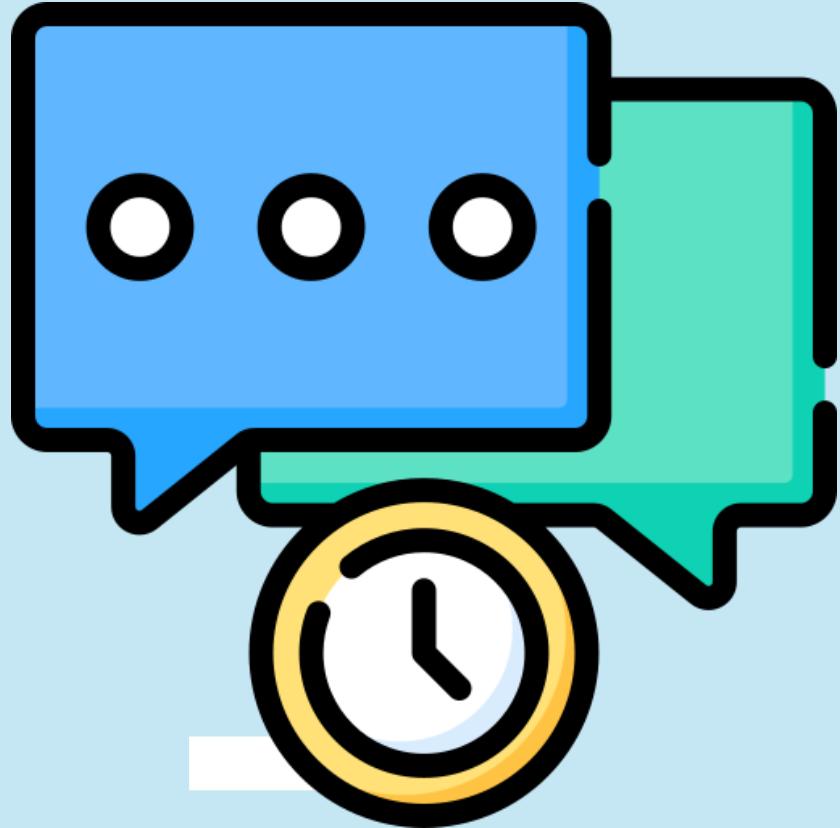
En LATAM:

- En Medellín: mapeo para refrigeración hospitalaria
- En Ciudad de México: uso de sensores para enfriamiento urbano

En Chile:

- Mapeo térmico en Recoleta, Santiago
- Buffers de 4 MWh/m alrededor de cargas ancla para identificar zonas viables

Sesión Interactiva



¿Creen que sería viable hacer un mapeo energético térmico básico en su comuna o región?

- ¿Qué factores facilitarían iniciar un estudio de mapeo en su territorio?
- ¿Qué obstáculos ven como más importantes para mapear zonas viables?

¿Para qué sirve la planificación energética distrital?

De la visualización a la implementación estratégica

- La planificación conecta los datos técnicos con decisiones urbanas:
 - Define fases de desarrollo del sistema
 - Coordina infraestructura urbana (agua, electricidad, vialidad)
 - Identifica zonas para pilotaje o conexión obligatoria
 - Informa políticas públicas y marcos regulatorios



¿Para qué sirve la planificación energética distrital?

De la visualización a la implementación estratégica



En LATAM:

- Ciudades con crecimiento rápido necesitan anticipar infraestructura térmica
- Escasez de planificación energética integrada en planes reguladores

En Chile:

- Instrumentos como los Planes Reguladores Comunales (PRC), los Planes de Acción Climática (PAC) y los Planes de Descontaminación Atmosférica (PDA) pueden habilitar, facilitar o justificar el desarrollo de redes de energía distrital, aunque no pueden mandatarlas directamente.
- Alta descentralización permite innovación a nivel municipal

Sección 2 – Datos, herramientas y metodologías

- ¿Qué información necesitamos para identificar zonas viables para redes distritales?
- ¿Qué herramientas digitales y geoespaciales se utilizan para analizar esa información?
 - ¿Cómo se lleva a cabo un mapeo energético paso a paso?

¿Qué datos se necesitan para mapear energía distrital?

Categorías de datos fundamentales

Tipo de dato	Uso específico
Edificaciones	<i>Altura, superficie, uso, año de construcción ...</i>
Uso de suelo	<i>Identificar áreas comerciales, institucionales, mixtas ...</i>
Demanda térmica estimada	<i>Por tipología edilicia o datos reales si están disponibles ...</i>
Infraestructura existente	<i>Red vial, ductos, agua, electricidad, alcantarillado ...</i>
Fuentes térmicas	<i>Plantas de tratamiento, geotermia, industrias ...</i>
Clima	<i>Grados-día calefacción/refrigeración, humedad ...</i>
Datos socio-económicos	<i>Densidad poblacional, consumo per cápita, pobreza energética ...</i>

Estado de datos en América Latina



En LATAM:

- En muchas ciudades, faltan datos detallados, pero se pueden usar *proxies, imágenes satelitales, catastros municipales*.

En Chile:

- Datos catastrales del **INE**, información geoespacial del **IDE**, mapas climáticos del **DMC**, consumos estimados del **Ministerio de Energía**, y datos del **Servicio de Impuestos Internos (SII)**, que incluyen dirección, año, superficie y materialidad general de la edificación.

Fuentes de datos en América Latina

Fuentes comunes en LATAM

- Catastros municipales (calidad y formato variable)
- Planes reguladores (zonificación)
- Sistemas de Información Geográfica (SIG/GIS)
- Entidades eléctricas / sanitarias (en casos con acceso)
- Satélites / imágenes térmicas
- Sensores o submedición (en zonas piloto)

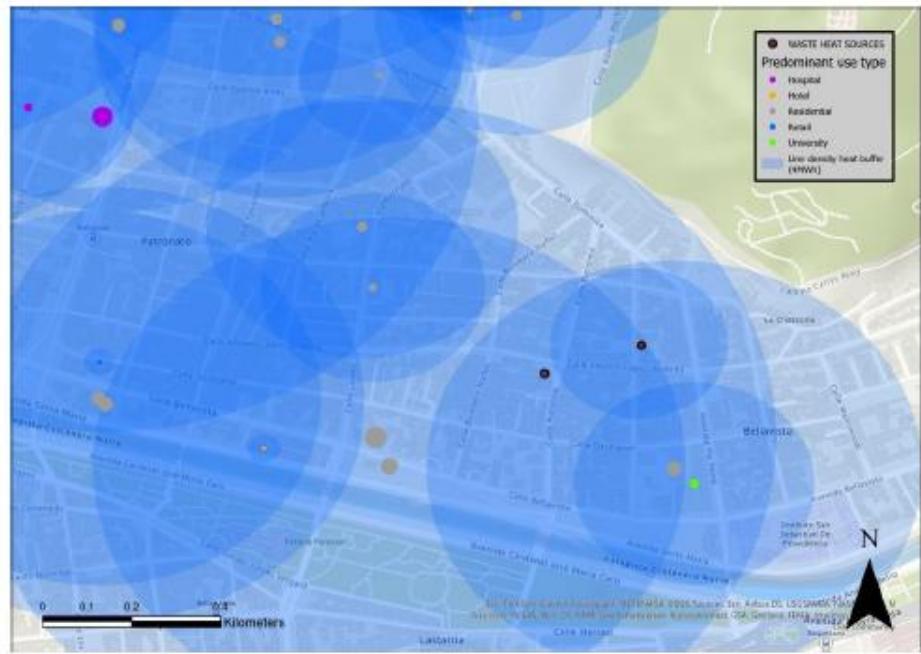
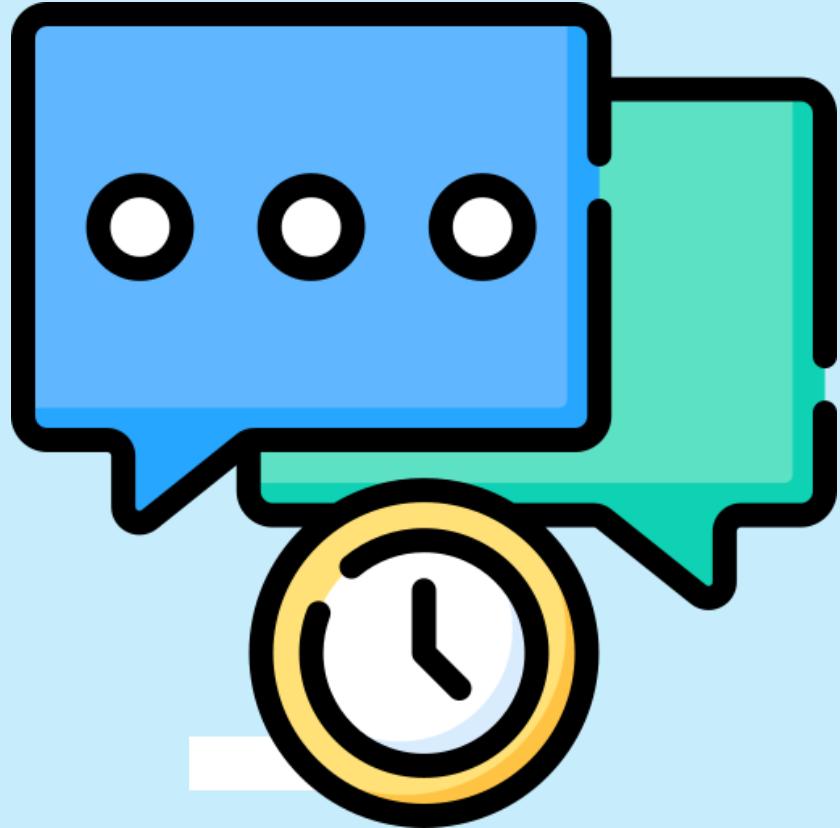


Figure 3. Example of 4 MWh/m line density buffers around anchor loads in Santiago, Chile.

Soluciones cuando no hay datos

- Estimaciones por tipología (ej. edificios institucionales → 150–250 kWh/m²·año)
- Crowdsourcing (ej. plataformas abiertas, participación ciudadana)
- Uso de capas OpenStreetMap + Google Earth + Sentinel-2

Sesión Interactiva



¿Qué tipos de datos creen que son esenciales para mapear demanda térmica en su ciudad?

- ¿Se dispone de información sobre consumo energético de edificios públicos?
- ¿Existen mapas digitales (GIS) o planos actualizados de infraestructura?
- ¿Cuáles son las principales barreras que enfrentan para acceder a datos urbanos o energéticos?

Herramientas digitales de análisis

Herramientas Clave del Mapeo en Energía Distrital

Herramienta	Uso
QGIS / ArcGIS	Análisis espacial, capas, buffers, zonas térmicas
Hotmaps	Módulo europeo para estimar demanda térmica urbana
THERMOS	Diseño de redes óptimas, análisis técnico-económico
Modelos propios	Desarrollos de universidades o consultores locales

Complementos:

- **Excel + Python**: cálculo de demanda, cargas y factores climáticos
- **Modelos de simulación (TRNSYS, RETScreen)**: para validación más avanzada

Metodología: cómo se hace un mapeo energético

Pasos típicos del proceso



“Buffers” y análisis multicriterio

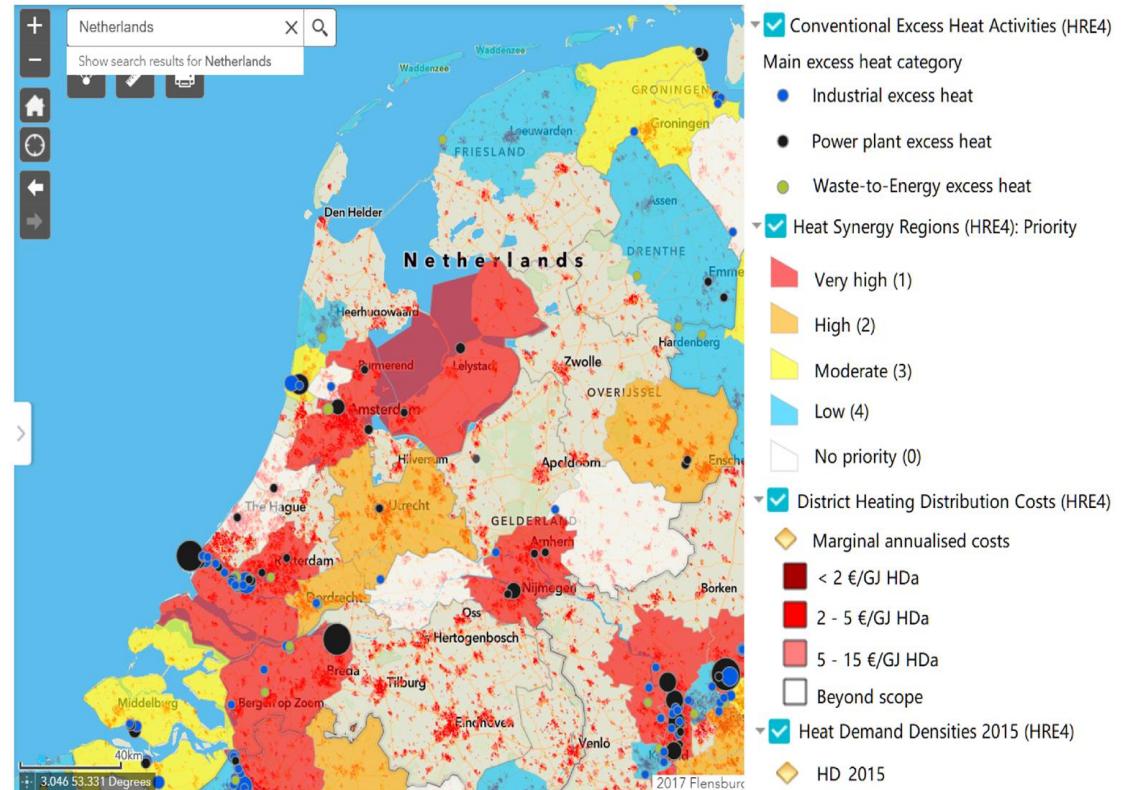
Técnicas espaciales específicas

“Buffers” térmicos

- Zonas de influencia espaciales, generalmente circulares (ej. 500 m – 1 km) generadas alrededor de **cargas ancla** como hospitales, universidades o edificios públicos.
- Se utilizan para **medir la concentración de demanda térmica** en el entorno inmediato y estimar si hay suficiente densidad para justificar una red distrital.

Índice de viabilidad distrital

- Indicador compuesto que permite **priorizar zonas térmicamente viables** al combinar múltiples criterios, como: Demanda agregada, Acceso a infraestructura existente, Compatibilidad normativa, Factores climáticos



Fuente: <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/19/7160>

Qué se obtiene al final

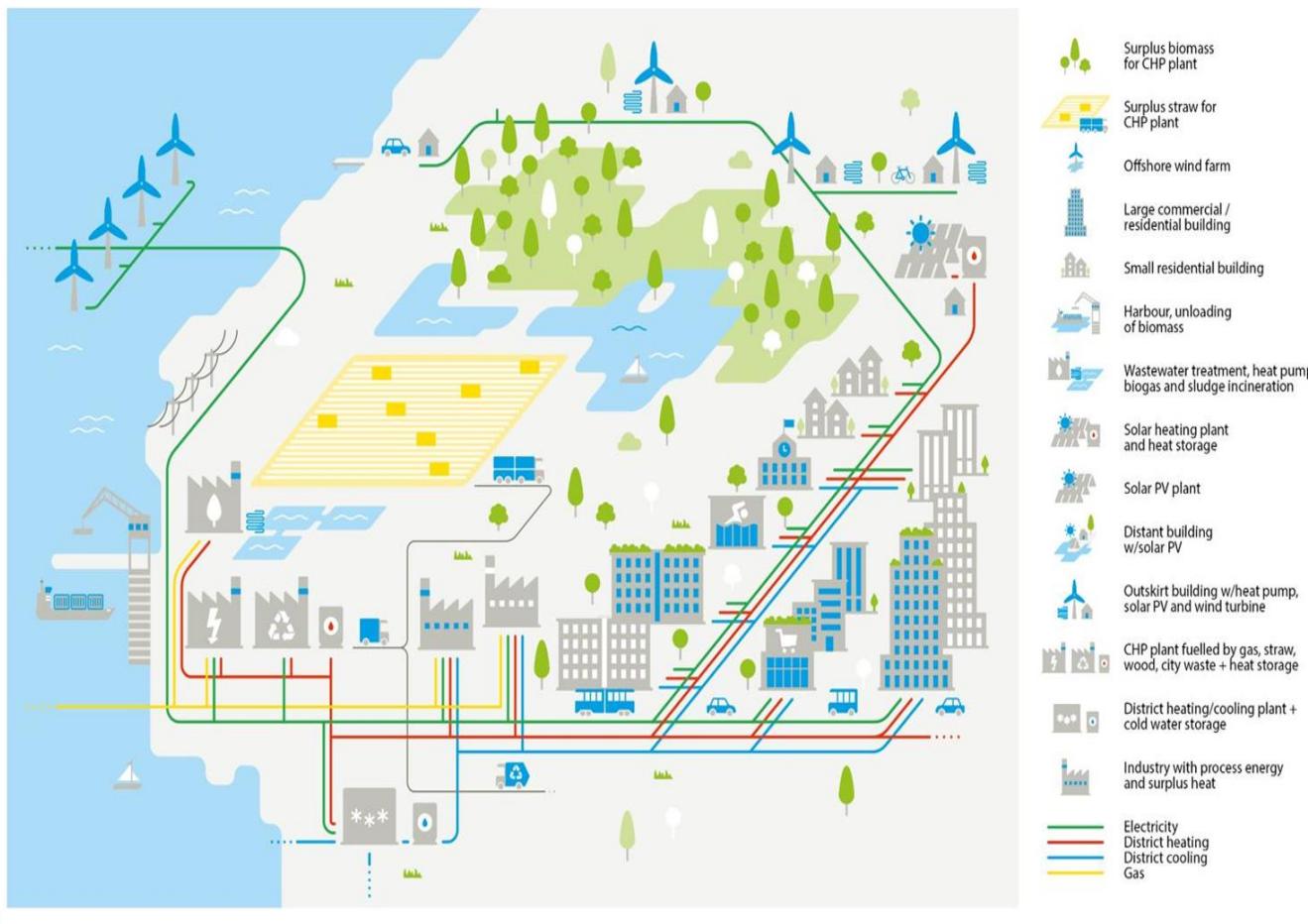
Resultados esperados

Mapas con:

- **Zonas prioritarias para desarrollo de rede**
- **Ubicación ideal de plantas**
- **Demandada agregada por sector**
- **Viabilidad técnica**

Datos clave para:

- **Estudio de factibilidad**
- **Toma de decisión política**
- **Acceso a financiamiento internacional**



Fuente: <https://dbdh.org/low-temperature-dh-how-to-reduce-the-temperature-in-existing-district-heating-networks/>

Sección 3 – Integración con planificación urbana, regulación y clima

- ¿Cómo se incorporan los resultados del mapeo en las decisiones urbanas y territoriales?
- ¿Qué instrumentos de planificación y regulación pueden habilitar o bloquear una red distrital?
- ¿Cómo se alinea la energía distrital con los compromisos climáticos y de descarbonización?

Planificación urbana: ¿dónde se incorpora la energía distrital?

Instrumentos urbanos que habilitan o bloquean proyectos distritales

Instrumentos comunes en LATAM

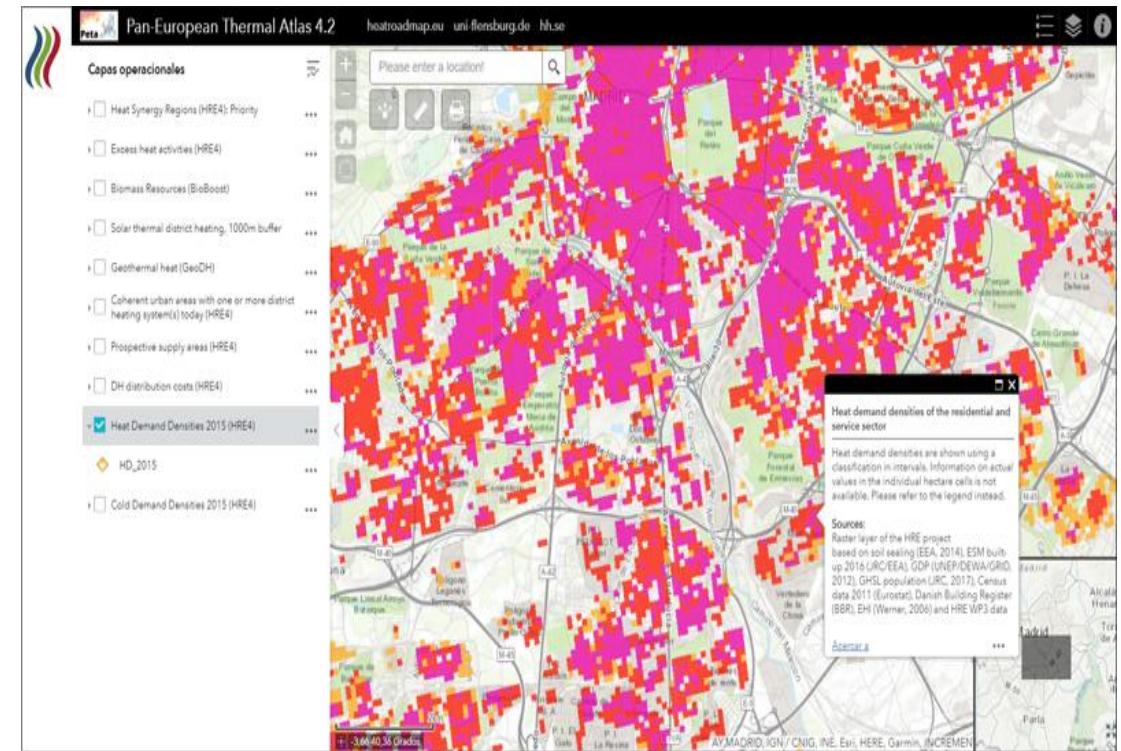
- Planes Reguladores / Directores
- Planes Parciales o Seccionales
- Programas de renovación urbana o TOD
- Planes de infraestructura (agua, vialidad, saneamiento)

¿Cómo integrar la energía distrital?

- Declarar zonas térmicamente prioritarias
- Reservar suelo para plantas y redes
- Coordinar ductos con obras de infraestructura

En Chile

- PRC pueden incorporar zonas para energía distrital.
- PACs y Planes de Descontaminación pueden reforzar la necesidad de soluciones térmicas limpias.



El Atlas Térmico Paneuropeo proporciona datos reales que permiten impulsar la integración de soluciones de calefacción y refrigeración urbana en las políticas energéticas. Fuente: EuroHeat

Marcos regulatorios y normativos

Regulación: el punto ciego o la palanca clave

Elementos habilitantes:

- Normas de conexión obligatoria en zonas distritales
- Incentivos normativos: mayor constructibilidad, reducción de cargas
- Inclusión en ordenanzas municipales
- Licencias simplificadas para ductos térmicos

Desafíos comunes en LATAM:

- Vacíos legales
- Superposición institucional
- Tramitaciones lentas

En Chile:

- **Plan nacional de eficiencia energética** habilita el desarrollo de sistemas térmicos colectivos.
- Algunos municipios han comenzado a explorar ordenanzas energéticas.



Alineación con metas climáticas

La energía distrital como catalizador de compromisos climáticos

Redes distritales ayudan a cumplir con:

- NDCs (Contribuciones Nacionalmente Determinadas)
- Estrategias de largo plazo (ECLP)
- Planes Locales de Acción Climática (PACCs)
- Objetivos de neutralidad carbono

Beneficios:

- Reducción directa de emisiones en sector térmico
- Mejora en calidad del aire
- Adaptación al cambio climático (ciudades más resilientes)

En Chile:

- ECLP establece como meta la **descarbonización del sector residencial y comercial térmico**.
- Energía distrital puede contribuir a ello especialmente en ciudades intermedias del sur.



Coordinación institucional

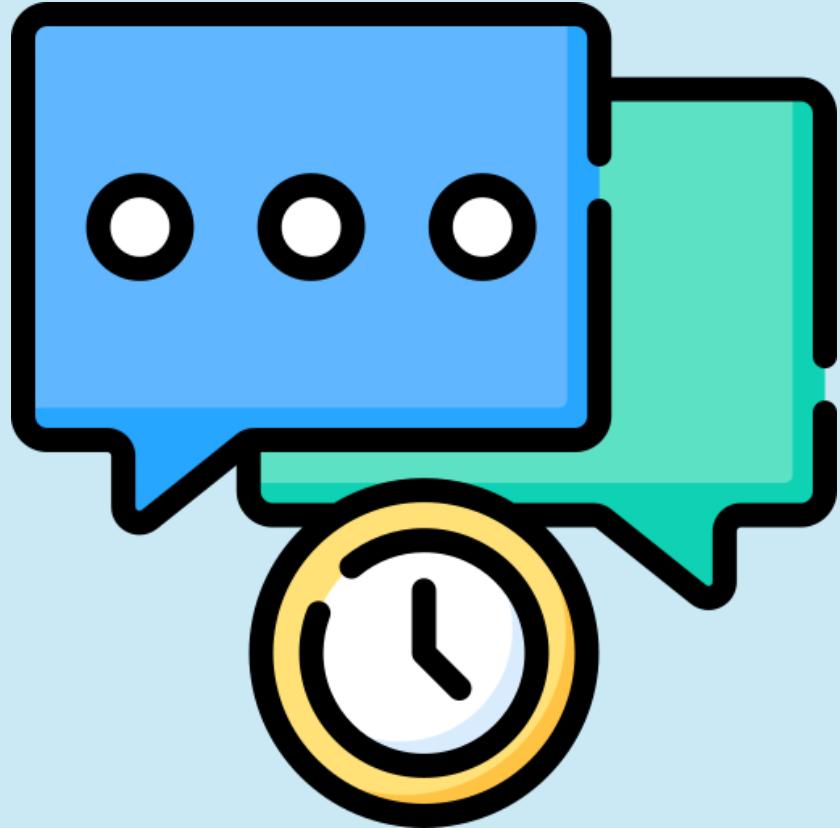
¿Quién lidera? ¿Quién regula? ¿Quién implementa?

Necesidad de mesas técnicas intersectoriales:
Energía,
urbanismo,
medioambiente,
infraestructura



- Posibles actores:**
- Municipios
 - Empresas distribuidoras
 - Ministerios de energía / obras públicas
 - Cooperación internacional

Sesión Interactiva



¿Qué instituciones deberían liderar un proyecto de energía distrital en su ciudad o región?

¿Cómo ha sido la experiencia de colaboración entre gobiernos locales y universidades en proyectos técnicos?

¿Qué actor local podría servir como “campeón” o promotor del proyecto?

Sección 4 – Casos de estudio y lecciones aprendidas

- ¿Qué proyectos concretos ya se están estudiando o ejecutando en Chile y LATAM?
- ¿Qué funcionó y qué barreras enfrentaron?
- ¿Qué lecciones pueden replicarse en otros contextos?

Caso Chile: Recoleta e Independencia

- Proyecto de calefacción, refrigeración y ACS para 13 edificios públicos (hospitales, universidades, edificios municipales) en Santiago
- Incluye hospitales (Roberto del Río, San José, INCA, Instituto Psiquiátrico José Horwitz), Campus Medicina, Facultad Química y Farmacia, Biblioteca, Consistorial municipal, Municipalidad Energía Distrital.
- Estudios de prefactibilidad ya licitados para ingeniería básica

> **Lecciones:** alta concentración de cargas ancla facilita la viabilidad; enfoque público-público combina servicios sanitarios, educación y cultura.



Figura 18 Trazado de red de calor y refrigeración. Fuente: Estudio para Independencia y Recoleta, Aguasol

Caso Chile: Talca (Región del Maule)

- Proyecto en Talca parte de la Agenda de Energía 2022-2026, orientado a calefacción y agua caliente para el sector Faustino González, para un nuevo proyecto urbano habitacional de 216 departamentos.
- Se avanza en estudios de ingeniería básica y se ha conformado una mesa ampliada con múltiples actores locales (SEREMI, AgenciaSE, Fundación Integra, entre otros).
- Lecciones: participación temprana de actores locales legitima el proyecto y facilita gobernanza.



Casos internacionales destacados

Vancouver, Canada

La ciudad aplica **ordenanzas que obligan la conexión a sistemas energéticos de vecindario (district energy systems)** en nuevas zonas o desarrollos planificados.

Además, edificios conectados a sistemas de baja emisión son sujetos a estándares de eficiencia bajo el **Zero Emissions Building Plan**, impulsando su adopción.

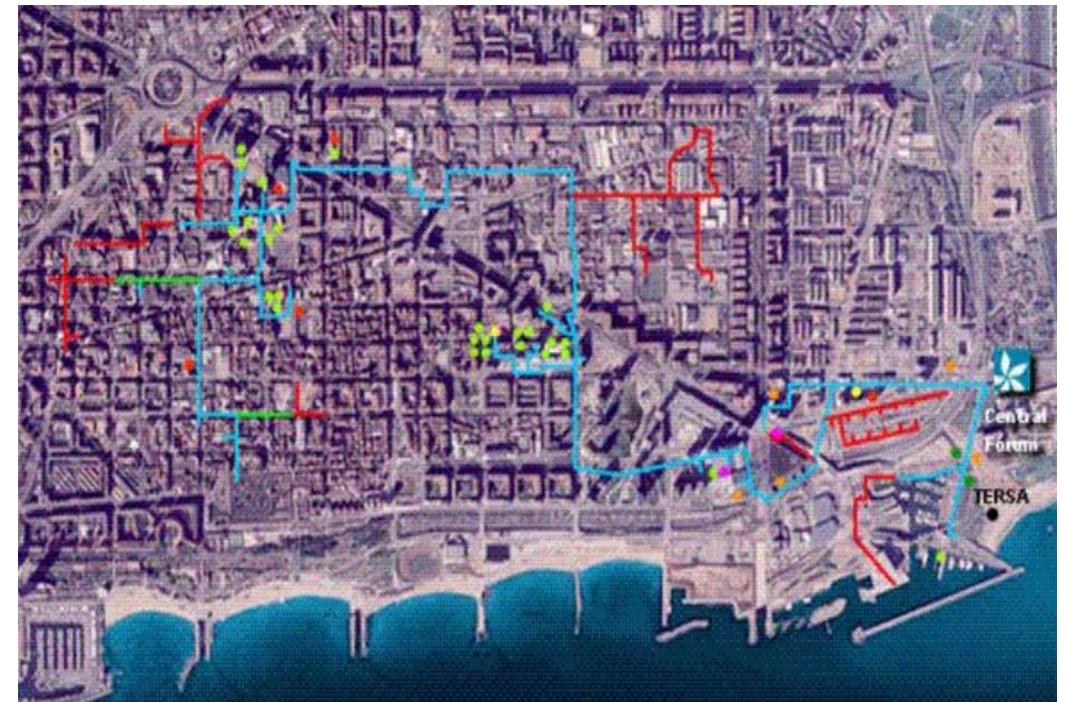


Fuente: <https://ca.rbcwealthmanagement.com/richard-tan/blog/4302177-Climate-Briefing-A-Smart-Heating-Solution-For-Canadas-Fiscally-Strained-Municipalities>

Casos internacionales destacados

Barcelona (España) – Proyecto Districlima

- Iniciado en 2002, es una **red urbana de calor y frío (district heating and cooling)** que opera en la zona del Fórum y áreas remodeladas, integrando calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria
- Profundiza en eficiencia energética al usar **energía residual de residuos municipales**, reduciendo la necesidad de instalaciones individuales como torres de enfriamiento



Fuente: https://www.cewep.eu/wp-content/uploads/2017/11/511_12._manel_torrent_district_cooling_in_barcelona.pdf

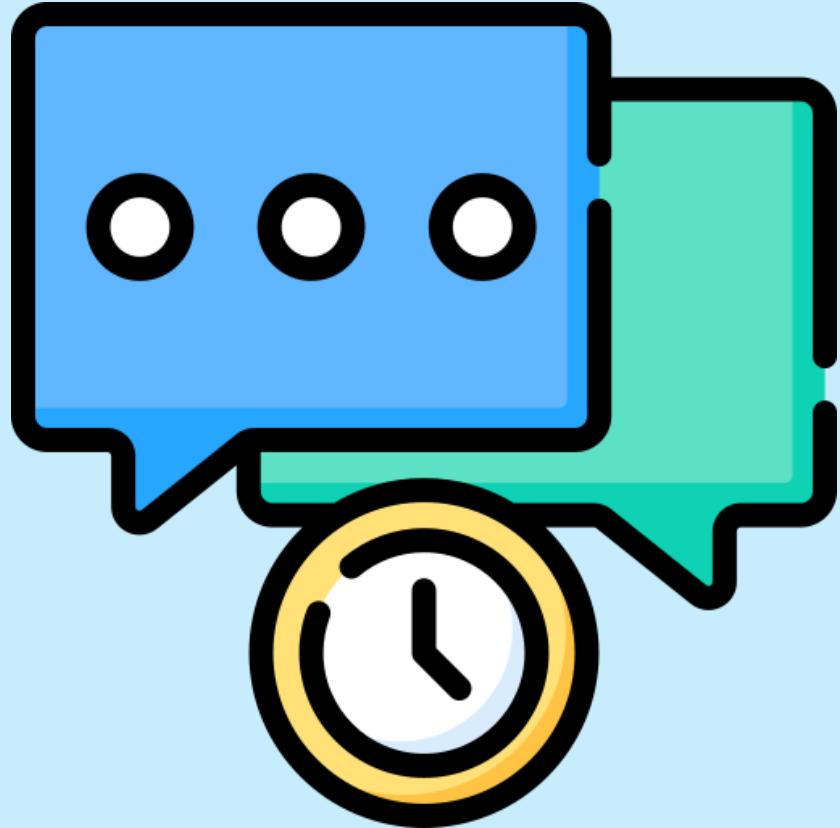
Síntesis: lecciones cruzadas

Factores de éxito y barreras frecuentes

Lo que funcionó	Lo que dificultó el avance
Concentración de cargas ancla	Falta de normativa específica
Participación multisectorial desde el inicio	Datos energéticos limitados
Enfoque público-público robusto	Trámites y licencias demoradas
Integración en agendas climáticas	Falta de financiamiento seguro

Tanto en Santiago, Talca, como en los casos internacionales, el éxito radica en combinar concentración urbana, participación política y técnica, y alineación con políticas nacionales

Sesión Interactiva



¿Algún otro caso de estudio que quieran compartir, o lección aprendida de los casos anteriores que puedan extraer?

¿Cómo ha sido la experiencia de colaboración entre gobiernos locales y universidades en proyectos técnicos?

¿Qué actor local podría servir como “campeón” o promotor del proyecto?

Reflexiones clave

- El **mapeo energético y la planificación urbana** son **herramientas estratégicas** para avanzar hacia **sistemas térmicos sostenibles y eficientes**.
- Existen **datos, herramientas y metodologías accesibles** que permiten identificar **zonas prioritarias** para redes distritales en América Latina.
- La **viabilidad técnica** debe ir acompañada de **integración institucional, normativa local y visión climática de largo plazo**.
- **Experiencias en Chile** (Recoleta, Independencia, Talca) y **en otras regiones del mundo** muestran que sí **es posible avanzar desde el diagnóstico hacia la implementación**.



Fuente imagen: [Universidad Europa](#)



Listado de Referencias & Literatura Complementaria

Listado de Referencias & Literatura Complementaria

Fuentes oficiales y técnicas

Ministerio de Energía de Chile – Sitio oficial de Energía Distrital:

<https://sitio.energiadistrital.cl>

Informes de Prefactibilidad:

Recoleta: <https://sitio.energiadistrital.cl/wp-content/uploads/2024/07/Informe-prefactibilidad-Recoleta.pdf>

Independencia: <https://sitio.energiadistrital.cl/wp-content/uploads/2024/07/Informe-prefactibilidad-Independencia.pdf>

Talca: <https://sitio.energiadistrital.cl/wp-content/uploads/2024/07/Informe-prefactibilidad-Talca.pdf>

Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) – Gobierno de Chile

Ley de Eficiencia Energética (2021) – Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

Planes de Acción Climática Comunal (PACCs) – MMA Chile

Global District Energy in Cities Initiative (UNEP)

<https://www.districtenergyinitiative.org/>

Hotmaps Project – EU H2020

<https://www.hotmaps-project.eu/>

THERMOS Project – Horizon 2020

<https://www.thermos-project.eu/home/>



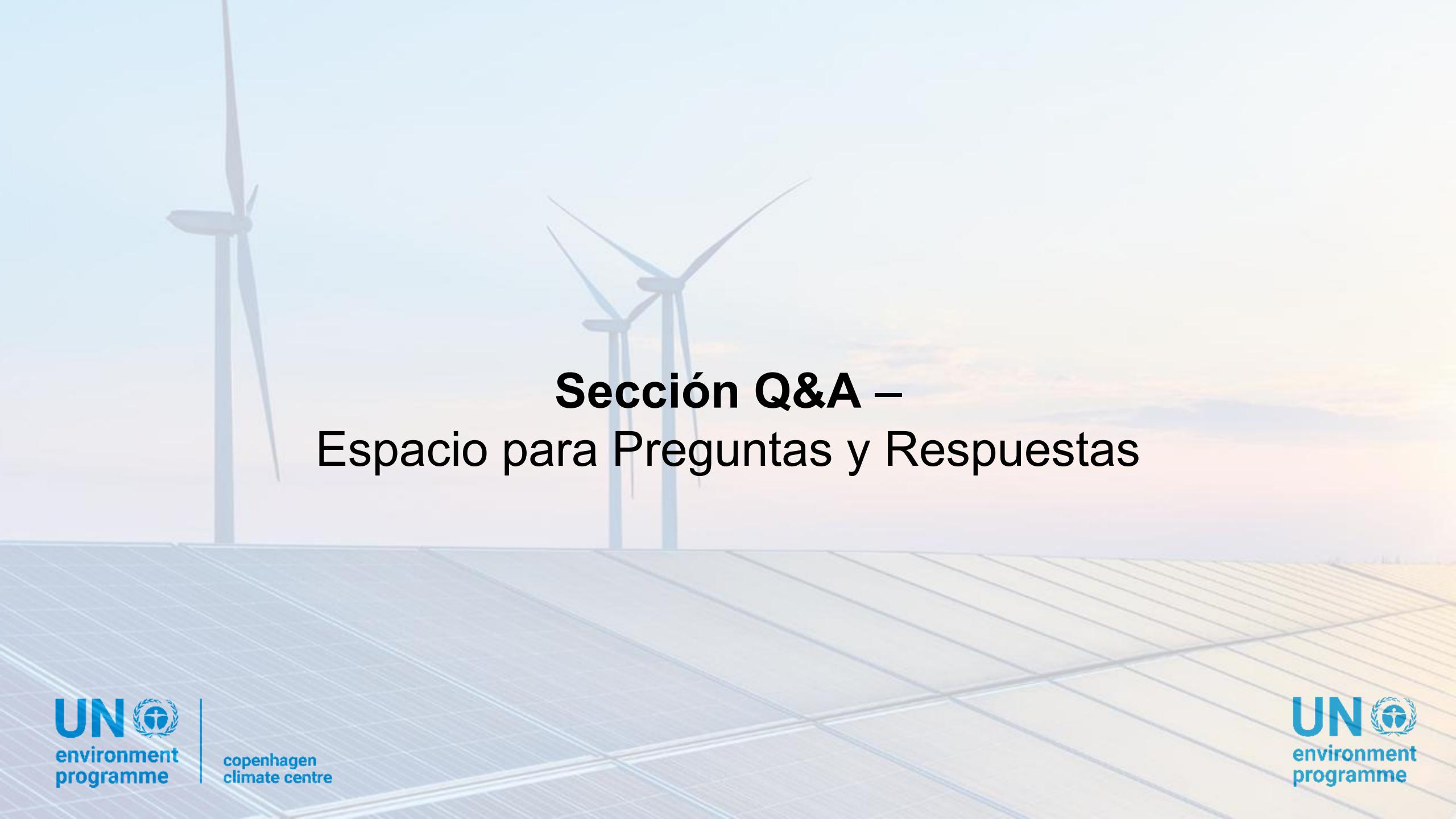
QGIS (Open Source GIS Platform) – <https://qgis.org>

ArcGIS – <https://www.esri.com>

Hotmaps Toolbox – <https://www.hotmaps-project.eu>

THERMOS Tool – <https://tool.thermos-project.eu/>





Sección Q&A – **Espacio para Preguntas y Respuestas**

Gracias por su atencion.

