

Elementos de visiones sectoriales para un futuro bajo en carbono

Sector Movilidad y Ciudad - Subsector Residencial

Fecha: Marzo 2016

Cita sugerida: Díaz, M., 2016. Elementos de visiones sectoriales para un futuro bajo en carbono, Sector movilidad y ciudad - Subsector Residencial. Ministerio del Medio Ambiente y Gobierno de Chile, Santiago, Chile.

ADVERTENCIA: La responsabilidad principal de los contenidos de este documento es del equipo profesional de MAPS Chile. No obstante lo anterior, gran parte de los temas abordados han sido analizados gracias a la activa participación de diversos actores relevantes. El Grupo de Construcción de Visión, así como los Paneles de Expertos, y el Comité Directivo del proyecto, han tenido la oportunidad de revisar estos contenidos y, en caso de discrepancias, éstas son descritas en las secciones correspondientes.

MAPS Chile

Opciones de mitigación del cambio climático para un desarrollo bajo en carbono

2011-2015

El proyecto MAPS Chile

MAPS es un acrónimo en inglés que quiere decir *Mitigation Action Plans and Scenarios*. El proyecto tiene su origen en Sudáfrica, en una iniciativa de investigación y participación de múltiples actores que investigó escenarios posibles para la reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) entre 2005 y 2008 y que se llamó LTMS, *Long Term Mitigation Scenarios*. Se han desarrollado proyecto MAPS en Brasil, Colombia, Perú y Chile; son iniciativas similares que cuentan con el apoyo técnico de Sudáfrica. MAPS ha buscado generar la mejor evidencia posible para informar la toma de decisiones sobre la mitigación del cambio climático y el desarrollo bajo en carbono en cada país. En particular, los proyectos MAPS han identificado y estudiado trayectorias probables -con distintos niveles de esfuerzo de mitigación-, analizado sus posibles consecuencias, y socializado esta información con actores clave. Estas iniciativas han contribuido significativamente a los respectivos países en sus procesos de negociación internacional, al amparo de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC, por su sigla en inglés).

MAPS Chile comenzó a fines de 2011, obedeciendo un mandato de seis ministros de Estado que requerían que el proyecto estudiara y entregara las mejores opciones que tiene el país para la mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI).

El proyecto ha ocurrido en tres fases. La primera, terminada a mediados de 2012, desarrolló la Línea Base de emisiones de GEI 2007-2030 (es decir, una proyección de la economía chilena situada en el año 2006 sin considerar esfuerzos para reducir emisiones de GEI, pero incluyendo la evolución tecnológica natural de los sectores económicos) y estudió además posibles trayectorias de las futuras emisiones de GEI del país que cumplan con las recomendaciones científicas que el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) hace para el mundo. A esto último se le llamó "dominio requerido por la ciencia".

La segunda fase, terminada a fines de 2014, ha incluido: la Línea Base de emisiones de GEI 2013-2030, un conjunto de cerca de 100 medidas de mitigación, 9 escenarios de mitigación -como empaquetamiento de medidas específicas de mitigación-, junto a un análisis de los efectos macroeconómicos asociados a los distintos escenarios.

La tercera y última fase de MAPS Chile ha incluido, entre otros productos, una revisión y refinamiento de los resultados obtenidos en la segunda fase, una estimación de los co-impactos asociados a las principales medidas de mitigación, y un análisis de los posibles enfoques y medidas de mitigación para el largo plazo (2030-2050). Todos los resultados de MAPS Chile están disponibles en el sitio web del proyecto.

La dirección del proyecto ha estado en manos de un Comité Directivo interministerial, en el cual han participado representantes de siete ministerios del país: Relaciones Exteriores, Hacienda, Agricultura, Minería, Transporte y Telecomunicaciones, Energía y Medio Ambiente. Desde su

inicio, el proyecto convocó a un Grupo de Construcción de Escenarios (en la Fase 3 este grupo se designó Grupo de Construcción de Visión), instancia en la cual han trabajado continua y voluntariamente más de 60 personas de los sectores público, privado, académico y de la sociedad civil. Adicionalmente, más de 200 personas han sido parte de reuniones sectoriales de Grupos Técnicos de Trabajo. Con todo, se estima que más de 300 personas, incluyendo a los diversos equipos consultores de universidades y prestigiosas instituciones del país, han participado activamente en MAPS Chile. El financiamiento para la realización de MAPS Chile ha provenido de Children Investment Fund Foundation (CIFF), la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN), los gobiernos de Suiza, Dinamarca y Chile, y ha totalizado cerca de 4 millones de dólares para los más de 4 años de trabajo.

Índice de Contenidos

Elementos de visiones sectoriales para un futuro bajo en carbono

Sector movilidad y ciudad - Subsector Residencial

1.	Introducción.....	6
1.1	Elementos de visión considerados	7
1.2	Diferencias con respecto a lo realizado en la Fase 2 del proyecto MAPS Chile	8
1.3	Reflexiones acerca de los elementos de visión	10
2.	Acondicionamiento térmico de viviendas	11
2.1	Descripción.....	12
2.1.1	Tendencias internacionales relevantes	12
2.2	Barreras identificadas	15
2.3	Ventajas y oportunidades	16
2.4	Secuencialidad.....	18
3.	Redes inteligentes.....	19
3.1	Descripción.....	19
3.1.1	Tendencias internacionales relevantes	19
3.2	Barreras identificadas	26
3.3	Ventajas y oportunidades	27
3.4	Secuencialidad.....	27
4.	Calefacción distrital y otras tecnologías no convencionales	27
4.1	Descripción.....	28
4.1.1	Tendencias internacionales relevantes	28
4.2	Barreras identificadas	32
4.3	Ventajas y oportunidades	33
4.4	Secuencialidad.....	33
5.	Trabajos citados	34

1. Introducción

El sector residencial es uno de los principales consumidores de energía final del país, lo que no se traduce directamente en una emisión importante de GEI, debido al importante consumo de leña que se realiza en la actualidad. La reducción del consumo de biomasa, junto con el aumento en los requerimientos energéticos debido a la mayor riqueza de las personas (aumento del PIB per cápita), genera una proyección creciente de las emisiones de CO₂ al año 2030 (MAPS Chile, 2014).

La calefacción, que se relaciona con conceptos como la pobreza energética y el confort térmico, es uno de los principales impulsores de las emisiones de GEI. En un segundo nivel se pueden mencionar los dispositivos electrónicos, que son responsables de las emisiones indirectas del sector, pero en un nivel inferior a la intensidad esperada en calefacción.

En septiembre de 2015, se realizó el lanzamiento a nivel mundial de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas. Específicamente el Objetivo N° 7 afirma que se debe “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”. Para ello, la ONU se propone “Asegurar acceso universal a servicios energéticos modernos, confiables y asequibles al 2030.” Sumado a esto, la iniciativa SE4all (“Sustainable Energy for All”) de Naciones Unidas define que el “acceso a la energía es la disponibilidad física de servicios modernos de energía para satisfacer las necesidades humanas básicas, a costos asequibles y que incluyen la electricidad y artefactos mejorados como las estufas para cocinar (Ministerio de Energía, 2015).

En este sentido y como se discute en el Borrador de Política Energética de Chile, el acceso a la energía no puede separarse de la dimensión de equidad para satisfacer las necesidades de la población, para lo cual es fundamental contar con una definición de pobreza energética, entender cuáles son los elementos que la determinan y cuál es su nivel actual.

Por ejemplo, en el Reino Unido, un pobre energético, se define como alguien cuyo costo para cubrir su respectiva necesidad de energía y adecuada temperatura (21°C en la sala y 18°C en el resto de la casa), debe ser menor al 10% de sus ingresos. De acuerdo a lo establecida en la Ley de Warm Homes and Energy Conservation, de 2000, el gobierno tiene la obligación estatutaria de erradicar la pobreza energética al 2016.

Otro eje fundamental que impulsa este tipo de medidas es el impacto en salud asociado al confort térmico y el desempeño energético de las viviendas. Diversos estudios recientes, entre los que destaca la evaluación del Código de Construcción Sustentable para Viviendas, Chile (MINVU, 2015) y el estudio Evaluación económico-social de estándares de desempeño térmico en viviendas (Bustamante, 2014).

En particular, en el segundo estudio se valorizan los efectos de los estándares de la reglamentación térmica vigente a la fecha, considerando los ahorros en los consumos de combustibles para calefacción y el impacto por disminución de gastos en salud derivados de la reducción de la contaminación de las emisiones de material particulado 2.5 (MP2.5) de una vivienda producto de la calefacción. En este caso, los beneficios en salud, más que compensan los costos de las medidas implementadas.

Los elementos de visión que se presentan en este resumen han sido recopilados a partir del trabajo realizado con el Grupo Construcción de Visión, grupos técnicos de trabajo, paneles tecnológicos y de tendencias, y la revisión bibliográfica llevada a cabo por el equipo de

investigación de MAPS Chile. Se destaca que los elementos que se proponen mantienen la coherencia con las visiones o propuestas de grupos de trabajo de trabajos previos o iniciativas que se desarrollan en paralelo:

- Ley de Responsabilidad Extendida del Productor
- Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones
- Convenio Interministerial de Construcción Sustentable
- Estrategia Nacional de Construcción Sustentable

1.1 Elementos de visión considerados

La Tabla siguiente resume los elementos de visión para un desarrollo bajo en carbono que se han identificado. En general, ninguna de las opciones tiene al cambio climático como el elemento movilizador de las mismas. Sin embargo, ellas son coherentes con las políticas de cambio climático y un desarrollo bajo en carbono. Las medidas de edificación tienen que ver con la reducción del consumo de energía en la viviendas y las comunidades energéticas con la coordinación de la disponibilidad de energía eléctrica y calor.

Tabla 1 Elementos de visión para un desarrollo bajo en carbono, subsector ciudad

Eje temáticos	Tema
Edificación	Acondicionamiento térmico de viviendas
Comunidades energéticas	Redes inteligentes
	Calefacción distrital y otras tecnologías no convencionales

A continuación se describen los temas (elementos de visión) considerados en el sector.

Acondicionamiento térmico de viviendas. Corresponde al aumento de exigencias de aislamiento térmico de viviendas para reducir consumo de energía en calefacción. Certificación (sello) para viviendas nuevas y reacondicionamiento de viviendas antiguas. Considera principalmente la aplicación de aislante en los complejos techumbre, muros y pisos, además del cambio de ventanas y el sellado de infiltraciones. Se debe tener en cuenta que a contar del año 2016 se realizarán nuevas modificaciones a la actual OGUC, las cuales aumentarán las exigencias térmicas en los complejos techumbre, muros y pisos.

Redes inteligentes. Una red inteligente es una red eléctrica que utiliza tecnologías digitales y otras tecnologías avanzadas para controlar y gestionar el transporte de electricidad, a partir de todas las fuentes de generación, con el fin de satisfacer la demanda variable de electricidad de los usuarios finales. Las redes inteligentes coordinan las necesidades y capacidades de todos los generadores, operadores de red, usuarios finales y actores del mercado eléctrico para utilizar todas las partes del sistema de la manera más eficiente posible, reduciendo al mínimo los costos y el impacto ambiental mientras se aumenta al máximo la fiabilidad, resistencia y estabilidad del sistema (IEA, 2011).

Calefacción distrital y otras tecnologías no convencionales. En los sistemas de calefacción distrital el calor es generado de forma centralizada o tomada desde una fuente de calor existente y distribuido a través de una red tuberías, usualmente utilizando agua caliente o vapor como fluido portador, conformadas por una red de suministro y una red de retorno. El fluido llega a los puntos de consumo donde el calor se extrae a través de intercambiadores de calor, radiadores o loza radiante. La forma de maximizar la oportunidad de energías renovables para calefacción y climatización requiere que se haga el mejor uso de la energía renovable intermitente cuando ella está disponible, por ejemplo a través de bombas de calor y otros elementos de alta eficiencia.

Adicionalmente se requiere almacenar la energía renovable intermitente de manera eficiente para su uso futuro cuando exista demanda de los consumidores. Para ello se requiere disponer de un almacenamiento Térmico – Eléctrico inteligente.

En las secciones 2 a 4 se desarrollan cada uno de los elementos de visión considerados, lo que incluye una descripción de las medidas, las tendencias internacionales relevantes, principales barreras identificadas, ventajas y oportunidades, además de una temporalidad/secuencialidad asociada a su posible implementación en el largo plazo.

1.2 Diferencias con respecto a lo realizado en la Fase 2 del proyecto MAPS Chile

A continuación se enumeran un conjunto de diferencias con respecto al ejercicio realizado en la Fase 2 del proyecto MAPS Chile (MAPS Chile, 2014).

- Se analizan nuevas medidas de mitigación con el objeto de avanzar hacia un desarrollo bajo en carbono, más allá de lo alcanzado durante la Fase 2 del proyecto MAPS Chile.
- Las medidas de mitigación se identifican a partir de los elementos de visión de largo plazo.
- Las medidas no son cuantificadas en términos de costos de inversión y operación como se hizo en la Fase 2 del proyecto.
- No se evalúan los impactos macroeconómicos.

En este sector se propusieron 3 tipos de medidas en la Fase 2 del proyecto, las que englobaban un total de 13 acciones específicas. De acuerdo a lo discutido con el GCV y tratando de buscar una mayor ambición en las reducciones de CO₂ y nuevos enfoques no considerados previamente, en la Fase 3 se definieron 2 Ejes Temáticos que consideraron 3 medidas específicas de largo plazo. Cabe hacer notar que este sector es complementario al subsector Transporte del sector Movilidad y Ciudad. En el cuadro siguiente se resume esta evolución entre ambas fases del proyecto.

El elemento que se repite en ambas fases, Edificación, tiene que ver con una decisión de buscar otros enfoques o alcances distintos a los planteados en la Fase 2.

Dentro de los tipos de medidas planteados en la Fase 2 del proyecto se puso un fuerte énfasis en la proposición de etiquetados y estándares mínimos de eficiencia energética, además de la entrada de la penetración acelerada de otro tipo de equipos eficientes, como sistemas solares térmicos y aireadores. En el caso del etiquetado y los MEPS, los principales niveles de reducción se lograban con medidas como las luminarias y refrigeradores. Sin embargo, en los últimos 2 años estas medidas se han comenzado a implementar a partir de regulaciones concretas. En el caso de los sistemas solares térmicos, otra de las medidas con un impacto importante, estos siguen siendo

parte de la agenda del regulador y volverán a ser impulsados por una nueva franquicia tributaria a partir de este año.

Tabla 2 Medidas de mitigación Fase 2 y Elementos de visión Fase 3, sector residencial

Fase 2

Edificación

1. Aumento en las exigencias de la reglamentación térmica
2. Calificación energética viviendas existentes
3. Calificación energética viviendas nuevas

Autoabastecimiento eléctrico

4. Autoabastecimiento eléctrico residencial (net billing)

Eficiencia Energética en equipos

5. Programa de recambio de aireadores
6. Programa de adopción de sistemas solares térmicos
7. Restricción a la entrada de refrigeradores residenciales mediante MEPS¹
8. Restricción a la entrada de equipos de iluminación residencial mediante MEPS
9. Etiquetado y restricción a la entrada mediante MEPS de tubos fluorescentes y balastos
10. Etiquetado de lavadoras
11. Restricción a la entrada de lavadoras mediante MEPS
12. Etiquetado y estándares mínimos para aire acondicionado (Etiquetado)
13. Etiquetado y estándares mínimos para aire acondicionado (Estándares mínimos)

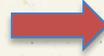
Fase 3

Edificación

1. Acondicionamiento térmico de viviendas

Comunidades energéticas

2. Redes inteligentes
3. Calefacción distrital y otras tecnologías no convencionales



¹ Estándares mínimos de eficiencia

En el caso del autoabastecimiento eléctrico, este ya fue regulado mediante el instrumento net billing, que si bien ha sido bastante criticado por varios sectores interesados, es la herramienta definida por la ley para promover este mercado.

Finalmente, a pesar de que existen 3 medidas en la fase 2 orientadas a la edificación, el acondicionamiento térmico de viviendas sigue teniendo el mayor potencial de reducción de consumo energético y de emisiones de GEI (además de los cobeneficios mencionados previamente), debido a la gran cantidad de viviendas existentes que hay que reacondicionar, con mayores exigencias que las planteadas inicialmente; además de las viviendas nuevas que requieren un estándar más exigente de construcción.

1.3 Reflexiones acerca de los elementos de visión

En la Fase 2 del proyecto MAPS Chile y en otras iniciativas gubernamentales que se han desarrollado en el último tiempo, como la Agenda de Energía, ha existido un importante avance en muchos de los sectores relacionados con Eficiencia Energética en dispositivos eléctricos (MEPS y otros). De esta forma, si bien en la Fase 2 se detectó un importante potencial de reducción de emisiones de GEI del sector al 2030, relacionado con el mejoramiento del acondicionamiento térmico de viviendas, es posible poner una mayor ambición y mayores restricciones en este ámbito para lograr estándares de reglamentación térmica más exigentes. Ello se refuerza con el gran volumen de viviendas existentes que requieren mejoras en este ámbito y los cobeneficios en salud que se logran con la aplicación de estas medidas.

Sobre esta base, es posible imponer una meta de desempeño energético en el sector al 2050, de manera que el 100% de las viviendas nuevas y un porcentaje relevante de las antiguas (no determinado aún) consuman menos de 15 kWh/m² en el centro-norte del país y de 30 kWh/m² en el sur. Además, el MINVU promueve la meta de cero emisiones al interior de las viviendas en el 100% del parque de viviendas.

Es importante relevar los principales impulsores del acondicionamiento térmico de viviendas en el país, y que como se mencionó previamente, ellos corresponden a la reducción de la pobreza energética y de los impactos en salud por contaminación local e intra-domiciliaria.

De la misma forma se requiere enfrentar los principales desafíos en el ámbito del desempeño energético de las viviendas para avanzar hacia el desarrollo bajo en carbono en este sector. Ellos corresponden a la gran cantidad de casas a reacondicionar (más de 5 millones en la actualidad), la falta de capacidades técnicas para su adecuada implementación y los requerimientos de certificación y estándares de construcción.

Por otra parte, el país debe aprovechar el concepto del desarrollo de las comunidades energéticas, a través del uso de soluciones comunitarias, tanto eléctricas como térmicas, entre las que se han estudiado las redes inteligentes y la calefacción distrital, etc. Para ello se requerirá promover el uso de instrumentos y tecnologías adecuadas para su implementación y de modelos de negocios que permitan darle viabilidad económica en el tiempo.

2. Acondicionamiento térmico de viviendas

El acondicionamiento térmico de viviendas es una de las opciones de mitigación más costo efectivas que se han estudiado en el sector residencial, como se constató en la Fase 2 del proyecto MAPS Chile.

De esta forma, numerosas iniciativas que se han llevado a cabo en el país en el último tiempo la han considerado como una opción relevante de mitigación de GEI dentro del portafolio nacional. En particular, en la Agenda de Energía (MINENERGIA, 2014) se propusieron dos medidas relacionadas con esta temática. Ellas son el Subsidio para el acondicionamiento térmico de viviendas y el Cambio de normativa de reglamentación térmica.

El subsidio para el acondicionamiento térmico de viviendas ha operado desde el año 2009, el cual es un apoyo hacia sectores vulnerables que deseen mejorar el desempeño energético de sus viviendas. La Agenda de Energía compromete la continuidad de este programa, indicando que el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo (MINVU) entregará el equivalente a UF 1.000.000, en subsidio de acondicionamiento térmico a vivienda existente de menos de 650 UF.

En el caso del Cambio de normativa de reglamentación térmica, este corresponde a la actualización y cambio de la normativa térmica actual vigente, por una con mayores exigencias. Entre los cambios de esta normativa se puede nombrar: rezonificación térmica; incremento del estándar para muro, ventanas, piso y cielo; exigencias a puertas, puentes térmicos; control de infiltraciones y del riesgo de condensación.

A nivel internacional, con un enfoque de pobreza energética, también se ha puesto énfasis en el desarrollo de esta temática. En particular, en Reino Unido, en el año 2009, por medio de la Ley de Cambio Climático, se definió una reducción del 80% de las emisiones directas de CO₂, al 2050, con una reducción de un 34% al 2020, y consideró que el 29% vendría del sector de viviendas. Para alcanzar la meta se apoyó en tres estrategias de reducción implementadas mucho antes de que la anunciaran. Una de ellas, es la Warm Front, una iniciativa para combatir la pobreza energética. La otra es el Energy Efficiency Commitment (EEC1 y EEC2, de tres años cada uno, entre 2002 y 2008) y la más reciente, Carbon Emission Reduction Target (CERT en 2008), sustituida en el 2012, por el Green Deal y Energy Companies Obligation (ECO).

La primera de ellas fue lanzada en el 2000 y sigue en operación. Entrega asistencia logística y financiera -créditos- a hogares considerados vulnerables a la pobreza energética. Una de las metas de este esquema es reducir este tipo de pobreza. Como grupo prioritario se definieron a los hogares en los cuales el jefe del hogar estuviese desempleado, tuviese más de 60 años, hubiesen niños y donde hubiesen mujeres embarazadas.

En el 2003, un 14% de los hogares pertenecía al grupo prioritario para recibir este beneficio, siendo uno de los principales impactos de la iniciativa, la reducción de la cantidad de casas con paredes huecas sin aislación: en el 2003, el 60% no tenía aislación. En el 2008, la cantidad se redujo a un 44% habiendo sido los quintiles de menor ingresos los más beneficiados (Ashby y Pitts, 2011). Estos autores encontraron además que en las casas habitadas por sus propietarios la reducción fue más significativa, dado que bajó de un 62% a un 39% en el 2008, que en las casas rentadas o viviendas sociales. Se estima que la diferencia radica principalmente por quien toma la decisión, que en el caso de las viviendas rentadas, no son los moradores, sino que terceros.

Para el caso de las casas con altillo, el total de los hogares sin aislamiento se redujo desde un 86% a un 68%, pero en este caso, fueron las casas rentadas o viviendas sociales las que avanzaron más. La reducción en el total las casas prioritarias, fue de un 83% a un 62% (Ashby y Pitts, 2011).

Por último, junto con la pobreza energética, los impactos en salud son otro de los impulsores relevantes de este sector. Un estudio reciente valorizó los efectos de los estándares de la reglamentación térmica vigente a la fecha, considerando los ahorros en los consumos de combustibles para calefacción y el impacto por disminución de gastos en salud derivados de la disminución de la contaminación de las emisiones de material particulado 2.5 (MP2.5) de una vivienda producto de la calefacción (Bustamante, 2014). En el cuadro siguiente se presenta el resultado de la valoración de los beneficios de la OGUC para cuatro ciudades del país.

Tabla 3 VAN a 20 años por incremento de estándares de artículo 4.1.10 de la OGUC

	Valparaíso	Santiago	Concepción	Temuco Padre Las Casas
	UF	UF	UF	UF
Muro con aislación térmica interior	853.767	22.976.407	1.723.680	2.127.638
Muro con aislación térmica exterior	622.513	21.826.701	1.636.689	2.011.046

Fuente: (Bustamante, 2014)

2.1 Descripción

Corresponde al aumento de exigencias de aislamiento térmico de viviendas para reducir el consumo de energía en calefacción. Certificación (sello) para viviendas nuevas y reacondicionamiento de viviendas antiguas. Considera principalmente la aplicación de aislante en los complejos techumbre, muros y pisos, además del cambio de ventanas y el sellado de infiltraciones. Se debe tener en cuenta que a contar del año 2016 se realizarían nuevas modificaciones a la actual OGUC, las cuales aumentarán las exigencias térmicas en los complejos techumbre, muros y pisos.

2.1.1 Tendencias internacionales relevantes

Para analizar las tendencias se procederá a segmentar las potenciales acciones de política en tres grandes grupos: experiencia internacional asociada a aislación en edificación existente, sistemas de certificación, y nuevas regulaciones para edificaciones nuevas.

Experiencias en aislación de edificación existente

En general al revisar distintos países respecto como han abordado el tema de la edificación existente, no queda claro que sean eficientes en lograr sus objetivos. En el caso de Australia, el diseño del programa generó problemas de incendios en las viviendas, al generar calentamiento de sistemas eléctricos, siendo alguna de las causas: los insuficientes recursos dispuestos, lo que

implicaba utilizar materiales de menor calidad, y además se indica la preparación de los técnicos (Lewis, 2010).

Además, en otros países, la tasa con la que se han aislado las casas antiguas ha sido bajo y no ha cumplido con la meta de un 2% anual sobre el stock de aislación de viejas casas, que por ejemplo se fijó el gobierno alemán, llegando solamente a un 0,8% por año. Para estas políticas se usaron subsidios y herramientas de comunicación (Lo, 2015).

Además, existen incertezas respecto a la efectiva reducción de energía de los programas, debido al efecto rebote al hacer aislación en viviendas existentes. Por ejemplo, de 53 casas en las que se hizo el estudio 16 de ellas consumieron más del doble de energía luego de la aislación, y en promedio el consumo fue un 64% mayor para las 53 casas (Galvin, 2015).

Otra pregunta relevante respecto de las edificaciones existentes es si éstas se deben destruir o no. En un análisis de política en UK, muestra que es preferible realizar los cambios en casas existentes, que destruirlas. Se habla de mejoras en energía, aunque advierten que esto no es tan claro, debido al efecto rebote o a que los efectos no son tan claros en las cuentas de energía. Sin embargo, indican que las mejoras, tienen menores tiempos de instalación y que producen menos problemas en los residentes, los cuales tienen que estar comprometidos para instalar este tipo de políticas (UCL, 2014).

En una de estas investigaciones se nombra e indica que una experiencia en China, mediante un programa diseñado de forma centralizada, ha permitido altas tasas de recambio (en un año lograron alrededor de 130.000 casas). Esta política implicó que los recursos provenían del gobierno central con una participación marginal de los habitantes, y que el programa estaba diseñado e implementado de forma obligatoria en un barrio, sin opción de elección por parte de los habitantes. El gobierno era el encargado de seleccionar las empresas y el estándar de los materiales a ser usados. En términos de penetración de viviendas, la tasa fue alta, pero cabe destacar que la tasa de no satisfacción de los usuarios fue de un 27% y existieron problemas a nivel de la calidad de las construcciones, debido a la falta de control sobre todas las edificaciones (Lo, 2015).

A pesar de estos problemas, se recomienda hacer este tipo de políticas, pero en donde se tomen en cuenta las dificultades antes de lanzar un programa de esta escala. Por ejemplo, en el caso de UK, para su programa "Retrofit for the future", se recomienda lo siguiente basado en un estudio de 40 casos: planear adecuadamente el retrofit (involucrar a las personas, saber cómo interactúan con el espacio); proyectos que se enfoquen en aislar la estructura (paredes, techos, pisos, ventanas y puertas); tener en cuenta la casa como un todo y sus interacciones (calidad del aire, es decir considerar ventilación en la intervención; otros servicios como la calefacción, tienen que ser adaptadas; ver interacción de otros temas como agua caliente sanitaria por los temas de humedad); entregar información adecuada a los vecinos y beneficiarios respecto del desarrollo del proyecto; involucrarlos desde el inicio del proyecto (Technology Strategy Board, 2015).

Experiencia con sistemas de certificación de edificación

La experiencia internacional indica que obligar a contar con un sistema de certificación es necesario, dado que por sí solo la introducción de este sistema es lenta, o que incluso declina en el tiempo. Esta introducción además se produce en vecindarios con baja densidad, con vecinos con

tendencias más ecológicas, es decir no a un nivel masivo. Se indica que la certificación provee una señal moderada en el precio de las viviendas, y que este extra que se produce gracias a la certificación se mantienen en el tiempo (Brounen & Kok, 2010).

Experiencia con nuevas regulaciones para nuevas edificaciones

Las tendencias internacionales apuntan a una reducción drástica del consumo de energía en las edificaciones. Así por ejemplo en el caso del plan de Alemania, y sus metas asociadas al “Energiewende”, se puede observar que buscarán una reducción de demanda de calor de 20% al 2020, y en lo referido a los requerimientos primarios de energía, esta meta sería de un 80%. Su meta para reacondicionamiento es incorporar un 2% del stock de viviendas por año.

Tabla 4 Metas del Plan de Energía de Alemania

Table: Targets of the Energiewende					
	2011	2020	2050		
Greenhouse gas emissions					
Greenhouse gas emissions (compared with 1990)	-26.4 %	-40 %	2030 -55 %	2040 -70 %	2050 -80% to -95 %
Efficiency					
Primary energy consumption (compared with 2008)	-6.0 %	-20 %	-50 %		
Energy productivity (final energy consumption)	2.0 % per annum (2008-2011)	2.1 % per annum (2008-2050)			
Gross electricity consumption (compared with 2008)	-2.1 %	-10 %	-25 %		
Share of electricity generation from combined heat and power plants	15.4 % (2010)	25 %	-		
Buildings					
Heat requirement	no data	-20 %	-		
Primary energy requirement	no data	-	around -80 %		
Rate of modernisation	approx. 1 % per annum	Doubling of levels to 2 % per annum			

Fuente: (Ziesing, 2013)

Dentro de esto surge un estándar de edificación llamado “Passivhaus”, cuya meta es lograr llegar a consumos de entre 10-15 kWh/m² para calefacción y refrigeración, para una situación de confort térmico.

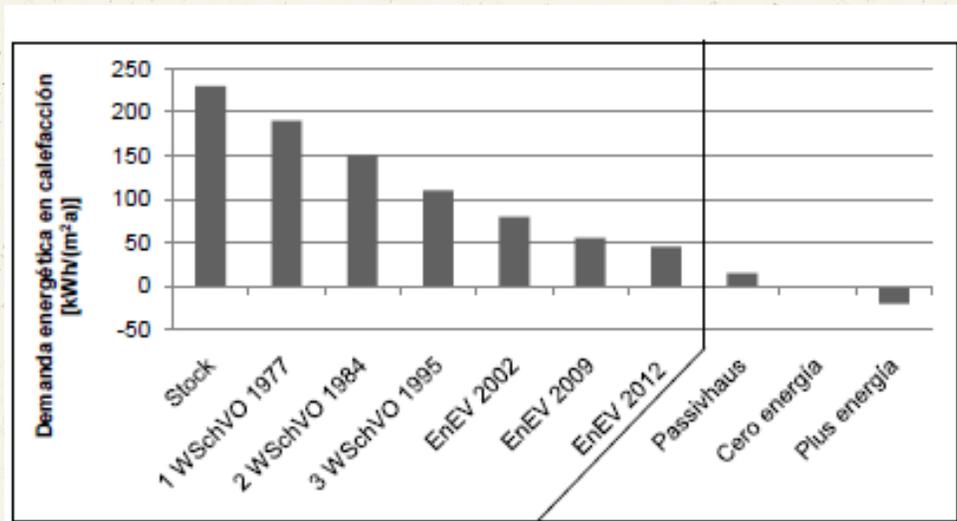


Figura 1 Evolución del Estándar en Alemania
Fuente: (Hatt, 2012)

2.2 Barreras identificadas

No hay certeza de que exista el capital humano suficiente para poder realizar grandes programas de aislación, tanto en cantidad como que sepan los conocimientos específicos para poder realizar esta tarea. Así por ejemplo en Temuco, en una de las mesas de participación, este fue uno de los temas que surgieron como barreras y desafíos (Lignum, 2015). En específico indican que por ejemplo es difícil encontrar “maestros” que sepan ejecutar bien las aislaciones de la envolvente, y que aún mayor es la brecha referida al tema de las infiltraciones.

Por lo tanto, en lo referido a los riesgos e incertidumbres, están relacionados con los puntos planteados anteriormente. Por ejemplo, no es claro que efectivamente ocurra la reducción teórica de energía, luego de la implementación. Pueden existir en algunos casos, incluso aumento de la energía utilizada en la vivienda (este puede ser el caso de Chile, dado que no estamos en confort térmico, lo cual podría ocurrir si se mantuviesen las mismas unidades de calefacción antiguas en la vivienda luego de la ejecución de la aislación). Luego existen importantes riesgos asociados a un correcto diseño de los programas: por ejemplo, estos deben considerar la totalidad de la vivienda (calidad del aire, elementos consumidores de energía al interior, y uso de las personas), y la participación de las personas para lograr disminuir el rechazo y aumentar la eficacia de los programas.

Los desafíos para este tipo de programas son relevantes, y como se pudo observar anteriormente, incluso Alemania con una meta de un 2% anual, ha sido capaz de llegar solamente a un 0,8%. Por lo tanto, si se requiere una tasa relevante de reacondicionamientos, es interesante ver la experiencia en China presentada, que es un modelo centralizado de ejecución.

2.3 Ventajas y oportunidades

Respecto a las ventajas y oportunidades, referidos al acondicionamiento térmico de la vivienda, se pueden nombrar: la exportación de servicios a países vecinos y generación de empleos verdes; mejorar el confort térmico con una menor intensidad energética y otros beneficios, como la reducción de la contaminación local en intra-domiciliaria.

Respecto al apoyo a la economía relacionado con estos temas, se puede ver que hay una creciente tendencia por ejemplo del mercado relacionado con los edificios verdes en USA, en donde se está viendo y se espera un aumento progresivo del tamaño del mercado relacionado con esto. Además ello se puede ver en la tendencia de penetración de la actividad por país, en donde ya comienzan a ser importantes en los distintos países.

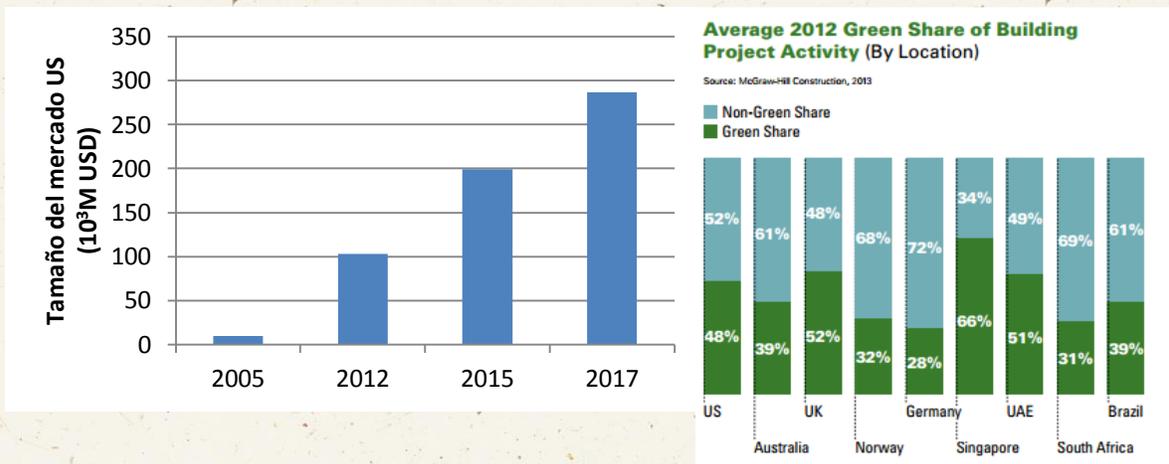


Figura 2 Tamaño del mercado "Green Building"
Fuente: (Statista, 2015) y (McGraw Hill Construction, 2013)

Aun cuando no está relacionado con este tema, las dos siguientes gráficas muestran la relación que podría existir entre una mayor especialización de la fuerza de trabajo y ser un exportador neto en el rubro de la construcción, como es el caso de UK.

Figure 2.1: Relative Technological Advantage in construction, 2008 - Figure 2.1: Relative Technological Advantage in construction, 2008 -

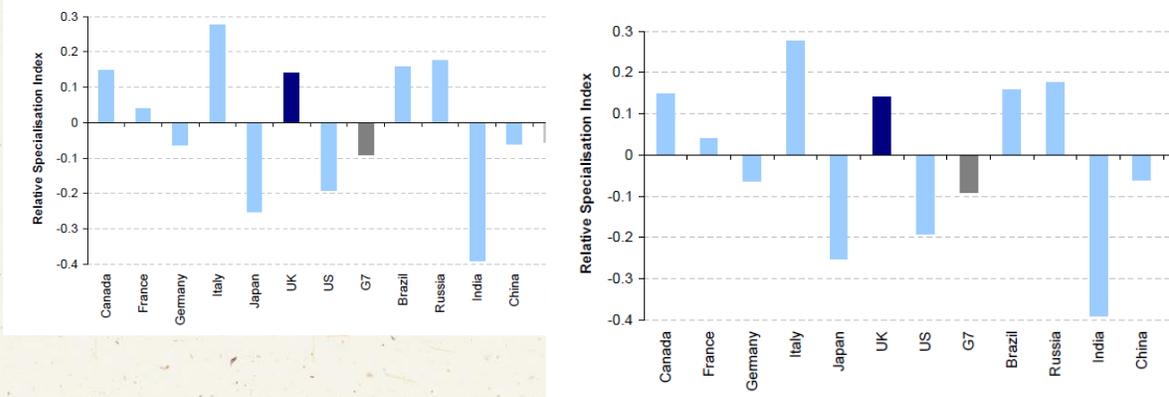


Figura 3 Análisis del sector de la construcción de UK
Fuente: (Department for Business Innovation and Skills, 2013)

En lo referido a la mejora del confort térmico, la posibilidad de llegar a estos niveles sin una gran intensidad de consumo, es un reto importante para nuestro país, pero que, gracias al desarrollo de la tecnología, como se mostraba anteriormente, puede ser una realidad, especialmente gracias a los nuevos estándares internacionales. El desafío se torna entonces, a obtener los recursos y gestionar una política de esta escala.

Finalmente, en lo referido a la reducción de contaminación local, por ejemplo, en el desarrollo de los planes actuales de descontaminación, la evaluación de co-beneficios de medidas como: aislación térmica o recambio de calefactores, se encuentran en diversos planes. A modo de ejemplo, se puede observar que por ejemplo en Coyhaique una de las medidas costo efectivas es la relacionada con la aislación térmica de la vivienda existente.

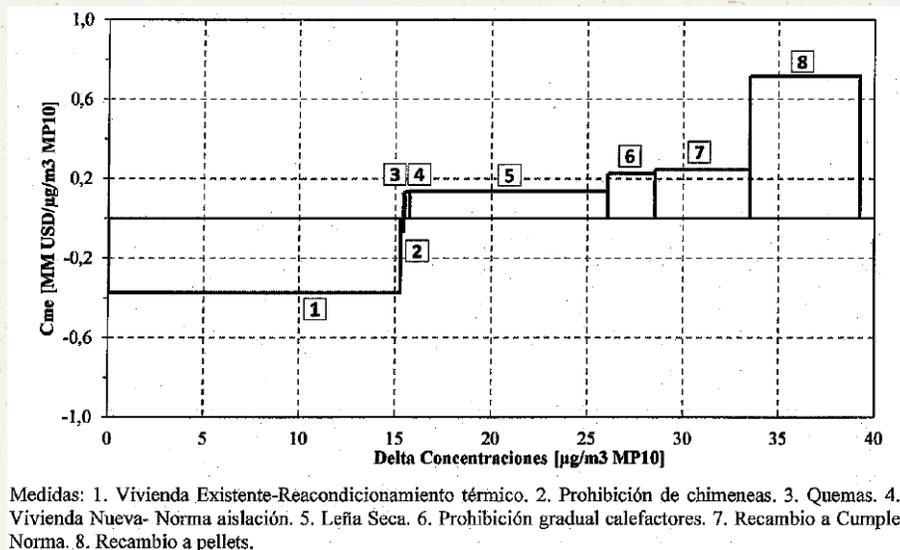


Figura 4 Costo Medio de Medidas

Fuente: (MMA, 2014)

2.4 Secuencialidad

De acuerdo a las estimaciones de la Fase 2 del proyecto MAPS Chile, dado el crecimiento económico esperado, nuestro país debiera llegar a confort térmico alrededor del año 2030. Además, al 2035, se deberían haber reacondicionado térmicamente 450 mil viviendas, si se continúa con los programas actuales de subsidios y se suman los reacondicionamientos que contemplan los Planes de Descontaminación de zonas saturadas (sin estándares de sustentabilidad).

Por otra parte, si se quisiera reacondicionar al 2050 todo el parque de viviendas construidas previo al año 2000, se requiere intervenir del orden de 140.000 viviendas al año, lo que es más del doble de lo que se lleva a cabo o se pretende lograr en los próximos años en los programas del MINVU. En efecto, a una tasa de reacondicionamiento de 50.000 casas por año, se requieren 100 años.

3. Redes inteligentes

3.1 Descripción

Una red inteligente es una red eléctrica que utiliza tecnologías digitales y otras tecnologías avanzadas para controlar y gestionar el transporte de electricidad, a partir de todas las fuentes de generación, con el fin de satisfacer la demanda variable de electricidad de los usuarios finales.

Las redes inteligentes permiten una mejor gestión de la generación distribuida y facilitan la integración de las energías renovables a pequeña escala favoreciendo el autoconsumo eléctrico.

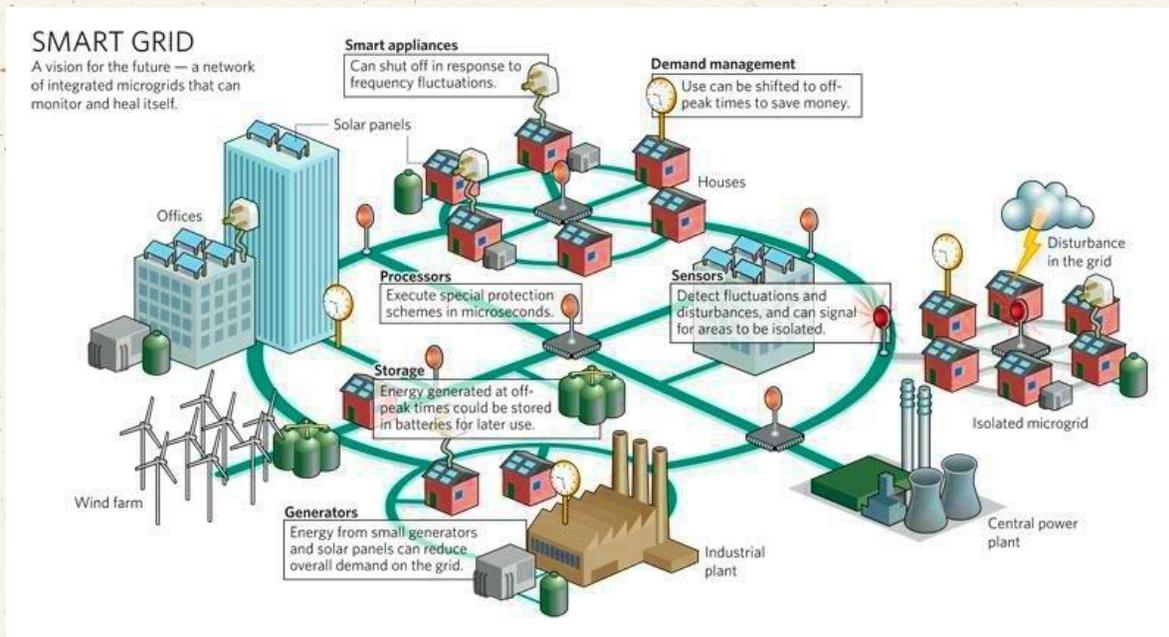


Figura 5 Visión de futuro de las redes inteligentes
Fuente: Worldwatch Institute (2015), www.worldwatch.org

3.1.1 Tendencias internacionales relevantes

A nivel mundial, se espera que la capacidad asociada a Generación Distribuida (DG, por sus siglas en inglés) aumente de 87,3 GW en 2014, a más de 165 GW en 2023 (Navigant Consulting). Es decir, se espera que aumente en un 90% durante los próximos años. De acuerdo a una encuesta realizada por el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE, por sus siglas en inglés), se espera que la mayor parte de este crecimiento se produzca en Europa, seguido por Estados Unidos (Anaya & Pollitt, 2015).

En el caso de Europa, se considera que uno de los principales drivers para la expansión en la capacidad asociada a Generación Distribuida está en el plan de EU2020 y las metas nacionales de incorporación de fuentes renovables para cada país (Anaya & Pollitt, 2015). Se espera que en el UE-27, la DG en conjunto a las fuentes renovables, aumenten de 490 TWh/año en 2005 a 1280 TWh/año al 2030 (Ruiz-Romero, Colmenar-Santos, Gil-Ortero, & Molina-Bonilla, 2013).

En cuanto a la tecnología asociada a la expansión de DG, de acuerdo a la encuesta realizada por la IEEE, se espera que las fuentes solares sean las de mayor crecimiento, seguidas de las fuentes eólicas (Anaya & Pollitt, 2015) (ver gráfico).

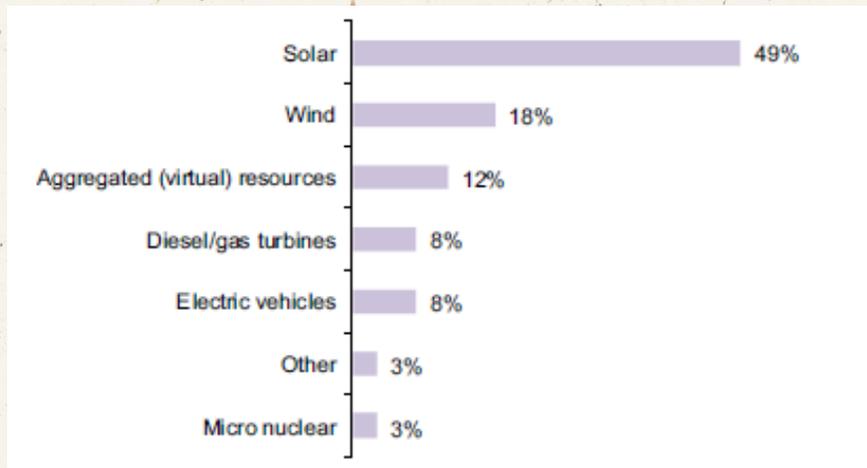


Figura 6: Encuesta de potencial de Tecnologías de Generación Distribuida, Encuesta IEEE 2012
Fuente: Anaya et al.

Alemania. En el caso de Alemania, presentado en la publicación realizada por investigadores del Energy Policy Research Group, de la Universidad de Cambridge (Anaya & Pollitt, 2015), se comenzó con políticas de Generación Distribuida en los años 90' a través de apoyos por parte del gobierno y Feed-in Tariff.

La evolución de capacidad instalada asociada a DG en este país ha aumentado de forma significativa durante los últimos años, pasando de alrededor de 83 GW en el 2010 (alrededor de 52% de la capacidad total), a más de 143 GW instalados en el año 2012, lo cual constituye alrededor de un 22,5% de la generación (ver gráfico).

A su vez, se señala que más del 50% de esta capacidad asociada a DG es de propiedad de los consumidores (privados, industrias, granjas, etc.).

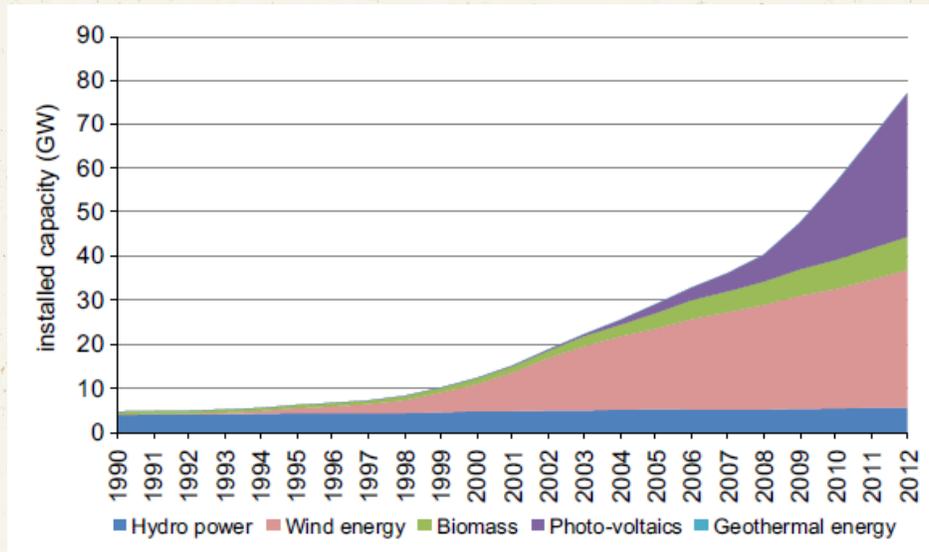


Figura 7: Capacidad instalada de Generación Distribuida en Alemania
 Fuente: Anaya et al.

Dinamarca. El caso de Dinamarca, también estudiado por el grupo investigadores de la Universidad de Cambridge (Anaya & Pollitt, 2015), presenta un comienzo similar al de Alemania, con mecanismos de apoyo que inician el año 1993.

Este país, al año 2009 poseía una capacidad instalada asociada a DG de aproximadamente 5,2 GW, representando alrededor de un 43% de su matriz energética. Al año 2013 esta capacidad aumentó hasta alcanzar los 6,6 GW (ver gráfico).

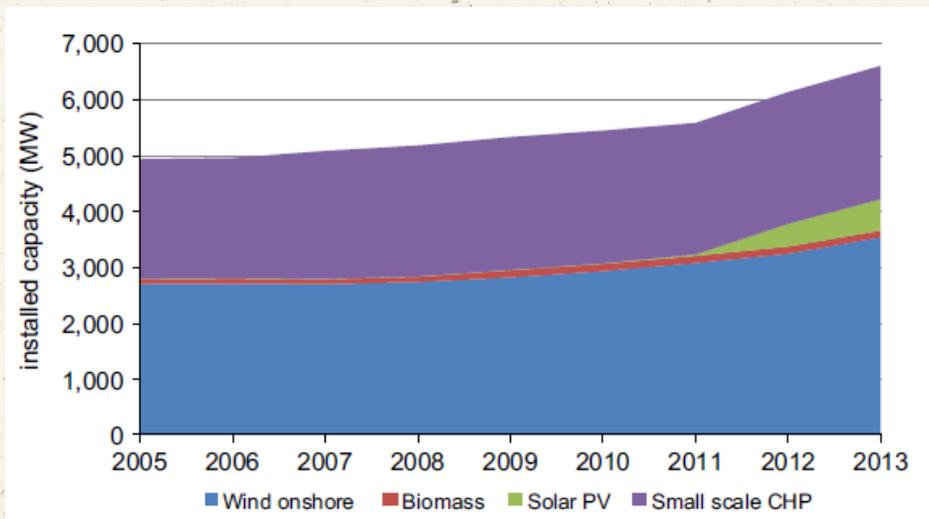


Figura 8: Capacidad instalada de Generación Distribuida en Dinamarca
 Fuente: Anaya et al.

Se observa a su vez, la importancia de las fuentes eólicas, las cuales promedian alrededor de un 50% en la participación de capacidad de Generación Distribuida, durante el periodo estudiado. En el caso de las fuentes solares, aumenta de forma significativa su participación durante los últimos años, pasando de 6 MW en 2009 a 563 MW en 2013.

California. En el caso del estado de California, en Estados Unidos, la expansión de capacidad asociada a Generación Distribuida está fuertemente influida por las decisiones políticas tomadas en este estado. El gobernador Jerry Brown ha planteado, como parte de su programa Clean Energy Jobs Plan, el instalar 20.000 MW de fuentes renovables al año 2020, donde 12.000 MW serán de generación distribuida (KEMA, 2011).

De acuerdo a la investigación realizada por académicos de la Universidad Politécnica de Madrid (Thornton & Rodríguez Monroy, 2011), se tenían alrededor de 3.500 MW asociados a DG en el año 2004, y 17.500 MW en todo el país. En el año 2011, de acuerdo a la California Energy Commission (Thornton & Rodríguez Monroy, 2011), este número, para el estado de California, aumentó a más de 4.200 MW (ver gráfico).

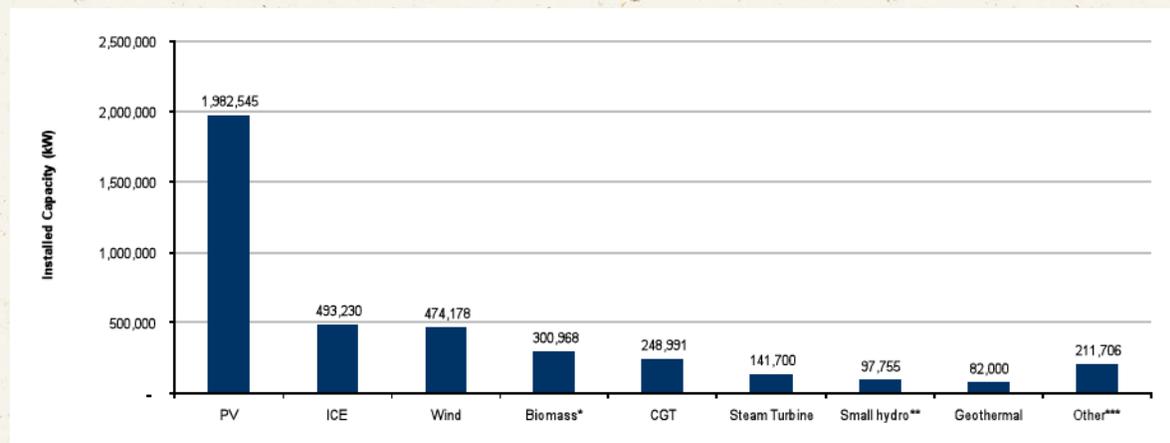


Figura 9: Penetración estimada DG en California al año 2011
Fuente: California Energy Commission

Se observa que la mayor parte de la capacidad instalada de generación distribuida es de fuentes solares fotovoltaicas.

Australia. En el caso de Australia, la información que se ha encontrado es parcial, señalando una fracción de la capacidad instalada asociada a DG, de acuerdo a los proyectos reportados. En estos proyectos se considera un total de 798 MW instalados al año 2011, donde 624 MW se encuentran en el sector comercial e industrial, y 174 MW en el residencial (Ghiotto, Dunstan, & Ross, 2011).

Tabla 5: Proyectos de GD reportados

Organisation	Sector											
	Residential			Commercial			Industrial			Other		
	# of DGs	Total capacity (MW)	% owned	# of DGs	Total capacity (MW)	% owned	# of DGs	Total capacity (MW)	% owned	# of DGs	Total capacity (MW)	% owned
ActewAGL	3,051	5.9	0	-	-	-	-	-	-	-	6.73	0
Aurora Energy	Survey not received											
Citipower	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Country Energy	16,500	43	0	-	-	-	2	60	0	-	-	-
Electranet Pty Ltd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energex	40,224	77	0	20	32	0	-	-	-	-	-	-
Energy Australia	25,000	45	0	-	-	-	-	-	-	43	268.5	41%
Ergon Energy	-	-	-	3	3.36	0	-	-	-	-	-	-
ETSA Utilities	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Horizon Power	1	1.46	0	1	0.5	100%	-	-	-	-	-	-
Integral Energy	-	-	-	1	1.3	100%	-	-	-	-	-	-
Jemena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Power and Water Corp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Powercor Australia	Included in Citipower											
Powerlink Queensland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SP AusNet	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Transend Networks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transgrid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
United Energy Distribution	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Western Power	4	2	0	1	0.012	100%	-	-	-	-	-	-
TOTAL	84,780	174.36		26	37.17		3	60		43	275.23	

Fuente: (Ghiotto, Dunstan, & Ross, 2011)

La inversión mundial en tecnologías de redes inteligentes vio un alza del 7 por ciento el año 2012. Además de las inversiones directas, numerosos países están avanzando en las políticas de regulación de redes inteligentes, planes de desarrollo y marcos para apoyar futuras actualizaciones de infraestructura de redes.

A pesar de una disminución del 19 por ciento en el gasto de redes inteligentes a partir de 2011, el 2012 Estados Unidos mantuvo su condición de líder mundial en el desarrollo de redes inteligentes. Mientras que el gobierno federal ha financiado el desarrollo de redes inteligentes y apoyado proyectos de desarrollo en todo el país, los que han sido amplificados por las muchas distribuidoras individuales que contribuyen con sus propios esfuerzos a actualizar la infraestructura de red. A principios del 2012, los esfuerzos de desarrollo de redes inteligentes en Estados Unidos se habían traducido en 37 millones de medidores inteligentes que cubren un tercio de los hogares estadounidenses. Los esfuerzos continuos de las distribuidoras para desplegar soluciones de redes inteligentes se volverán cada vez más importantes en los EE.UU. cuando las iniciativas de financiamiento federales promulgadas bajo la American Recovery and Reinvestment Act de 2009 comiencen a expirar.

Las redes inteligentes se han desarrollado en mucho países del mundo, destacando las principales establecidas en países como Estados Unidos, Canadá, Unión Europea, Australia, China, Japón e India.

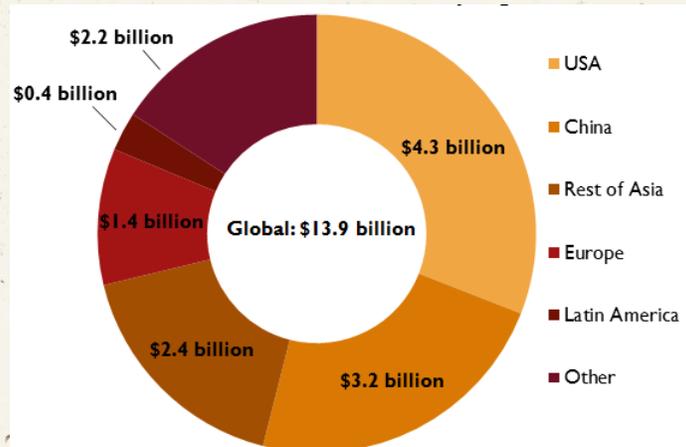


Figura 10: Inversiones de redes inteligente a nivel global al año 2012
Fuente: Bloomberg New Energy Finance (2013)

En particular, la inversión de redes inteligentes en China experimentó otro año de crecimiento. La inversión del país en tecnología de redes inteligentes representó el 57 por ciento de toda la inversión de redes inteligentes en Asia, una región ya muy activa para el desarrollo de redes inteligentes: el continente representó alrededor del 40 por ciento de la inversión mundial, con Japón y Corea del Sur en gran medida centrado en planes de desarrollo e instalaciones.

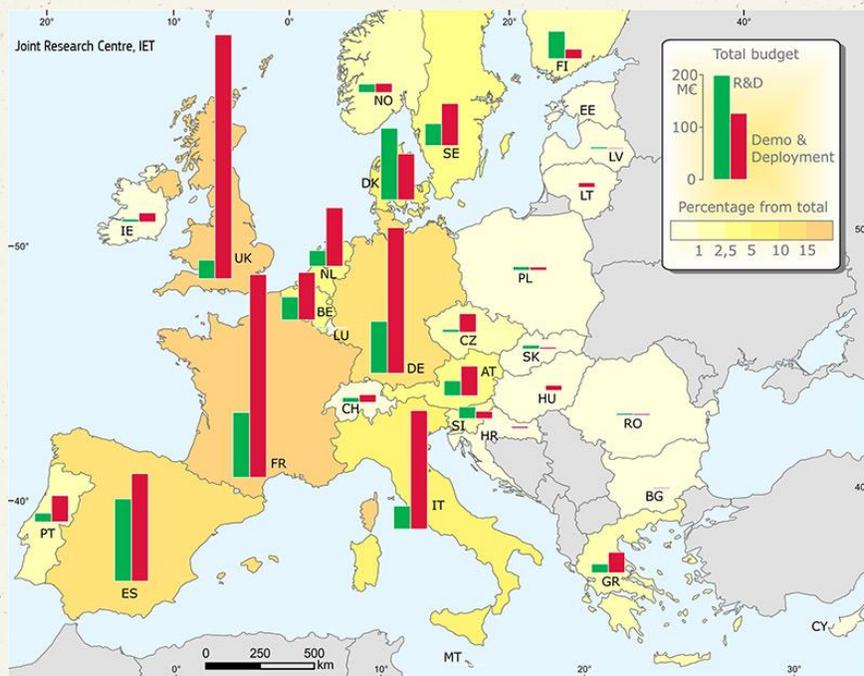


Figura 11: Inversiones en proyectos de SG en Europa
Fuente: Join Research Centre (2013)

El año 2013 se esperaba un desarrollo de más de € 3 Billones en proyectos Smart Grid, equivalentes a más de 450 proyectos (Bloomberg New Energy Finance, 2013).

Por otro lado, la Unión Europea tuvo una inversión financiera más baja que la de Estados Unidos o Asia, pero ha establecido mandatos de instalación de medidores inteligentes en los últimos años y está financiando programas de investigación y desarrollo centrados en tecnologías de redes inteligentes. De hecho, la Directiva de la electricidad 2009/752 / CE exige que en 2020 los estados miembros de la UE desarrollen medidores inteligentes en el 80 por ciento de los hogares en los que el análisis costo-beneficio de las instalaciones sea positivo. El progreso de redes inteligentes en los distintos países de Europa varía en la actualidad, con altas penetraciones de medidores inteligentes en algunos y previstos a futuro en los demás. Por ejemplo, la evolución esperada en los principales países de Europa es la siguiente:

- Francia: 35 millones de clientes con smart-meter al 2021 (90% de clientes)
- España: 26 millones de clientes con smart-meter al 2019
- Alemania: se establece el smart-meter obligatorio para toda edificación nueva, instalaciones FV o consumos >6.000 kWh/año, desde inicios 2015 (aproximadamente el 15% de los clientes)
- Gran Bretaña: se establece el uso de smart-meter que mide electricidad y gas para la mayoría de los clientes al 2019

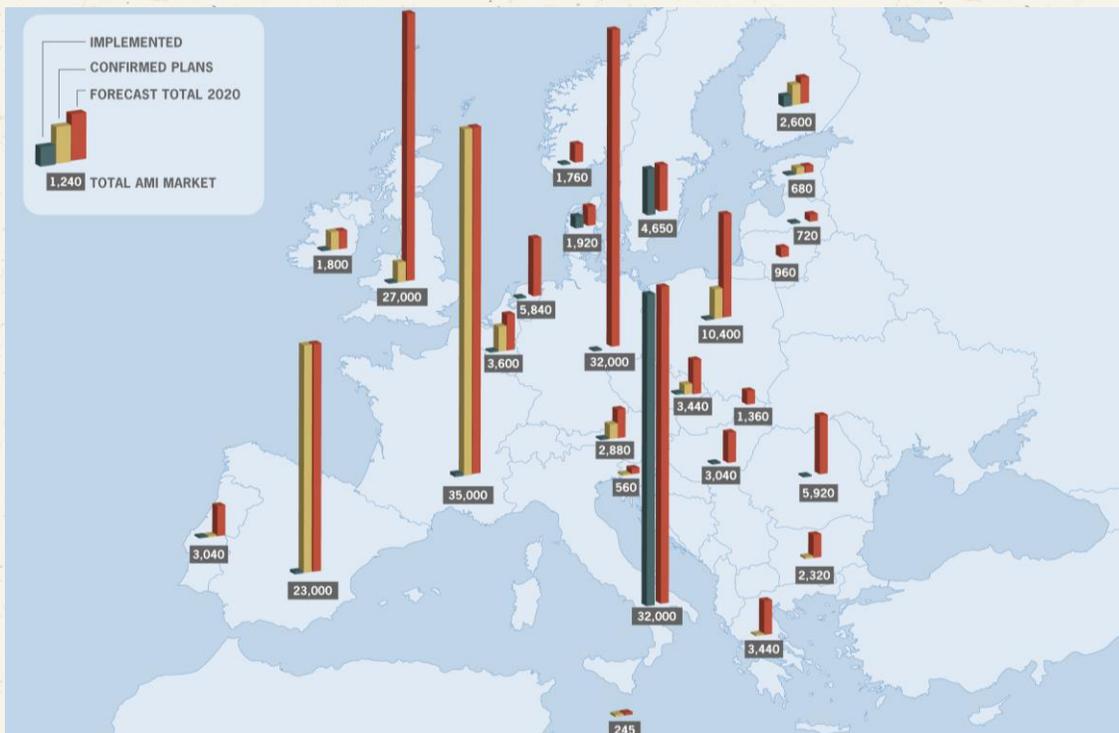


Figura 12: Hotspots medidores inteligentes en Europa: instalados, planeados y proyección 2020
Fuente: GTM Research (2013)

Al año 2016, GTM Research pronostica € 6,8 mil millones al año en inversiones de redes inteligentes en Europa. Los segmentos de mercado que reciben la mayor parte de esta inversión serán infraestructura avanzada de medición (AMI), automatización de la distribución (DA), vehículos eléctricos y empresas distribuidoras (redes IT). En la actualidad, el AMI es el segmento más desarrollado.

Una tecnología fundamental, que actúa como alternativa o complemento a la infraestructura de red inteligente es el almacenamiento de energía, que ofrece sus propios beneficios a la red eléctrica moderna. El número de proyectos de almacenamiento de energía en todo el mundo aumentó un 19 por ciento en 2012. La hidroelectricidad de bombeo domina toda la infraestructura de almacenamiento de energía mundial, lo que representa el 98 por ciento de la capacidad de almacenamiento instalada. Sin embargo, la dependencia de la ubicación de estas y el reconocimiento de la creciente necesidad de almacenamiento de energía vinculadas a la red han puesto tecnologías emergentes, tales como baterías avanzadas. En este sentido, cabe destacar la reciente irrupción de la línea de baterías Tesla para el almacenamiento de energía que se venderá directamente al consumidor.

Las baterías Powerwall de Tesla con capacidad de 7 KWh cuestan US\$ 3.000 y las de 10 KWh, US\$ 3.500, sin contar con los costos del transformador y de la instalación. La batería fue diseñada para ser usada como reserva ante la falta de electricidad en los hogares, pero puede ser igualmente útil para fines comerciales como alternativa a las empresas de energía. Esta importante reducción en los costos y las mayores reducciones que se esperan a futuro, debieran dar un impulso fundamental a las tecnologías relacionadas con las redes inteligentes y la flexibilidad de los sistemas eléctricos para los consumidores (Tesla, 2015).

Todos estos acontecimientos sin duda influirán en los respectivos caminos de desarrollo de las tecnologías que influyen en el desarrollo de las redes inteligentes.

3.2 Barreras identificadas

Se requiere entendimiento y adopción de las tecnologías Smart-Grid y mecanismos de mercado de la energía, que faciliten su implementación. Por ejemplo, los desarrollos en Europa requirieron de apoyos por parte del gobierno, con instrumentos como el Feed-in Tariff.

El sistema chileno tiene características técnicas que permitirían una incorporación relativamente sencilla de esta tecnología, sin embargo, se requiere de modificaciones a la regulación vigente, de modo de permitir que las redes de distribución sean abiertas a un modelo de operación bidireccional y al acceso de los clientes, incluso aquellos de menor tamaño, a la elección de su suministrador y de un esquema tarifario diario. En particular, en Chile el instrumento que existe para la promoción de este tipo de tecnologías, el net-billing, no provoca el impacto esperado en el mercado, de acuerdo a la opinión de ACESOL y otros actores entrevistados.

En la misma línea, dado que las inversiones iniciales son significativas y deben existir señales claras que generen los incentivos para acometerlas, el tema regulatorio es vital para el éxito de estos proyectos. Muy especialmente, de acuerdo al Sr. Santiago Blanco (Director de Tecnologías Energéticas de Indra), se deben implementar modelos de remuneración de los servicios de red que exijan y reconozcan las posibilidades de las redes inteligentes, concretamente la integración de la

generación distribuida al consumo, la implementación de la Gestión de la Demanda y el reconocimiento de los costos reales de la energía.

3.3 Ventajas y oportunidades

Alrededor del mundo, los diferentes actores de la industria de la energía, están impulsando el desarrollo de "Smart Grids". Un ejemplo de esto es el compromiso de la administración Obama realizado el año 2009 de US\$ 3.400 millones para la construcción de una red inteligente que cubra gran parte de ese país, poniendo este proyecto (junto a la mayor inclusión de fuentes de energías renovables) a la cabeza de las prioridades de su gobierno en esta materia (The White House, 2009).

Adicionalmente, existe una amplia legislación asociada a generación distribuida en el mundo (como el net billing) y otros desarrollos que podrían servir para desarrollar regulaciones asociadas o mejorar las existentes.

Por otra parte, la implementación de estos desarrollos permitiría mejorar la competitividad de la industria, alcanzando ahorros importantes en las cuentas de electricidad, además de los ahorros para el resto de los consumidores, con la consiguiente reducción en los requerimientos de capacidad instalada eléctrica, asociado a sus impactos en contaminación local y global. A ello se suma las mejoras en la seguridad, confiabilidad y eficiencia del sistema eléctrico.

Es una tecnología clave que permitiría el desarrollo de las energías renovables, la adopción de vehículos eléctricos y mejoras en la eficiencia energética.

3.4 Secuencialidad

No se dispone de estudios que permitan definir alguna secuencialidad para la penetración de esta tecnología en el país, por lo que no se han definido metas u horizontes de desarrollo para la tecnología.

4. Calefacción distrital y otras tecnologías no convencionales

La calefacción con leña en el sur del país es una fuente de contaminación por material particulado muy importante y que ha provocado que la mayoría de las grandes ciudades al sur de Rancagua se encuentren declaradas saturadas o latentes por este contaminante.

Para controlar el incremento de la contaminación el Gobierno trabaja en planes de descontaminación atmosférica (PDA) en diversas ciudades. La Estrategia de Descontaminación Atmosférica 2014-2018 considera la realización de 14 planes, donde la gran mayoría es por MP 2.5., siendo el PDA de Temuco, para MP2,5 el primero en ser promulgado a nivel nacional (MMA, 2015).

Para cumplir con estas exigencias el gobierno promueve iniciativas de "inclusión de sistemas de calefacción basados en combustibles limpios y a precios competitivos". Entre las medidas que se plantean se pueden mencionar:

1. Fortalecimiento de Programas de Mejoramiento Térmico de la vivienda, a través del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
2. Implementación del Programa de Recambio de Calefactores.
3. Regular calefactores y calderas mediante una norma de emisión al aire.
4. Etiquetado de calefactores y calderas según su eficiencia energética.
5. Promover sistemas de calefacción distrital.
6. Promover combustibles de madera procesada (pellets).

De esta forma, la calefacción distrital se presenta como una solución alternativa al uso de leña de manera desregulada y que podría permitir mantener el uso de este combustible (con sus consiguientes beneficios en reducción de contaminación global) u otros que sean promovidos por el regulador.

4.1 Descripción

En los sistemas de calefacción distrital el calor es generado de forma centralizada o tomada desde una fuente de calor existente y distribuido a través de una red de tuberías, usualmente utilizando agua caliente o vapor como fluido portador, conformadas por una red de suministro y una red de retorno. El fluido llega a los puntos de consumo donde el calor se extrae a través de intercambiadores de calor, radiadores o loza radiante.

La forma de maximizar la oportunidad de energías renovables para calefacción y climatización requiere que se haga el mejor uso de la energía renovable intermitente cuando ella está disponible, por ejemplo, a través de bombas de calor y otros elementos de alta eficiencia. Adicionalmente se requiere almacenar la energía renovable intermitente de manera eficiente para su uso futuro cuando exista demanda de los consumidores. Para ello se requiere disponer de un almacenamiento Térmico – Eléctrico inteligente.

4.1.1 Tendencias internacionales relevantes

En Europa los sistemas distritales tienen una presencia alta, con alrededor de 5.000 sistemas, lo cual representa un 12% del mercado del calor. La mayoría de los sistemas son alimentados con combustibles fósiles (80% en Alemania, 76% Polonia, 43% Francia e Italia). En algunos países las tasas de acceso son altas, como el caso de Islandia (92%), Dinamarca (61%), Finlandia (50%), entre otros (GeoDH, 2015).

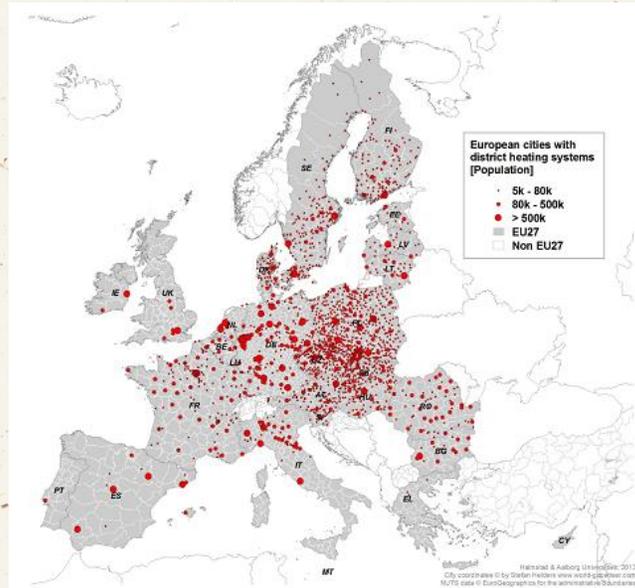


Figura 13 Ciudades con calefacción distrital en Europa
Fuente: (GeoDH, 2015)

Respecto a la penetración Calefacción Distrital en Europa y su fuente de generación (energía renovable) y si ella proviene de cogeneración, las participaciones de ello se pueden observar en la siguiente tabla.

País	Pobl. con acceso a CD	Proviene de ER	Cogeneración
Austria	21%	23%	64%
Dinamarca	61%	19%	69%
Finlandia	50%	6%	76%
Islandia	92%	79%	21%
Suecia	48%	23%	70%

Como se puede observar en las figuras siguientes, la UE espera poder alimentar casi la totalidad de la demanda de calor mediante sistemas renovables para el año 2040 en el escenario de línea base, en donde la biomasa posee una participación relevante, en conjunto con los sistemas de geotermia (RHC, 2011).

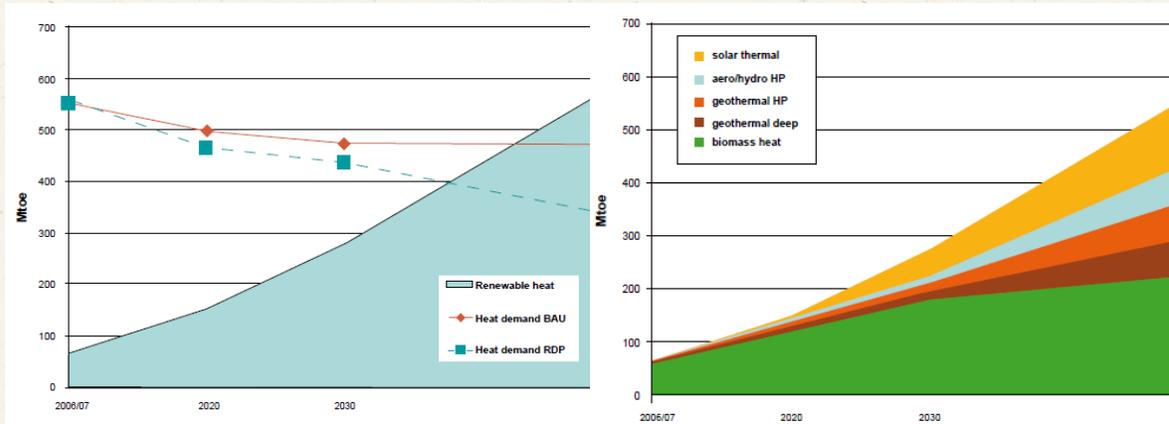


Figura 14 Uso de energía renovable para demanda de calor y su participación
Fuente: (RHC, 2011)

Por ejemplo, a nivel de Alemania, la participación de distintos combustibles para calefacción, incluye alrededor de un 33% de participación del consumo con sistemas distritales para el año 2050, como se puede ver en la figura a continuación.

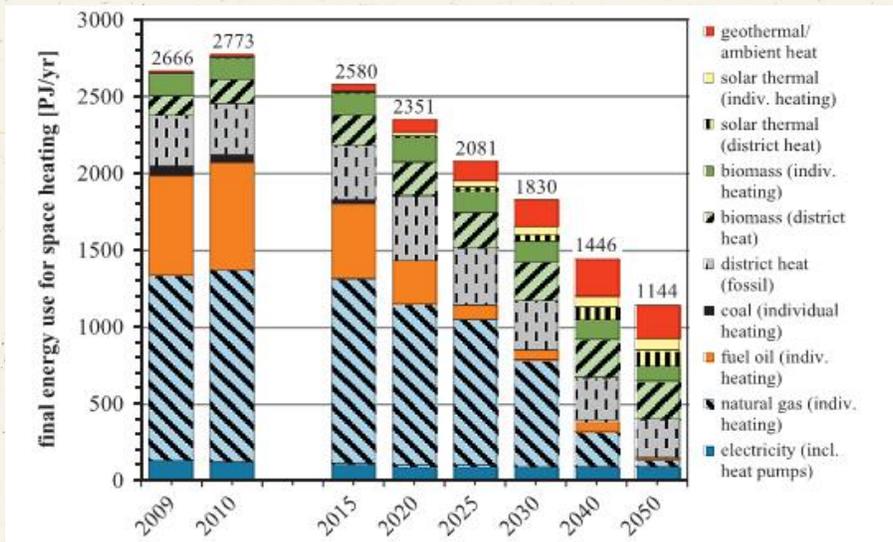


Figura 15 Participación de sistemas distritales y otros en Alemania
Fuente: (Thomas Pregger, 2013)

Para el caso de la biomasa, uno de los elementos clave es el desarrollo de sistemas distritales, en donde se indica que son más eficientes, pero que poseen la barrera de la necesidad de sistemas de transporte de calor. Se habla de desarrollos que puedan combinar calderas de biomasa con sistemas de ciclo Rankine Orgánico, de tal manera de tener sistemas que combinen generación de electricidad con calor.

La visión de la UE al respecto es que para 2030: “residuos de biomasa y basura serán usados como combustibles estándar, sin serios problemas técnicos, en unidades industriales de mejorada

eficiencia y disponibilidad. La biomasa contribuirá significativamente a procesos de alta temperatura.” Incluso para el año 2050 hablan que: “el 80% de la biomasa (sustentable y económicamente competitiva), será utilizada en procesos industriales, o sistemas distritales para calefacción o aire acondicionado” (RHC, 2012). Por lo tanto, el desarrollo de la investigación está orientado respecto de la biomasa a temas de: seguridad del suministro, combustible y carga de éste, eficiencia y emisiones y sustentabilidad.

Con respecto a los sistemas basados en geotermia, especialmente en lo referido a los sistemas de calefacción o de aire acondicionado, se habla de mirar el sistema de energía, antes de instalar los sistemas. Esto implica por ejemplo reducir la demanda de energía de las edificaciones mediante una mejor aislación, para lograr que estos sistemas puedan entregar un aporte significativo a la demanda de energía (por ejemplo, una bomba de calor en una vivienda bien aislada con un sistema de ventilación forzado puede ayudar a precalentar o pre enfriar). Para los sistemas distritales, el uso de energía de geotermia profunda es relevante para este tipo de sistemas, por cuanto se requieren temperaturas altas, para poder inyectar el calor en las redes (RHC, 2014).

Finalmente, el desarrollo esperado en las tecnologías hacia 2050, con el desarrollo de unidades de cuarta generación, permitirá mejores eficiencias y menores niveles de temperatura, los cuales permitirán satisfacer menores niveles de demanda, interactuar con sistemas inteligentes.

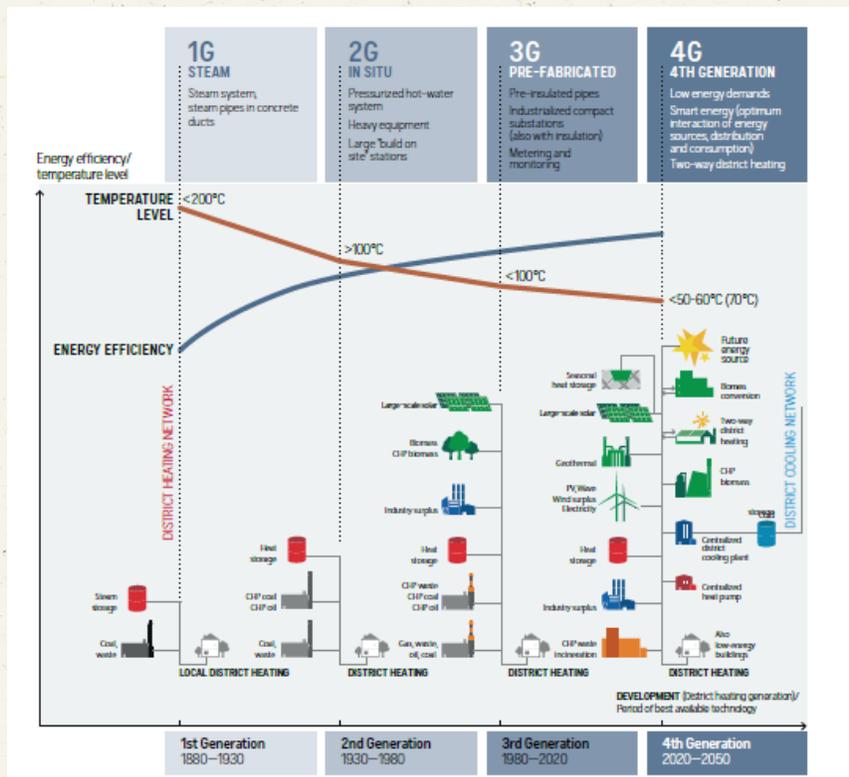


Figura 16 Desarrollo de tecnologías distritales
Fuente: (PNUD, 2015)

Entonces un sistema en el futuro, con un diseño moderno de sistema distrital debería ser como el siguiente, en donde desaparecen por ejemplo las demandas eléctricas de aire acondicionado, las

cuales son entregadas con sistemas distritales; y se pueden observar las diversas fuentes que ahora alimentarán el sistema, las cuales permiten un sistema más seguro y confiable en el futuro.

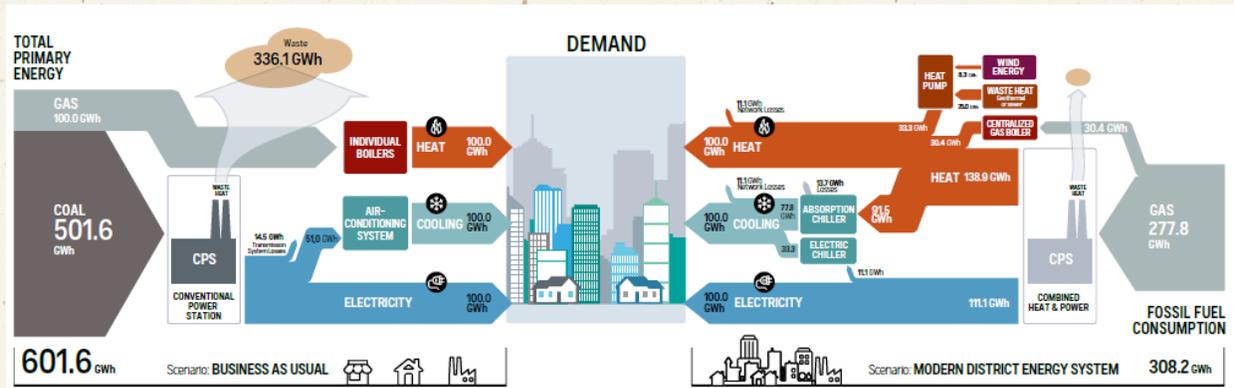


Figura 17 Actual y futuro Sistema distrital
Fuente: (PNUD, 2015)

4.2 Barreras identificadas

Los desafíos son respecto a la disrupción de estas tecnologías en ciudades existentes, en donde se requiere instalar las plantas y los sistemas de distribución, los cuales además poseen un importante costo inicial de inversión. En el caso de Chile, esto es especialmente crítico debido a que no hay un sistema centralizado de planificación de las ciudades, que permita establecer y definir en una entidad las necesidades de calor, los trazados por donde va a pasar el sistema, es decir se requiere crear una institucionalidad que permita regular esta situación.

Luego, se requiere entendimiento y adopción de las tecnologías y de mecanismos de mercado de la energía, que faciliten su implementación.

También las barreras pueden ser del tipo financieras, por los altos costos asociados al sistema; culturales y de la ciudadanía, debido a la necesidad de intervenir la ciudad; de disponibilidad de los recursos; de capacidad de las instituciones para poder manejar las nuevas regulaciones y de los privados para instalar la nueva infraestructura requerida. Se hace necesario además generar una base de clientes inicial, que permita generar la base para poder desarrollar la demanda o el modelo de negocio que permita realizar las inversiones.

Por ejemplo, en el caso de la geotermia es necesario contar con mapas precisos que permitan evaluar si las distancias desde las fuentes, permitirían el acceso a los recursos de geotermia profunda.

Por último, una barrera importante a la hora de adoptar e implementar estas tecnologías novedosas es la poca cultura de innovación y asociatividad existente en el país.

4.3 Ventajas y oportunidades

Los sistemas distritales permiten una mayor eficiencia en la generación de calor que los sistemas tradicionales, permiten que las emisiones sean más fácilmente controlables; una mayor variedad en el uso de combustibles, gracias a que los sistemas de gran escala permiten usar biomasa, sistemas renovables (solar), desechos y el calor residual que pudiese estar disponible por parte de las industrias; y por lo tanto permiten una integración en gran escala de los renovables en las ciudades. También con la infraestructura adecuada, permitiría entregar aire acondicionado y por lo tanto reducir el uso de HFC, y de puntas de consumo de electricidad (SmartReFlex, 2015).

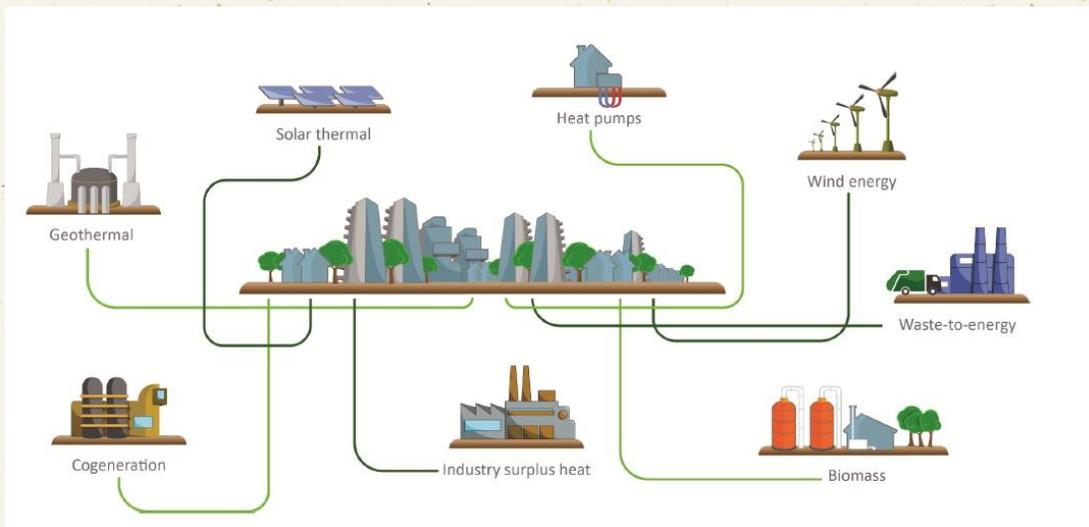


Figura 18 Integración de distintas fuentes en el sistema distrital
Fuente: (SmartReFlex, 2015)

4.4 Secuencialidad

Si bien la calefacción distrital se considera como una de las opciones interesantes para ayudar a resolver los problemas de contaminación asociados al uso de la leña en el sur del país, aún no existe información relevante ni estudios suficientes para determinar si podría tener una penetración interesante en el futuro. De esta forma, no es posible determinar una secuencialidad para su implementación.

5. Trabajos citados

- Lewis, C. (2010). *A Recent Scandal: The Home Insulation Program*. Obtenido de <http://press.anu.edu.au//wp-content/uploads/2012/08/ch082.pdf>
- Lo, K. (2015). The "Warm Houses" program: Insulating existing buildings through compulsory retrofits. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* , 63-67.
- Galvin, R. (2015). *The Rebound Effect in Home Heating: A Guide for Policymakers and Practitioners*. Routledge.
- UCL. (2014). *Making Decisions on the Demolition or Refurbishment of Social Housing*. UCL.
- Technology Strategy Board. (2015). *Reducing Energy use in existing homes: A guide to making retrofit work*. Technology Strategy Board.
- Brounen, D., & Kok, N. (2010). On the Economics of Energy Labels in the Housing Market. *Journal of Environmental Economics and Management* , 166-179.
- Ziesing, H.-J. (2013). *The German "Energiewende" - Targets, Costs and Financing*.
- Hatt, T. (2012). *El estándar "Passivhaus" en el Centro-Sur de Chile - Un estudio paramétrico multifactorial*. Concepción.
- Statista. (2015). *Statistics and Facts about the U.S. Green Building Industry*. Obtenido de <http://www.statista.com/topics/1169/green-buildings-in-the-us/>
- McGraw Hill Construction. (2013). *World Green Building Trends*.
- Department for Business Innovation and Skills. (2013). *An economic analysis of the sector*. Department for Business Innovation and Skills.
- MMA. (2014). *Agies Coyhaique*.
- Lignum. (2015). *Aislación térmica: especialistas dicen que falta mano de obra calificada*. Obtenido de <http://www.lignum.cl/2015/08/12/aislacion-termica-expertos-dicen-que-falta-mano-de-obra-calificada/>
- GeodH. (2015). *Geothermal District Heating*. Obtenido de <http://geodh.eu/>
- RHC. (2011). *Common Vision for the Renewable Heating & Cooling sector in Europe*. RHC.
- Thomas Pregger, J. N. (2013). Long-term scenarios and strategies for the deployment of renewable energies in Germany. *Energy Policy* , 59, 350-360.
- RHC. (2012). *Strategic Research Priorities for Biomass Technology*.
- RHC. (2014). *Geothermal Technology Roadmap*. RHC.
- PNUD. (2015). *District Energy in Cities*.
- SmartReFlex. (2015). *Smart and flexible 100% renewable district heating and cooling systems for European cities* .
- Navigant Consulting. (s.f.). Obtenido de <http://www.navigantresearch.com/research/global-distributed-generation-deployment-forecast>

- Anaya, K. L., & Pollitt, M. G. (2015). Integrating distributed generation: Regulation and trends in three leading countries. *Energy Policy* .
- Ruiz-Romero, S., Colmenar-Santos, A., Gil-Ortero, R., & Molina-Bonilla, A. (2013). Distributed generation: The definitive boost for renewable energy in Spain. *Renewable Energy* (53), 354-364.
- KEMA. (2011). *European renewable distributed generation infrastructure study - lessons learned from electricity markets in Germany and Spain*. California Energy Commission.
- Thornton, A., & Rodríguez Monroy, C. (2011). Distributed power generation in the United States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (15), 4809-4817.
- Ghiotto, N., Dunstan, C., & Ross, K. (2011). *Distributed Generation in Australia: Status Review*.
- Ministerio de Energía. (2015). ENERGÍA 2050: Política Energética de Chile . *Documento Borrador en Consulta* . Santiago, Chile.
- Ashby, R., & Pitts, A. (2011). *A study of the relationships between income, energy consumption and home insulation installation*. Sheffield Hallam University, City Campus, Department of Architecture and Planning, Reino Unido.
- MINVU. (2015). *Código de Construcción Sustentable para Viviendas, Chile*. Versión N°2 borrador, Santiago, Chile.
- Bustamante, W. (2014). *Evaluación económico-social para propuesta de actualización de estándares para la aplicación de estándares de desempeño térmico en viviendas. (OGUC Artículo 4.1.10)*. Ministerio de Energía, Santiago, Chile.
- MINENERGIA. (2014). *Agenda de Energía un desafío país, progreso para todos* . Ministerio de Energía, Santiago.