

Implementación de calefacción sustentable para un mejoramiento en la calidad del aire en la comuna de Valdivia, XIV Región de Chile.

Marcelo Arriagada Saldías^a, Israel Díaz^a, Diego^b

^aInstituto de Informática, Universidad Austral de Chile

^bAffiliation not available

Abstract

For the south area of Chile, the toughest season of the year is winter. As an inhabitant of this area due to experience and personal understanding, one of the most common problems is the amount of contamination caused by the heating of traditional oxidizing agents mostly produced by residential areas (over 90 % of the total). Traditional heating systems need to generate caloric energy through non-renewable resources like wood as primary fuel. Thinking in the generation of energy for heating, nowadays there are renewable means or technologies that avoid the direct impact to the environment. Although it is easy to think how to produce it we also need to know how to preserve it. One possible option is through thermal improvements to households which optimize the energetic resource as an individual entity. Once this objective is accomplished, a system of centralized energetic distribution that delivers heating to households through a “shared distribution system” is proposed, allowing not only to maintain or settle the necessity, but also to optimize the energetic resource.

1. Introducción

En la actualidad, el deterioro y decrecimiento exponencial de los niveles de la calidad del aire en Chile, son una de las problemáticas que mas impactan en la comunidad en general. Pese a los innumerables decretos y recursos para poder cumplir con los estándares dentro de las normas de calidad primaria y secundaria actuales, aún se esta por debajo de dichas metas. Bajo este marco, en el año 2010, el Ministerio del Medio Ambiente, comenzó la elaboración e implementación del Programa Aire Limpio, con el fin de mejorar la calidad del aire en las principales zonas urbanas del país. Una de las regiones centro-sur del país que son fuentes importantísimas de contaminación atmosférica, es la ciudad de Valdivia, un lugar cuya riqueza de flora y fauna, no esta exenta de esta problemática. Durante el año 2014, el Ministerio del Medio Ambiente por la Ley N° 19.300, declara Zona Saturada por Material Particulado Respirable MP10 y MP2,5 a esta comuna. Es así, como se establece un Plan de Descontaminación Atmosférica, cuyos propósitos es, por ejemplo, la reducción del uso de la calefacción a leña y derivados de la leña, en ciertos sectores (polígonos) de la ciudad. Esto se debe a la alta demanda que tienen los hogares con el uso de la madera, debido a las bajas temperaturas; haciendo de esta forma, un uso mas prolongado de las calefacciones. Es en este apartado, donde se desea implementar un nuevo artefacto de calefacción sustentable a través de calefacción distrital, entrelazado a la implementación de alguna energía renovable, para apoyar a dicho sistema de calefacción. Las principales características, son las de no emitir agentes contaminantes a la atmósfera, conllevando así, a una notable mejora de la calidad del aire y de vida en Valdivia.

2. Background

2.1. Revisión bibliográfica

2.1.1. Material Particulado

La presencia de contaminantes en la atmósfera como material particulado(MP), dióxido de azufre(SO₂), dióxido de nitrógeno(NO₂) y ozono(O₂); son responsables de un gran impacto a la salud de la población que se encuentran en un rango de edad menor a 8 años y mayores de 65 años, con enfermedades respiratorias y cardiovasculares[1, 2]. Además de este impacto, afecta en la vida silvestre y al material de las propiedades.

El material particulado(MP) es un contaminante atmosférico que corresponde a aquellas partículas líquidas o sólidas que se encuentran en suspensión, siendo posible clasificarlo según su métrica: partículas menores a 10 micrones conocidas como MP10(grueso) y partículas menores a 2,5 micrones, conocidas como MP2,5(fino).

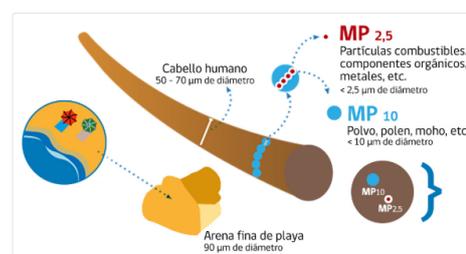


Figura 1: Analogía entre el tamaño de un pelo y de la arena fina de playa con partículas MP₁₀ y MP_{2,5}. Fuente: imagen de sitio web airechile.mma.gob.cl/faq

48 La gravedad de la fracción fina $MP_{2,5}$, es que penetran en las
49 vías respiratorias, centrándose en los pulmones y los alvéolos.
50 Esto hace que aumente el riesgo de mortalidad prematura por
51 efectos cardiopulmonares, tanto en exposiciones de corto y lar-
52 go plazo.

54 Referente a la fracción gruesa MP_{10} , existe una presunta rela-
55 ción entre la exposición de corto plazo y los efectos respiratori-
56 os y los efectos respiratorios y cardiovasculares, no hay eviden-
57 cia suficiente para descartar un efecto de la exposición crónica,
58 al particulado grueso ni tampoco sugiere su asociación[3].

59 2.1.2. Emisiones de contaminantes

60 Las fuentes emisoras de contaminantes, se clasifican, según,
61 sus características en fuentes fijas, móviles y fugitivas.

62 **Las fuentes fijas** abarcan las emisiones generadas por la
63 quema de combustibles de productos tanto de actividades indus-
64 triales como residenciales, ya sea para la generación de energía,
65 calor o vapor y otros procesos industriales. Además se incluyen
66 las emisiones generadas por la quema de biomasa, asociada a la
67 calefacción de viviendas.

68 **Las fuentes móviles** involucran a las emisiones de los
69 gases de escape, desgaste de frenos y neumáticos, de distintos
70 tipos de transporte.

71 **Las fuentes fugitivas** consisten en emisiones que no son
72 canalizadas por ductos, chimeneas u otros sistemas hacia el ex-
73 terior, tales como emisiones provenientes de calles pavimenta-
74 das y sin pavimentar.

75 2.2. Casos similares

76 En reiteradas ocasiones, se han estudiado diversos medios
77 de calefacción alternativos a los derivados fósiles o de la leña,
78 partiendo por estudios de mejora estudios de uso de energía
79 geotérmica, calefacción solar, a partir de biomasa, aplicados en
80 habitaciones, viviendas, sectores, e incluso ciudades.

81 Estudios realizados por la Universidad del Bío-Bío, Chile,
82 ven el asunto desde el punto arquitectónico, distinguen que las
83 edificaciones mejor construidas (i.e. utilizando el estándar Pas-
84 sivhaus), tienen un costo de operación aproximadamente un
85 80% menor a una vivienda tradicional[4]. La Universidad de
86 Concepción, en cambio, ha analizado el costo-beneficio de la
87 calefacción distrital en base a biomasa en la zona central de
88 Chile[5].

89 La Universidad de Ontario, Canadá, compara el uso de siste-
90 mas geotermiales, tales como los sistemas de bombas de calor
91 geotérmico, con sistemas más tradicionales(gas natural, cale-
92 factores eléctricos, etc.)[6].

93 Cruzando el Atlántico, en Dinamarca se creó la primera
94 fábrica combinada de poder y calor en 1903, suministrando ca-
95 lor a un hospital. Después de la crisis de petróleo de 1973, se
96 disparó el uso urbano de los sistemas de calefacción distrital,

97 y actualmente se estudia como puede participar en futuros sis-
98 temas energéticos renovables[7]. En la actualidad Dinamarca
99 es uno de los países mas eficientes energéticamente del mun-
100 do [8].

101 Tomando como ejemplo a Alemania, en Berlín se están cre-
102 ando sistemas de calefacción solar urbana[9, 10]; Hamburgo
103 usa calefacción distrital, proveyendo el 19% de las viviendas, y
104 planean incrementar ese porcentaje para el 2020[11].

105 China también ha optado por calefacción distrital, represen-
106 tando el 70% de la calefacción de edificios urbanos, e indagan
107 en nuevos métodos de calefacción[12].

108 Por otra parte, hay diversos proyectos energéticos en la
109 comuna de Coyhaique, algunos destinados a la calefacción cale-
110 fación distrital en el sector residencial[13], y otros enfocados
111 en el consumo y generación energética[14, 15], como también
112 hay planes para las ciudades de Temuco[16] y Chillán.

113 3. Descripción del problema

114 3.1. Descripción general del problema

115 La zona centro-sur, en específico, la ciudad de Valdivia, se
116 caracteriza por tener un clima del tipo templado lluvioso. La
117 temperatura media anual es de 10°C. El periodo cálido es entre
118 los meses de diciembre a febrero, con una media de 17°C y
119 una máxima de 30°C. Mientras que las temperaturas mínimas
120 se observan en el periodo de junio a agosto, encontrándose la
121 temperatura mínima en el mes de julio.

122 Además de las bajas temperaturas, las precipitaciones en Val-
123 divia son, en particular, de origen ciclónico o frontal. Éstas pue-
124 den tener una duración de varios días, con un aporte de agua
125 que puede superar los 100 mm por tormenta.

126 Es a partir de estos factores, que los niveles de concentración
127 promedio diarias del material particulado, se ve incrementado
128 entre los meses de abril a septiembre, ocurriendo en esta época,
129 los casos en los que se supera el valor establecido por norma
130 (20 microgramos por metro cúbico).

131 Esta relación existente entre las bajas temperaturas promedi-
132 os diarias y la concentración de material particulado, se debe
133 principalmente al uso de la leña y derivados de la madera, que
134 implementan las familias valdivianas para el funcionamiento
135 de los calefactores presentes en sus viviendas. Dicha preferen-
136 cia se debe por su bajo costo de adquisición con respecto a otros
137 sustitutos.

138 Ante este escenario, es que el Ministerio del Medio Ambiente
139 interviene e implementa por Decreto Supremo, el plan de Des-
140 contaminación Atmosférica para la comuna de Valdivia[17],
141 subdividiendo la comuna en zonas para aplicar el Plan, el cual
142 consiste en que se habilite el uso de la calefacción a leña
143 o derivados de la madera a ciertas zonas, mientras que en la

144 zona restante, no podrán implementar dichos métodos de calefacción.
 145

146 Las consecuencias de la implementación de este Plan, es que
 147 aún se concentran altos niveles de contaminación atmosférica
 148 y en cierto sectores de la comunidad local (los sectores se van
 149 intercalando), no pueden utilizar la calefacción tradicional por
 150 un cierto periodo de tiempo, quedando imposibilitados generar
 151 calor en sus hogares.

152 4. Métodos de estudio del problema

153 4.1. Método de análisis y diseño de la solución

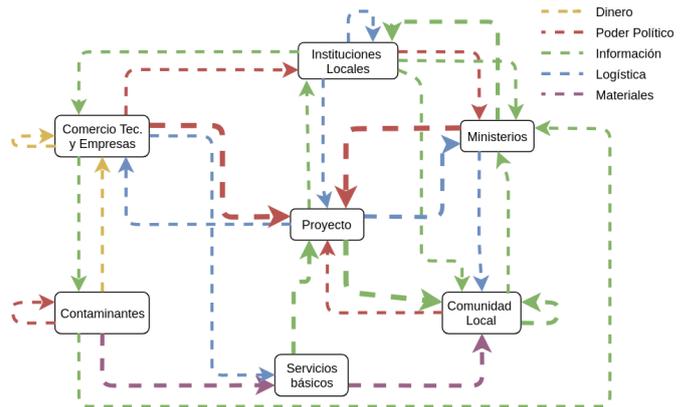
154 Basado en el escenario y propuesta sugerida, la interacción
 155 de los usuarios y entidades que se relacionan con el sistema
 156 propuesto aparecen en la Figura 2, basado en un gráfico de
 157 interés/poder, dando claridad sobre cuales son participaciones
 dentro o fuera del sistema.



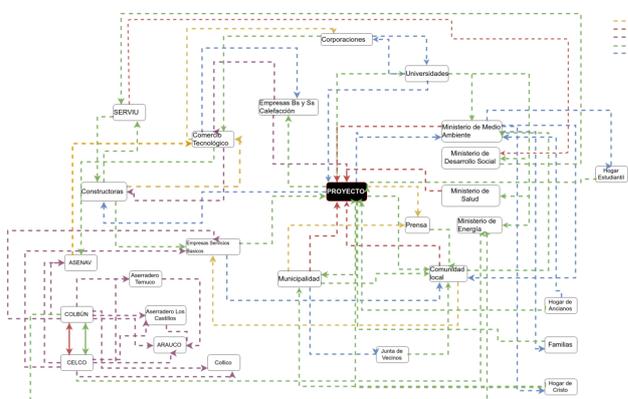
158 Figura 2: Gráfico de interés v/s poder de usuarios y otros entes relacionados al sistema propuesto

159 Cabe mencionar que hay entes también de tipo contaminantes
 160 que también se relacionan con el sistema, pero que no muestran
 161 interés como las empresas de generación energética, pero si algo
 162 de poder, ya que éstas mismas generan la dependencia de su matriz
 163 como fuente fundamental energética para el sistema interconectado
 164 local de la Región de los Ríos, junto con otras más que son
 165 industrias de refinación pequeñas locales, donde en su forma natural
 166 no presentarán interés en el uso sustentable de energía además del
 167 poco interés. Al contrario del gráfico, podemos explicar que usuarios
 168 que conforman en su mayor parte la comunidad o en contacto con el
 169 problema, junto con los ministerios y entes de decisiones políticas
 170 locales, poseen gran parte del interés y poderes del mismo sistema.
 171

172 Para dar peso y relacionar los entes o participantes de este sistema
 173 que interactúan, mediante un gráfico de "Stakeholders Value Network"
 174 (SVN) [Fig. 3], se podrá ver con más claridad sus relaciones y tipos
 175 de interacción, dando conexiones de varios niveles transitivamente.
 176



177 Figura 3: Stakeholders Value Network (SVN), del sistema propuesto



178 Figura 4: SVN Detallado del sistema propuesto

179 Como se evidencia en la Figura 3, podemos notar las relaciones de tipo "Material" que poseen las empresas productoras con las matrices energéticas, mientras que los ministerios se logran relacionar mediante "Información" y en algunos casos entrega de apoyo político a otros entes, además de "Logística" que permite el uso de recursos operacionales hacia los otros entes relacionados.

180 Rich Picture:

181 Para proveer un modelo de nuestro sistema, es que se implementó un rich picture, la cual son expresiones artísticas caricaturizando tanto los stakeholders como las problemáticas tanto presentes como emergentes (Figura 5).

182 Se modela un OPD S0 (Figura 6) y S1 (Figura 7) para poder desentrañar el funcionamiento y las interacciones de los componentes básicos

183 Loops Causal:

184 Se implementó este diagrama, con la finalidad de entender las relaciones existentes entre los componentes (Figura 8).

185 4.2. Diseño del sistema propuesto

186 ■ Fase 1: Acondicionamiento térmico en las viviendas

241 postulacion a mejoramiento termico MINVU), que nos permita293
242 mantener la calefaccion producida. 294

- 243 1. Para la produccion la fuente energetica, se contara con un
244 modelo generacion basico "TermoSolar" que permita tener
245 una temperatura base para el equilibrio termico de la
246 indicando que esta ser opcional en su adquisicion, dando
247 a entender que mercado tecnologico ya nos permite este
248 tipo implementos calefaccion [19], [20], [21] . Para ello
249 posteriormente sera necesaria su almacenamiento para su
250 distribucion. 302
- 251 2. Mediante la produccion de energia, sera necesaria su alma-303
252 cenamiento, la cual sera definido dependiendo del medio304
253 o tecnologia usada para el proposito, para ello un termo o
254 baterias (en caso de conservar algun sistema auxiliar elec-306
255 trico) que concentren la energia acumulada que en caso del
256 uso de baterias, usarlas para electrificar el termo, y esta (a
257 traves del termo) pueda ser distribuida por una red de tube-308
258 rias por conveccion termica, la cual puede ser por agua o
259 aire, dependiendo de la tecnologia usada en la generacion311
260 de energia, segun las normativas y leyes vigentes para el
261 uso y almacenamiento sistemas hidraulicos [22] [23] . 313
- 262 3. La energia almacenada (a traves de un termo) sera distri-314
263 buida a traves de una red de tuberias (ya sea por agua o
264 por aire) por *conveccion*, donde existan puntos especificos316
265 y estrategicos a calefaccionar dentro del hogar. Indican-317
266 do todos sus detalles tecnicos para su instalacion que esto318
267 requiere en aspectos ingenieriles, tanto para distribucion319
268 hidraulicas como en los sistemas de aislacion en su dis-320
269 tribucion, segun las normativas chilenas de generacion y321
270 distribucion de sistemas hidraulicos [24]. 322
- 271 4. El Acoplamiento de tecnologias productoras, en su gene-323
272 racion permite como elemento basico la calefaccion. Ya324
273 visto sus distintos usos, un sistema de generacion ener-
274 getica sustentable [25], estos mismos dependiendo de las
275 necesidades segun sector geografico de la vivienda, se podra
276 optar por componentes que permitan ser acoplados, per-325
277 mitiendo el uso de algunos servicios basicos adicionales,326
278 como la electricidad ademas de la calefaccion y en otros327
279 aspectos mas importantes como el agua. 328

281 ■ Fase 3: "Red Distrital"

282 Uno de los principios generales al momento de la produc-333
283 cion energetica, es su proceso de distribucion, donde labores334
284 ingenieriles abordan sistemas de redes complejas, que permiten la335
285 conectividad, como medio principal de transporte independien-336
286 te de lo generado. Por lo mismo, se estableceran algunos requi-337
287 sitos para la implementacion de una red de distribucion ener-338
288 getica a nivel de "distrito". Con el objetivo de lograr un sistema339
289 de calefaccion distribuido, con la finalidad de que la calefaccion340
290 incorpore el concepto de "compartir" recursos con el domicilio341
291 colindante para su conservacion entre el inicio-destino, donde342
292 su implementacion de la red hacia el domicilio, sera opcional. 343

Para lograr este objetivo, sera necesario el cumplimiento
de requisitos fundamentales, y estudios que den como susten-
to no solo la idea base, tambien posibles estudios futuros del
mejoramiento de este sistema:

1. Sera necesario en primera instancia, haber cumplido con
la FASE 1 del proceso de mejoramiento termico de la vi-
vienda, para optimizar el recurso de energia a producir y
distribuir, permitiendo hasta un 58% de la eficiencia ener-
getica por hogar[26].
2. Para la implementacion de un sistema de distribucion dis-
trital, es tener un estudio base de la demanda energeti-
ca para la distribucion por domicilio, por lo que basado
en los datos obtenidos se estimaria una demanda de 80
[kWh/m2(ano)] aproximadamente por hogar. [?]
3. Modelo de produccion energetica sustentable para la de-
manda solicitada para la red distrital, dando a entender
que esta puede reducir, si se cumple con que cada vivienda
cuenta con la implementacion de la FASE 2.
4. Modelo de organizacion para la red de distribucion domi-
ciliaria, como bosquejo de la idea a implementar.
5. Un modelo de operacion del sistema distrital, entregando
control del sistema de calefaccion y gestion de recursos en
estados de su baja demanda dependiendo de la irregulari-
dad climatica de la zona basado en proyecciones.
6. Se necesitara contar con servicios de manutencion pa-
ra solventar posibles fallas y/o mejoras en su estructura
tecnologica tanto del diseno distributivo como del produc-
tivo.

Para efectos del sistema distrital, cabe mencionar que existen
modelos de sistemas de calefaccion distribuido, ademas si siste-
mas ya implementados mencionados en 2.2, sobre los estudios
y casos similares en otras partes del mundo.

■ Fase 4: "Cambio de Conciencia"

Con la implementacion de las fases anteriores, se plantea la
posibilidad de generar un cambio de conciencia en el publico,
mediante la exposicion de nuevas formas de obtencion de ener-
gia, promoviendo de esta forma el uso de Energias Renovables
No Convencionales (ERNC), tales como:

- Energia Solar (a traves de paneles fotovoltaicos y/o pane-
les solares termicos)
- Energia Termica (a traves de bombas de calor o bombas
geotermicas)
- Energia Eolica
- Energia hidraulica
- Energia por biomasa
- Energia mareomotriz
- entre otros.

A partir de las necesidades de cada vivienda, se puede escalar
y/o complementar el sistema de calefaccion distrital con alguna
de las ERNC antes mencionadas.

344 Teniendo en cuenta que la implementacion en el hogar es396
345 el proceso base para la puesta en marcha del sistema de cale-
346 faccion sustentable eficiente, es necesario tener en cuenta que397
347 existen normativas vigentes398

348
349 El sistema propuesto que da solucion alternativa al proble-401
350 ma, es el uso de hogares sustentables, vale decir que estos mis-402
351 mos sean certificados con normas de uso eficiente en calefacci-403
352 on [27] , ya que se necesita una vivienda con aislacion termica404
353 eficiente para el cumplimiento del objetivo. Debemos mencio-405
354 nar ademas que no solo en terminos de calefaccion para la ais-406
355 lacion hay que enfocarse tambien en su produccion de energia407
356 para el mismo proposito por medios sustentables o mejor dicho408
357 como energias limpias/renovables [28], dando enfasis a traves409
358 de un medio o requisito para un plan individual, y esta pueda410
359 obtenerse a nivel distrital, para ello nos basamos en un estudio411
360 realizado por el mismo gobierno de chile [29], y referencias de412
361 experiencias en el extranjero sobre estas practicas, y llevarlas a413
362 cabo y mencionadas en el apartado 2.2.414

364 5. Discusion415

365 Uno de los puntos interesante de abarcar el tema de la con-421
366 taminacion atmosferica en Valdivia, es que para combatir dicha
367 problematica, se han implementados distintos planes que de una
368 u otra forma, no atacan el problema sustancial a lo que respecta
369 a la calefaccion de las viviendas, cuyas fuentes de emisiones,
370 causan la contaminacion. Esto se debe a que el principal conta-
371 minante que muestran los resultados, es la calefaccion a lena o
372 derivados producto del material particulado existente en el aire.
373 Es asi como dichos planes, se ven vinculados a condicionantes
374 que no restringen del todo el uso de este tipo de calefaccion en
375 ciertas zonas y en ciertos dias. Hasta el momento, los indices
376 de contaminantes siguen por sobre las normas establecidas, por
377 lo que la implementacion de dicho plan, no esta funcionando
378 de forma efectiva. Ademas de eso, la precariedad de la pobla-
379 cion ejecuta las restricciones de sus poligonos con el no uso de
380 la calefaccion durante los dias de baja temperatura y dias llu-
381 viosos que se repiten durante gran parte del ano, hacen buscar
382 de forma inmediata, una solucion alternativa de calefaccion que
383 repercute en uno o mas medios energeticos no renovables para
384 el consumo de los hogares, siendo imposible el sustento en su
385 implementacion a corto plazo y costoso largo plazo.

386 Siendo los sistemas de calefaccion sustentable que ata-
387 can uno de los principales problemas, se puede obtener como
388 resultado, un posible mejoramiento de la calidad del aire, una
389 mejor interaccion con el medio ambiente, un aprovechamiento
390 de recursos para la generacion de energia y su conservacion,
391 una estandarizacion en los sistemas de edificacion climatizados,
392 centralizacion y distribucion de los recursos energeticos para la
393 calefaccion, permitiendo no solo la autonomia en los medios de
394 calefaccion a nivel individual, si no que con planes distribuidos
395 se logra "compartir" el recurso energetico.

6. Conclusion

La importancia de este sistema propuesto, es el problema que abarca como medio sustentable, debido a que se enmarca en el uso de la certificacion de medios energeticos que ya se encuentra tanto en estudios e implementacion dentro del pais como en el extranjero. Podemos ver tambien, que basandonos en los analisis, tenemos mucho que tomar en consideracion, debido a que el universo de usuarios quienes interactuan en este sistema, puede ser mayor por su connotacion de tipo ecologico, que actualmente esta en discusion a nivel mundial por problemas del cambio climatico, y no somos ajenos a lo que ocurra a nivel global. Debemos acotar tambien, que bajo estos mismos principios, nos hemos enfocado en un entorno cerrado de usuarios y entes, para tener un alcance de quienes y donde puede abordar este sistema, siendo a los usuarios como principal objetivo piloto, tanto para el estudio y desarrollo en un futuro proximo.

Hemos podido dar constancia, de que nuestro pais de a poco ya se encuentra en condiciones para este tipo de tecnologias, que permitan no solo un desarrollo en los sistema de vivienda, si no que tambien la existencia de matrices de produccion energeticas renovables, que dan cuenta de que estos proyectos son factibles. Bajo este recurso, seria bueno abrir la discusion, de los medios de generacion energeticos distribuidos para solventar ademas los servicios basicos, logrando cambiar el curso y optimizacion del consumo de los mismos servicios.

- 421] Efectos de la fracción gruesa (PM10-2.5) del material par-476
422 tulado sobre la salud humana. Revisión Bibliográfica,477
423 http://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2016/proyectos/Efectos_e_ni_a_s_alud_p_articulado,
424 accessed on Thu, August 02, 2018, ????.479
- 426 Contaminación aérea y sus efectos en la salud,480
427 <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcher/v26n1/art04.pdf>, <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcher/v26n1/art04.pdf>,
428 accessed on Thu, August 02, 2018, ????.481
429 482 483
- 430 D. C. V. R, Efectos de la fracción gruesa (PM10-2.5) del mate-484
431 rial particulado sobre la salud humana., Revisión Bibliográfica,485
432 MINSAL .486
- 433 T. Hatt, G. Saelzer, R. Hempel, A. Gerber, Alto confort interior487
434 con mínimo consumo energético a partir de la implementación488
435 del estándar Passivhaus en Chile, Revista de la Construcción489
436 11 (2) (2012) 123–134.490
- 437 R. Carrasco Vidal, J. Jiménez del Río, C. Mardones Poblete,491
438 Análisis costo-beneficio de la calefacción distrital en la zona492
439 central de Chile, Revista internacional de contaminación am-493
440 biental 32 (1) (2016) 35–45.494
- 441 S. J. Self, B. V. Reddy, M. A. Rosen, Geothermal heat pump495
442 systems: Status review and comparison with other heating op-496
443 tions, Applied Energy 101 (2013) 341–348.497
- 444 H. Lund, B. Möller, B. Mathiesen, A. Dyrelund, The498
445 role of district heating in future renewable energy sys-499
446 tems, Energy 35 (3) (2010) 1381 – 1390, ISSN 0360-500
447 5442, doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2009.11.023>,
448 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054420900512X>.501
449 502
- 450 Danish Experiences on District Heating, <https://ens.dk/en/our-responsibilities/global-cooperation/experiences-district-heating>,
451 <https://ens.dk/en/our-responsibilities/global-cooperation/experiences-district-heating>,
452 accessed on Thu, July 26, 2018, ????.503
453 504 505
- 455 T. Schmidt, D. Mangold, H. Müller-Steinhagen, Central506
456 solar heating plants with seasonal storage in Germany,507
457 Solar Energy 76 (1) (2004) 165 – 174, ISSN 0038-511
458 092X, doi:<https://doi.org/10.1016/j.solener.2003.07.025>,
459 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X03002937>, solar World Congress 2001.512
460 513
- 461 Urban solar heating system in Berlin — Euro-514
462 heat & Power, <https://www.euroheat.org/knowledge-centre/urban-solar-heating-system-berlin/>,
463 <https://www.euroheat.org/knowledge-centre/urban-solar-heating-system-berlin/>,
464 accessed on Thu, July 26, 2018, ????.515
465 516 517 518
- 467 Hamburg is the District Heating Capital of Germany,519
468 http://heating.danfoss.com/PCMPDF/VZKQO102_HafenCityHamburg_Tech_Rep_2012_Storyiores.pdf,
469 accessed on Thu, July 26, 2018, ????.521
- 470 Y. Li, L. Fu, S. Zhang, X. Zhao, A new type of dis-522
471 trict heating system based on distributed absorption heat
472 pumps, Energy 36 (7) (2011) 4570 – 4576, ISSN 0360-
473 5442, doi:<https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.03.019>,
474 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544211001757>.
475 523
- PROYECTO PILOTO DE CALEFAC-
CION DISTRITAL EN COYHAIQUE,
<http://sig.gob.cl/pedz/1616/calefaccion-distrital-coyhaique.pdf>,
accessed on Fri, July 27, 2018, ????.
- COYHAIQUE - Comuna Energética,
<http://www.minenergia.cl/comunaenergetica/?p=728>, <http://www.minenergia.cl/comunaenergetica/?p=728>,
accessed on Fri, July 27, 2018, ????
- Estudio de Prefactibilidad de un Sistema de Calefacción Dis-
trital y Agua Caliente Sanitaria en base a ERNC en Coyhaique,
<http://airecoyhaique.cl/wp-content/uploads/2017/docs/Estudio-prefactibilidad-Calefaccion-distrital-Coyhaique.pdf>, [http://airecoyhaique.cl/wp-content/uploads/2017/docs/Estudio-prefactibilidad-Calefaccion-distrital-Coyhaique](http://airecoyhaique.cl/wp-content/uploads/2017/docs/Estudio-prefactibilidad-Calefaccion-distrital-Coyhaique.pdf)
pdf, accessed on Thu, August 02, 2018, ????.
- Temuco será pionera en incorporar tecnologías
no contaminantes como la calefacción distrital –
MMA, <http://portal.mma.gob.cl/temuco-sera-pionera-en-incorporar-tecnologias-no-contaminantes-como-la-calefaccion-distrital/>,
<http://portal.mma.gob.cl/temuco-sera-pionera-en-incorporar-tecnologias-no-contaminantes-como-la-calefaccion-distrital/>,
accessed on Fri, July 27, 2018, ????
- PLAN DE DESCONTAMINACIÓN ATMOSFÉRI-
CA PARA LA COMUNA DE VALDIVIA,
<http://portal.mma.gob.cl/transparencia/mma/doc/Of-Ord-No162962-remite-proyecto-definitivo-plan-Valdivia-consejo-ministros.pdf>,
<http://portal.mma.gob.cl/transparencia/mma/doc/Of-Ord-No162962-remite-proyecto-definitivo-plan-Valdivia-consejo-ministros.pdf>,
accessed on Thu, August 02, 2018, ????
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo - Gobierno de Chi-
le - (Manual de Aplicación de la Reglamentación Térmica),
<http://www.minvu.cl/opensite20070417155724.aspx>,
accessed on Fri, August 10, 2018, ????
- saiar, TermoTanques, Tech. Rep., ????
- SolEnergy, Energías Renovables, Tech. Rep., ????
- Junkers, Productos de Energía Renovable, Tech. Rep., ????
- D. O. Chileno, Reglamentación para uso de calderas .
- Junkers, Apoyo Solar, Tech. Rep., ????
- Instalaciones Termicas, ????
- NewSoliClima, Produccion Energía Renovables, Tech. Rep.,
????
- GobChile, DDA Energética, Tech. Rep., ????
- G. de Chile, Precalificación y una Calificación Energética,
Tech. Rep., ????
- Matrices Energéticas Renovables en Chile, ????
- G. de Chile, Energía Distrital en Chile, Tech. Rep., 2017.