



Universidad Jaime I | Castellón de la Plana, España

Proyecto Fin de Grado

Análisis de la sostenibilidad de los edificios residenciales en Chile. Aplicación del procedimiento de certificación energética y otras medidas

Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales

Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción

Grado en Arquitectura Técnica

Curso 2014_2015

Tutora: María José Ruá Aguilar

Alumno: Ignacio Montero Gas

1 RESUMEN

Ante la posibilidad de realizar una estancia de intercambio con América Latina, concretamente en Chile, se plantea la opción de realizar el Proyecto Fin de Grado relacionado con el análisis de la sostenibilidad y la aplicación del procedimiento de certificación energética en los edificios residenciales. Para ello, ha sido necesario estudiar desde un principio cuales han sido los factores y motivos que han llevado a Chile a preocuparse por la Eficiencia Energética.

Inicialmente se analiza la introducción a los antecedentes de la construcción en el país, a través de los posibles factores geográficos y normativos que están condicionando el propio desarrollo de la construcción.

Seguidamente se realiza una revisión e investigación bibliográfica, tanto de la normativa que regula la edificación como su relación con la eficiencia energética y en este caso, el procedimiento de certificación energética. Además, se identifican los distintos organismos, de los cuales depende el marco normativo de la edificación.

Posteriormente se estudia el sector energético y la repercusión de la edificación en él. A partir de datos oficiales, se obtienen consumos finales del sector residencial, tanto de las energías primarias requeridas como de los consumos internos de una vivienda.

También se analizan los ejes estratégicos y acciones sustentables que está llevando a cabo el Gobierno. Se estudia en que está consistiendo esta iniciativa y como se relaciona con la certificación de eficiencia energética en las viviendas.

Finalmente se entiende el sistema de evaluación empleado, así como cuales son los alcances del mismo, comparándolo con el sistema Español y obteniendo conclusiones a partir de los resultados. Así mismo se realiza un análisis de las estrategias de diseño arquitectónico para la eficiencia energética aplicadas a la vivienda objeto del estudio. Paralelamente, en el contexto de la sostenibilidad en la edificación, se analiza el procedimiento que se recoge en la normativa chilena, de recogida de aguas lluvias en la edificación y su eficiencia en el drenaje de éstas a partir del diseño urbano.

2 ÍNDICE

1	RESUMEN	3
2	ÍNDICE	5
3	INTRODUCCIÓN	9
3.1	Objetivos	12
3.1.1	Objeto general	12
3.1.2	Objetos específicos	12
3.2	Metodología	12
4	ANTECEDENTES	13
4.1	Chile	14
4.1.1	Construcciones	15
4.2	Marco regulatorio de la edificación	17
4.2.1	Normativa de Urbanismo y Construcciones	17
4.2.1.1	Ley General de Urbanismo y Construcciones	17
4.2.1.2	Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones	17
4.2.2	Reglamentos	18
4.2.2.1	Reglamentación Térmica	18
4.2.2.2	Reglamentación Acústica	18
4.2.2.3	Reglamento de Instalaciones de los edificios en Chile	19
4.2.3	Normas Técnicas	19
4.2.3.1	Normas técnicas asociadas a la reglamentación térmica	19
4.2.3.2	Normas técnicas voluntarias asociadas a la construcción Sustentable	20
4.2.4	Listados técnicos oficiales de soluciones constructivas	20
4.2.5	Otros	20
4.2.5.1	Manual de Procedimientos Sistema de CEV en Chile	20
4.2.5.2	Manual de aplicación de reglamentación térmica	21
4.2.5.3	Manual de aplicación de reglamentación acústica	21
4.2.5.4	Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social	21
4.2.5.5	Otros Organismos asociados a la regulación de la edificación	22
4.3	Energía en Chile	23
4.3.1	Sector Energético en Chile	23
4.3.1.1	Sistema eléctrico	23
4.3.1.2	Desarrollo energético actual	24
4.3.2	Sector Energético Residencial	25
4.3.2.1	Consumo y Demanda Energética en Viviendas	25
5	DESARROLLO	27
5.1	Construcción Sustentable en Chile	28

5.1.1	¿En qué consiste esta iniciativa?	28
5.1.2	¿Qué desafío plantea la Construcción Sustentable?	29
5.1.3	¿Cuáles son los beneficios de la construcción Sustentable?	29
5.1.4	Ejes estratégicos y acciones sustentables	30
5.2	Plan de Acción de Eficiencia Energética	32
5.3	Calificación Energética de Viviendas	34
5.3.1	¿Qué es la CEV?	34
5.3.2	Tipos de Calificación	34
5.3.3	¿Qué evalúa la CEV?	35
5.3.4	¿Qué viviendas se pueden calificar?	35
5.3.5	¿Quiénes califican las viviendas?	36
5.3.6	¿Cómo se califica una vivienda?	36
5.3.7	Documentación requerida para calificar un proyecto	36
6	CASO DE ESTUDIO	38
6.1.1	Características de la vivienda	40
6.1.1.1	Datos generales e identificación del proyecto	40
6.1.1.2	Descripción general de los elementos de la envolvente	40
6.1.1.3	Descripción general de los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria	41
6.1.2	Dimensiones de la vivienda	41
6.1.3	Características térmicas de la envolvente	42
6.1.3.1	Ventanas, sombreado y orientación	42
6.1.4	Metodología a usar en el cálculo de la demanda de energía en calefacción	43
6.1.5	Resultados del cálculo de la demanda de energía en calefacción e iluminación	43
6.1.6	Definición de equipos y sistemas	43
6.1.6.1	Sistema de calefacción	43
6.1.6.2	Sistema de agua caliente sanitaria	44
6.1.6.3	Sistema de iluminación	44
6.1.7	Utilización de sistemas de captación de energías renovables no convencionales	45
6.1.7.1	Sistema solar para aporte en calefacción y agua caliente sanitaria	45
6.1.7.2	Sistema solar fotovoltaico para aporte de energía eléctrica para iluminación	45
6.1.8	Resultados del consumo de energía de la vivienda	45
6.1.8.1	Índice de sobrecalentamiento	46
6.1.9	Etiqueta	47
6.1.10	Análisis de los resultados	47
6.2	Comparación Sistemas de Certificación Energética	49
6.2.1	Antecedentes de Eficiencia Energética relativos al Procedimiento de Certificación	50
6.2.2	Metodología de Calificación Energética	50
6.2.3	Técnicos competentes	50

6.2.4	Certificado y Escala de Calificación Energética	51
6.2.5	Validez	51
6.2.6	Publicidad.....	51
6.2.7	Comparación Caso de Estudio con Sistema español	51
6.3	Estrategias de diseño arquitectónico para Eficiencia Energética en viviendas	55
6.3.1	Estrategias para períodos de frío y calor	56
6.3.2	Orientación de la vivienda.....	57
6.3.3	Captación y protección solar	58
6.3.4	Ventilación en la vivienda.....	62
6.3.5	Iluminación natural	63
6.4	Control aguas lluvias.....	64
7	CONCLUSIONES	66
8	BIBLIOGRAFÍA.....	70
8.1	Normativa General.....	71
8.2	De Referencia	71
8.3	Manuales	72
8.4	Herramientas de Cálculo de CEE	72
9	ANEXOS	73
9.1	Anexo 1, Control de Aguas Lluvias.....	74
9.1.1	Factibilidad	75
9.1.2	Dimensionado	76
9.1.3	Tablas	81
9.2	Anexo 2, Carpeta de Calificación.....	83
9.3	Anexo 3, Informe CE Edificios Existentes.....	89
9.4	Anexo 4, Glosario	95
9.4.1	Siglas.....	96
9.4.2	Unidades	96
9.4.3	Terminología	96
9.5	Anexo 4, Documentación Gráfica	97

3 INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un problema con el que se enfrenta la Comunidad Internacional. El tercer informe del *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) de 2001, indicó que para fines del s.XXI se experimentaría un calentamiento mundial de entre 1,4 y 5,8°C. Por primera vez se reconocía la influencia directa del cambio climático en las pautas meteorológicas, recursos hídricos, ciclo de las estaciones, los ecosistemas, así como en episodios climáticos extremos, cosa que no ocurría explícitamente en informes anteriores.

La causa del mismo son, entre otras, las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) ocasionadas por la actividad humana y la consecuente necesidad de producción de energía. Una de las conclusiones que recoge el cuarto Informe IPCC, de 2007, es que las emisiones mundiales de GEI han aumentado desde la era preindustrial, y en un 70% entre 1970 y 2004. El gas antropogénico de mayor concentración, es el CO₂ que supone el 80% del total de GEI. Por ello se habla generalmente de CO₂ equivalente¹, o CO₂ simplemente, para referirse al conjunto de GEI, como sucede en el presente trabajo.

El actual modelo energético, basado en el consumo excesivo y sin control de los recursos naturales por encima de su renovación, resulta insostenible. En este sentido, se introduce por primera vez en 1987 en la Comisión Mundial del Medio Ambiente de la ONU, el desarrollo sostenible como “un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”

Por lo tanto, la reducción de las emisiones es una necesidad para garantizar las condiciones de vida de las generaciones futuras. Los informes del IPCC señalan que los edificios suponen uno de los elementos en los que se pueden reducir las emisiones de CO₂, de una manera más económica. Por lo tanto, la disminución de las emisiones pasa necesariamente por la reducción del consumo de energía utilizada para operar los edificios (La Roche, 2010).

Sólo los edificios consumen entre un 20 y un 40 % de la energía en los países desarrollados (Pérez-Lombard et al., 2008), y teniendo en cuenta que gran parte del sector industrial está relacionado con la edificación, este porcentaje estaría más cercano al límite superior de 40% (Diakaki, C. et al, 2008). En los Estados Unidos, se habla de cifras que alcanzan hasta el 50% de emisiones debidas a los edificios (La Roche, 2010). Estudios realizados por el Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE) en Argentina, cuantifican los

¹ El CO₂ equivalente es la concentración de CO₂ que generaría el mismo forzamiento radiactivo, o influencia térmica positiva, y que está formado por una mezcla dada de CO₂ y otros componentes de forzamiento como CH₄, N₂O y halocarbonos.

impactos ambientales producidos por el hábitat construido como el responsable del 45% del impacto de la contaminación aérea y térmica en ese país (Schiller & Evans, 2005). El consumo energético de los edificios residenciales comprende los servicios de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria (ACS), iluminación interior y equipamiento doméstico (electrodomésticos, cocinas...).

En la Unión Europea, como consecuencia de su ratificación al protocolo de Kioto en el año 2002, existe un compromiso firme de reducir las emisiones de CO₂ en cantidades determinadas. Y conscientes de la potencialidad del sector de la edificación, tanto por su elevada influencia en el porcentaje de emisiones de GEI como por la larga vida útil de los edificios, las directivas *Energy Performance of Building Directive* (EPBD) 2002/91/EC y 2012/327/UE tratan de regularizar sus necesidades energéticas.

En Latinoamérica, Chile es el primer país que ha incorporado en su reglamento de construcción exigencias térmicas para la vivienda, recogidas en el Manual Aplicación Reglamentación Térmica Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Artículo 4.1.10, vigente desde 2000. A su vez, Chile, a partir del año 2010 se integra en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE, adhiriéndose a los objetivos y directrices de dicho organismo por un desarrollo sustentable.

En este sentido, Chile se ha marcado como misión, contribuir a mejorar la eficiencia y el desarrollo de sus viviendas, barrios y ciudades. Especialmente en el sector residencial, y a través de una estrategia nacional de construcción sustentable se ha planteado como iniciativa, adquirir altos estándares de sustentabilidad en el área de la construcción, de manera que se minimicen el impacto sobre el medio ambiente y la salud de las personas. Para ello, entre sus líneas de acción se encuentra, entre otros, planes de reacondicionamiento para edificaciones construidas, promoción del diseño y gestión energética eficiente de edificios, y certificación de comportamiento térmico para edificios, desarrollado junto con la colaboración del Departamento de Ingeniería Energética de la Asociación para la Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía AICIA, de la Universidad de Sevilla, España.

Por otra parte, junto con la colaboración británica Building Research Establishment BRE, también se están desarrollando estándares elevados de sostenibilidad para las viviendas, teniendo en cuenta las particularidades geográficas y climáticas, a través del Código de Construcción Sustentable, que permitirá proporcionar viviendas bajas en emisiones de carbono y en general, promover el desarrollo económico, social y ambiental.

3.1 Objetivos

3.1.1 Objeto general

El objeto principal del proyecto es estudiar y analizar como el procedimiento de certificación energética está siendo introducido en el sector residencial de Chile. Secundariamente se hará una comparativa con el procedimiento utilizado en España y se analizarán algunas otras medidas que la normativa chilena ha desarrollado en paralelo a la de certificación energética, con el fin de promover viviendas más sostenibles.

3.1.2 Objetos específicos

Así mismo, como objetivos específicos se marcan los siguientes:

- Introducción a los antecedentes de la construcción en Chile.
- Análisis del marco regulatorio de la edificación y la eficiencia energética.
- Estudio del sector energético en Chile y la repercusión de la edificación en él.
- Análisis de los ejes estratégicos y acciones sustentables en la edificación.
- Entender el Sistema de evaluación empleado y cuáles son los alcances de la calificación energética.
- Comparación del procedimiento de certificación energética en Chile y España.
- Análisis de las estrategias de diseño arquitectónico para la eficiencia energética, así como sus criterios de aplicación sustentables en la edificación.
- Análisis del procedimiento de recogida de aguas lluvias en la edificación.

3.2 Metodología

La metodología utilizada para la elaboración de este proyecto se basa, principalmente, en los siguientes puntos:

1. Resumen de las particularidades del sector residencial en Chile
2. Revisión e investigación bibliográfica, relacionada tanto con la normativa que regula la edificación en Chile, como con la eficiencia energética. Se analiza la información proporcionada por los diferentes organismos, MINVU, ACHEE, INE.
3. Aplicación a un caso de estudio y comparativa de resultados con modelo Español.
4. Análisis de las estrategias de diseño arquitectónico para la eficiencia energética aplicadas al caso estudiado.

4 ANTECEDENTES

4.1 Chile

Chile, ubicado en el hemisferio sur del planeta, si bien es considerado un país tricontinental, su mayor terreno forma parte, principalmente, del continente Americano. Incluido en el Cinturón de Fuego del Pacífico, Chile comprende una zona altamente sísmica y volcánica.

Con una superficie de 2.006.096 km², y una longitud superior a los 8.000 km con anchos y mínimos de entre 445 km y 90 km respectivamente, Chile se extiende a lo largo de todo su territorio formando límites con Perú, Bolivia, Argentina, Polo Sur y Océano Pacífico².



Figura 4.1 Localización Chile, Fuente: Elaboración propia

A pesar de su clima particularmente variado, su latitud, relieve e influencia oceánica proviene al país de una relativa homogeneidad térmica. Sus principales climas característicos son el desértico, estepárico y mediterráneo.

Chile, formada por 15 regiones, tiene su mayor núcleo urbano en la capital del país, Santiago. Ésta, a su vez, formada por comunas, es una ciudad muy expandida con altas diferencias sociales.

Los eventos sísmicos se han convertido en el fenómeno natural más frecuentes del país. Inicialmente producidos por el movimiento tectónico de las placas, Chile se ubica en la placa Sudamericana bajo la cual se hunde la placa de Nazca, fenómeno conocido como placas convergentes, también llamado subducción. Caracterizados por los efectos que tienen sobre el terreno y por su capacidad de destrucción, su desarrollo y construcciones se han visto

² Compendio Estadístico, Instituto Nacional de Estadística.

condicionadas por este fenómeno, obligando a evolucionar tanto en las soluciones constructivas como en los materiales utilizados.

4.1.1 Construcciones

Pero, ¿cómo ha afectado este fenómeno al desarrollo constructivo de la edificación?

En el caso de Santiago, desde los primeros inicios de su desarrollo como ciudad, si bien los materiales han sido un condicionante para la evolución de la construcción, más lo ha sido los fenómenos sísmicos que azotan todo su territorio. Generalmente, y tras algunos desastres catastróficos provocados por la actividad sísmica, ha sido la normativa la que ha ido adaptándose a los métodos empleados en la edificación regulando y reglamentando las construcciones desde el punto de vista de la estabilidad. A continuación se revisa brevemente la evolución de la normativa sísmica, ya que su aplicación tiene una influencia directa en el comportamiento de la envolvente térmica y, por lo tanto, tiene relación con el objeto del presente proyecto.

Fue, inicialmente, en el año 1931, cuando apareció la primera Ordenanza General de Construcciones y Urbanización, el propósito de la cual era reglamentar las construcciones y establecer los organismos técnicos que debían intervenir en el examen y aprobación de los proyectos de edificación.

Es en el año 1930 cuando se aprueba el Plan Oficial de Urbanización de la Comuna de Santiago, a través del cual se consigue regular la edificación en altura, aprovechar al máximo los terrenos y desarrollar un plan de vialidad y áreas verdes.

En 1965 aparece el MINVU, Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, una de cuyas funciones principales es mejorar y renovar las áreas deterioradas de la ciudad, mediante programas de rehabilitación y desarrollo urbano.

Posteriormente, es en el año 1966 cuando se introduce la primera norma antisísmica Chilena NCh. 433, Cálculo Antisísmico de Edificios, que más tarde se materializó en una reglamentación.

En el año 2003 se oficializa la primera versión de la norma NCh. 2745, Análisis y Diseño Sísmico de Edificios con Aislación Sísmica. Y varios años atrás, en el 2010 se vuelve a

revisar la NCh 433, tras el terremoto que causó cientos de muertos, a partir del cual quedó constancia de la revisión de esta normativa.



Figura 4.2 Línea del tiempo de la Normativa, Fuente: Elaboración propia

Desde los inicios constructivos, la preocupación e importancia por otorgarle una seguridad y resistencia a la construcción con el fin de garantizar que la estructura no colapse durante el evento sísmico, ha sido notable. La importancia del diseño estructural sísmo resistente ha provocado un mayor control sobre el diseño y el proceso constructivo, siendo a partir de estas fases, tras un terremoto, donde pueden aparecer cualquier defecto que imposibilite la habitabilidad del edificio.

Sin embargo, es tras la preocupación por el medio ambiente y la salud de las personas, lo que lleva a introducir la normativa térmica a través de dos modificaciones en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. El programa de reglamentación térmica, definido por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo en el año 1994, contempla tres etapas, apareciendo la primera y segunda etapa en el año 2000 y 2007 respectivamente. Estas etapas establecen progresivos requisitos de acondicionamiento térmico a las viviendas, determinando exigencias para limitar las pérdidas de calor para los complejos de techumbre, muros, pisos ventilados y superficie máxima para ventanas. La reglamentación térmica se introduce en el artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, pero son los manuales de aplicación los que contienen información sobre el tema, incorporando capítulos para facilitar la comprensión y ejemplar con soluciones genéricas, los cuales serán estudiados con más detalle en siguientes puntos del proyecto. En el siguiente apartado se detallarán las normativas mencionadas en el contexto de la reglamentación existente en Chile para el sector de la construcción.

4.2 Marco regulatorio de la edificación

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, conocido generalmente como MINVU, es el organismo nacional encargado de velar por la seguridad de viviendas de mejor calidad, barrios equipados y ciudades integradas social y territorialmente, competitivas y sustentables, siendo las Municipalidades a las que les corresponde aplicar la ley, la Ordenanza General, y las Normas Técnicas y demás Reglamentos.

4.2.1 Normativa de Urbanismo y Construcciones

En este apartado se hará una revisión de la normativa chilena relacionada con el sector de la construcción, distinguiendo entre leyes, ordenanzas, reglamentos y normas técnicas.

4.2.1.1 Ley General de Urbanismo y Construcciones

Principalmente, es la Ley General de Urbanismo y Construcción, la que contiene las disposiciones relativas a planificación urbana, urbanización y construcción. Esta legislación de carácter general tiene tres niveles de acción:

- La Ley General, que contiene los principios, atribuciones, potestades, facultades, responsabilidades, derechos, sanciones y demás normas que rigen a los organismos, funcionarios, profesionales y particulares, en las acciones de planificación urbana, urbanización y construcción.
- La Ordenanza General, que contiene las disposiciones reglamentarias de esta ley y que regula el procedimiento administrativo, el proceso de planificación urbana, urbanización y construcción, y los estándares técnicos de diseño y construcción exigibles en los dos últimos.
- Las Normas Técnicas, que contienen y definen las características técnicas de los proyectos, materiales y sistemas de construcción y urbanización, de acuerdo a los requisitos de obligatoriedad que establece la Ordenanza General.

4.2.1.2 Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones

La Ordenanza reglamenta la Ley General de Urbanismo y Construcciones, regula el procedimiento administrativo, el proceso de planificación urbana, el proceso de urbanización, el

proceso de construcción, y los estándares técnicos de diseño y de construcción exigibles en los dos últimos. El presente documento desarrolla 6 títulos:

- Título 1, las Disposiciones generales, define conceptos que deben ser conocidos para la correcta lectura del documento. Se refiere también a temas administrativos referente a las responsabilidades y sanciones, y aborda temas comunes a los permisos de urbanización y edificación.
- Título 2, de la Planificación, define normas y disposiciones sobre urbanismo, planificación urbana e instrumentos.
- Título 3, de la Urbanización, aborda temas administrativos y técnicos del proyecto de Urbanización.
- Título 4, de la Arquitectura, aborda temas de condiciones de habitabilidad, generales de seguridad y seguridad contra incendio, así como todo lo que tenga que ver con equipamiento.
- Título 5, de la Construcción, define temas técnicos y administrativos relacionados con el proceso de construcción. En temas técnicos se refiere a solicitudes de las construcciones, materiales de construcción, elementos no estructurales y fundaciones.
- Título 6, Reglamento Especial de Viviendas Económicas, define normas especiales de urbanización, ejecución de obras, arquitectura y construcción.

4.2.2 Reglamentos

4.2.2.1 Reglamentación Térmica

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo ha incorporado en los últimos años dos modificaciones a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones –denominadas 1º y 2º etapas de Reglamentación Térmica- mediante las cuales se han establecido progresivos requisitos de acondicionamiento térmico a las viviendas, determinando exigencias para los complejos de techumbre en una primera etapa, para luego continuar con los muros, pisos ventilados y superficie máxima para ventanas, según se señala en el Artículo N° 4.1.10 de dicho reglamento.

4.2.2.2 Reglamentación Acústica

Las exigencias acústicas, establecidas en el Artículo N° 4.1.6, entraron en vigencia, como modificación a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, en Junio de 2005. Las disposiciones contenidas en éste artículo tienen como objeto minimizar las molestias

acústicas, con el fin de mejorar las condiciones de habitabilidad en las edificaciones con destino vivienda (unidad destinada al uso habitacional) nueva o ampliaciones de éstas.

4.2.2.3 Reglamento de Instalaciones de los edificios en Chile

Este Reglamento tiene por objeto establecer las condiciones mínimas, que deben cumplir las instalaciones térmicas de los edificios, destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, enfriamiento, ventilación y producción de agua caliente sanitaria, con objeto de conseguir un uso racional de la energía que consumen, por consideraciones tanto económicas como de protección al medio ambiente y teniendo en cuenta a la vez los demás requisitos esenciales que deben cumplirse en los edificios, y todo ello durante un período de vida económicamente razonable.

4.2.3 Normas Técnicas

La norma técnica es voluntaria y se transforma en obligatoria cuando está considerada en una reglamentación dictada por la autoridad en carácter obligatorio, donde su incumplimiento implica sanción, especialmente cuando abarca aspectos relacionados con salud y seguridad de personas, información al consumidor y medio ambiente.

En el ámbito nacional, existen Normas Chilenas respecto a construcción sostenible, pero que sin embargo no son exigibles dentro de la reglamentación y/o código técnico, lo que las hace voluntarias.

4.2.3.1 Normas técnicas asociadas a la reglamentación térmica

Las normas técnicas asociadas a la reglamentación térmica, y por tanto obligatorias, son las siguientes:

- NCh 2251/Of.1994 Aislación térmica - Requisitos de rotulación de materiales aislantes
- NCh 853/Of.1991 Acondicionamiento térmico - Envoltura térmica de edificios - Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas
- NCh 1079/Of.2008 Arquitectura y construcción - Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico

4.2.3.2 Normas técnicas voluntarias asociadas a la construcción Sustentable

Las normas técnicas asociadas a la construcción sustentable, pero que sin embargo no son exigibles dentro de la reglamentación y/o código técnico, lo que las hace voluntarias, son las siguientes:

- NCh 3048/2007 Sustentabilidad en la construcción de edificios - Métodos para el desarrollo de indicadores de sustentabilidad - Parte 1: Edificios
- NCh 3049/2006 Sustentabilidad en la construcción de edificios. Métodos de evaluación del comportamiento ambiental de los trabajos de construcción. Parte 1: Edificios
- NCh 3055/2007 Directrices para la determinación de calidad ambiental interna en edificios de uso comercial
- NCh 3149/2008 Diseño ambiental de edificios - Eficiencia Energética - Terminología

4.2.4 Listados técnicos oficiales de soluciones constructivas

Para facilitar el cumplimiento de las exigencias normativas, se han elaborado los Listados Oficiales de Soluciones Constructivas, en los cuales se difunden los valores normativos de las soluciones constructivas ensayadas o calculadas por profesionales o instituciones competentes. Son tres los listados que pone el MINVU a disposición de los profesionales:

- Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Aislamiento Acústico
- Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico
- Listado Oficial de Comportamiento al Fuego de Elementos y Componentes de la Construcción

Destacar que en los diferentes listados, se ofrecen tanto soluciones genéricas como comerciales, debiendo, éstas, cumplir con todas y cada una de las exigencias emitidas en las normas técnicas.

4.2.5 Otros

4.2.5.1 Manual de Procedimientos Sistema de CEV en Chile

El presente Manual es una herramienta de apoyo indispensable para los Evaluadores Energéticos, encargados de calificar energéticamente las viviendas mediante el Sistema de

Calificación Energética de Viviendas en Chile. Además, posee información relevante para inmobiliarias y empresas constructoras que deseen calificar sus proyectos y para el usuario común que desee obtener información acerca del proceso de Calificación.

Este Manual fija en primer lugar el procedimiento administrativo del Sistema de Calificación Energética de Viviendas en Chile. Este procedimiento de calificación es de carácter voluntario y aplicable a viviendas de nueva construcción.

4.2.5.2 Manual de aplicación de reglamentación térmica

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo encargó elaborar un Sistema de Información para la aplicación de la Reglamentación Térmica, a partir del cual se ha generado un Manual de Aplicación de la Reglamentación Térmica. Basado en mapas de zonificación térmica, contiene información ejemplar con soluciones genéricas.

4.2.5.3 Manual de aplicación de reglamentación acústica

Este Manual presenta de manera sencilla y didáctica las exigencias acústicas establecidas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, con el fin de facilitar su comprensión y difusión en arquitectos, ingenieros, constructores, diseñadores y en general, a todos los estamentos relacionados con el mundo de la construcción y el desarrollo social. Incorpora además conceptos y nociones de buenas prácticas para el diseño y construcción de soluciones acústicas, con el fin de lograr una correcta aplicación de las exigencias reglamentarias.

4.2.5.4 Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social

A través del Programa País de Eficiencia Energética y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, han desarrollado una Guía de Diseño para la eficiencia energética, que entrega estrategias de uso adecuado para ser incorporadas en la etapa de diseño de la vivienda.

Esta guía está dividida en diversos capítulos que describen técnicas y dan recomendaciones para poder ahorrar energía, generar mayor confort lumínico y acústico.

4.2.5.5 Otros Organismos asociados a la regulación de la edificación

Son varios los organismos que están asociados a la regulación de la construcción sustentable Chilena, estos son:

- Instituto Nacional de Normalización: Su misión es la de elaborar y difundir las Normas Chilenas (NCh), además de ayudar a detectar necesidades de nuevas normas, que como parte del crecimiento y globalización de los mercados, deben incluirse en el desarrollo de los procesos productivos de acuerdo a normas reconocidas nacional e internacionalmente, es decir, a documentos de conocimiento y uso públicos, establecidos por consenso y aprobados por un organismo reconocido.
- La Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE), a través del Ministerio de Energía, es una fundación de derecho privado, sin fines de lucro, cuya misión es promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente de la energía articulando a los actores relevantes, a nivel nacional e internacional, e implementando iniciativas público privadas en los distintos sectores de consumo energético, contribuyendo al desarrollo competitivo y sustentable del país. El principal objetivo de la AChEE es reducir la intensidad en el consumo energético en los sectores de consumo intervenidos. En la sección Objetivos se muestra una lista completa de los mismos.
- La Cámara Chilena de la Construcción (CChC) es una asociación gremial cuyo objetivo primordial es promover el desarrollo y fomento de la actividad de la construcción, su misión es contribuir al bienestar de los Chilenos mediante el desarrollo del sector construcción y de la iniciativa privada, junto al perfeccionamiento del sector público, como agentes de progreso y equidad en el país. Para ello, la Cámara promoverá un uso eficiente de sus recursos para sus fines gremiales, sociales y económicos, dentro de un estricto marco ético.

4.3 Energía en Chile

4.3.1 Sector Energético en Chile

El desarrollo energético y los precios de la energía están directamente relacionados con la dependencia energética del país. En este apartado se describe la situación del mercado energético en Chile.

4.3.1.1 Sistema eléctrico

Un sistema eléctrico es el conjunto de instalaciones de centrales eléctricas generadoras, líneas de transporte, subestaciones eléctricas y líneas de distribución, interconectadas entre sí, que permite generar, transportar y distribuir energía eléctrica.

En Chile se clasifican según su tamaño. Los sistemas mayores corresponden a aquellos con una capacidad instalada de generación igual o superior a 200 MW, los medianos tienen una capacidad instalada superior a 1,5 MW e inferior a 200 MW y los pequeños una capacidad instalada igual o inferior a 1,5 MW. **Los principales sistemas eléctricos chilenos son 4:**

- **El Sistema Interconectado del Norte Grande (SING):** sistema mayor que abastece la zona norte del país, desde Arica por el norte hasta la localidad de Coloso por el sur. A diciembre de 2007, constituía el 28% de la capacidad total instalada en el país pero solamente abastece 5,8% de la población. Su generación es fundamentalmente térmica y orientada a la industria minera.
- **El Sistema Interconectado Central (SIC):** sistema mayor que abastece la zona central del país, desde Taltal por el norte hasta Quellón, en la isla de Chiloé, por el sur. La distancia entre ambas localidades es de aproximadamente 2.100 km. Constituye el 71% de la capacidad instalada total del país y sirve al 90% de la población.
- **El Sistema Eléctrico de Aysén:** en la práctica corresponde a cinco sistemas medianos ubicados en la zona sur del país: Palena, Hornopirén, Carrera, Cochamó y Aysén. Su capacidad conjunta corresponde a sólo 0,4% de la capacidad instalada nacional.
- **El Sistema Eléctrico de Magallanes:** corresponde a cuatro subsistemas medianos: Punta Arenas, Puerto Natales, Porvenir y Puerto Williams, que abastecen a las ciudades del mismo nombre. Se localiza en el extremo más austral del país. Su capacidad instalada conjunta corresponde al 0,6% de la capacidad instalada nacional.

4.3.1.2 Desarrollo energético actual

La demanda energética chilena ha crecido en los últimos años alcanzando para el año 2012 un consumo total de 487 mil Tera calorías, experimentando un crecimiento de 93% con respecto al año 1999.

Chile está expuesto a las fluctuaciones internacionales de precios de los combustibles, debido a que la mayor parte de su matriz energética es importada. Según el Balance Nacional de Energía 2012, esta dependencia, a comienzos de los años 90, estaba en torno al 50% y alcanzó un máximo de 75,9% el año 2007 y 2010, mientras que en 2012 fue del 73,7%.

Año	Consumo total de energía (Tcal)	Importaciones netas (Tcal)	Dependencia Energética
1991	144.549	76.470	52,9%
2001	248.145	162.964	65,7%
2011	339.836	257.082	75,6%

Tabla 4.1 Dependencia Energética, Fuente: BNE 2012

El consumo eléctrico del país se proyecta que podría crecer entre un 5,5% y 6,5% anualmente hasta el año 2020. Ello implica que Chile requerirá aumentar su capacidad de generación entre 7.000 MW y 8.000 MW hacia fines de esta década.

El mercado energético en Chile está compuesto por cuatro grandes sectores de consumo: el sector industrial y minero, el sector transporte y el sector de servicios, que incluye comercial, público y residencial, y el sector energía: auto consumo.

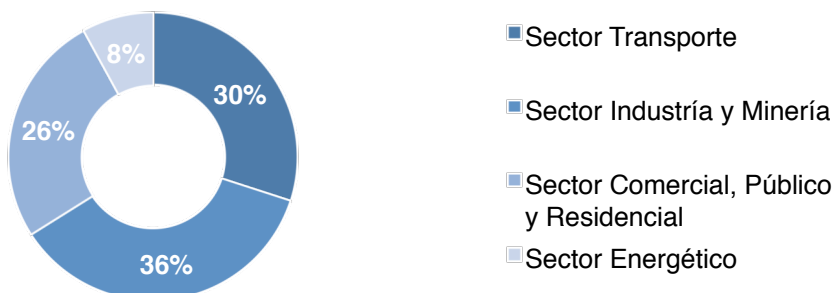


Figura 4.3 Consumo por Sectores, Fuente: BNE 2012

Tal como se puede apreciar en el gráfico, el sector industria y minería es el que mayor peso tiene en el consumo energético nacional en 2012, alcanzando 102.684 Tcal, seguido por el sector transporte alcanzando un 30% del consumo nacional, 87.707 Tcal. En el sector comercial, público y residencial su consumo energético totalizó 73.591 Tcal, representando un 26% del total. Finalmente el auto consumo del sector energía alcanzó un 8% del consumo total del país.

4.3.2 Sector Energético Residencial

Dentro del sector comercial, público y residencial, el segmento residencial representa el 80% del total de consumo, le sigue el comercial, con el 16%, y el sector público, con el 4% del consumo energético del sector.

Una particularidad de este sector es la importancia que tiene la leña, ya que representa el 59,3% del consumo de energéticos, le sigue los derivados del petróleo, con el 18,01%, y en tercer lugar la electricidad, con el 14,84%. Por otro lado, la energía solar aún sigue teniendo un bajo peso con un 0,22% del consumo.

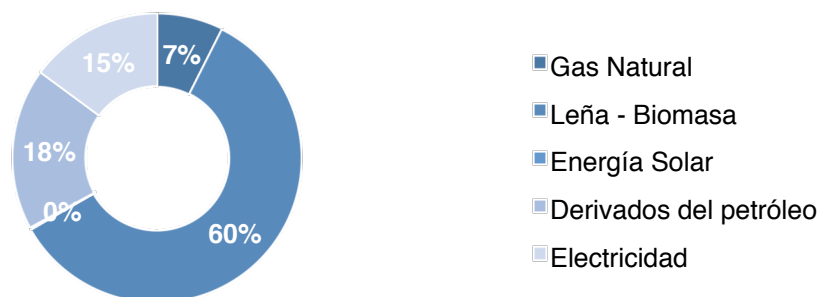


Figura 4.4 Consumo por Energéticos, Fuente: BNE 2012

4.3.2.1 Consumo y Demanda Energética en Viviendas

Según el Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de la Conservación de la Energía en el Sector Residencial, el consumo promedio nacional de una vivienda son 10.232 kWh/año de energía final (incluyendo todos los combustibles), lo que es incluso superior al consumo de energía promedio de las viviendas en España, que es del orden de 8.270 kWh/año. Sin embargo, este alto valor se encuentra fuertemente influenciado por el alto consumo de leña en

la zona sur del país, de hecho, si se descuenta este valor, el consumo promedio anual de energía final es del orden de 4.470kWh/año, un valor sustancialmente menor que el de España. Esto último se debe principalmente a la disponibilidad y bajos precios de la leña respecto a otros combustibles, lo que hace que estas familias estén muy cerca del confort térmico en sus hogares.

Ahora, si se saca de la ecuación la leña, la cual es usada casi en su totalidad para calefacción, se puede ver de forma más clara la distribución del consumo de la energía final en los distintos usos de los hogares:

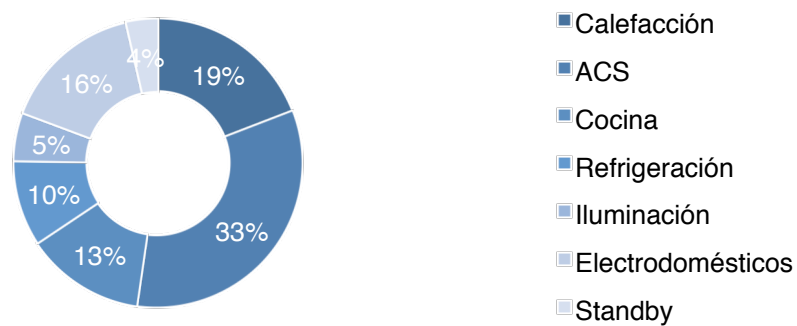


Figura 4.5 Consumo por Energéticos, Fuente: BNE 2012

Donde el agua caliente sanitaria (ACS), la cocción de alimentos y la calefacción corresponden a las del 65 % del uso final de la energía a nivel residencia nacional.

5 DESARROLLO

5.1 Construcción Sustentable en Chile

La construcción y uso de viviendas contribuye significativamente a las emisiones de GEI, a la cantidad de materiales utilizados y a los residuos generados en Chile. Una prioridad clave del Gobierno es avanzar hacia un ambiente construido que sea más respetuoso con el medio ambiente y saludable para las personas, mediante la incorporación de criterios de sustentabilidad en la construcción, la optimización de sistemas constructivos y el cuidado de los recursos naturales, de forma de minimizar el impacto negativo en el medio ambiente y sobre la salud de las personas, maximizando su confort y calidad de vida.

A su vez, Chile, a partir del año 2010 se integra en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE, adhiriéndose a los objetivos y directrices de dicho organismo por un desarrollo sustentable. Actualmente, el país ha suscrito acuerdos con la comunidad internacional fijándose como principales compromisos la reducción de GEI³ y demanda energética del 20% y 12% respectivamente, proyectados para el 2020. Por otra parte, también se han marcado el incrementar un 10% la energía generada por ERNC para el año 2024⁴.

El Convenio Interministerial de Construcción Sustentable del MOP, MINVU, Minenergía y Medioambiente, define Construcción Sustentable como: “Un modo de concebir el diseño arquitectónico y urbanístico, que se refiere a la incorporación del concepto de sustentabilidad en el proceso de planificación, diseño, construcción y operación de las edificaciones y su entorno, que busca optimizar los recursos naturales y los sistemas de edificación, de tal modo que minimicen el impacto sobre el medio ambiente y la salud de las personas”.

5.1.1 ¿En qué consiste esta iniciativa?

Según esta definición, se plantean muchos desafíos para que Chile adquiera altos estándares de sostenibilidad en el área de la construcción, por esa razón se está desarrollando un trabajo mancomunado de Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo, Energía y Medio Ambiente, que sentará las bases de una Estrategia Nacional de Construcción Sustentable.

³ Compromiso nacional comunicado en 2010 a la secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático CMNUCC.

⁴ Meta establecida por la ley n° 20.257.

5.1.2 ¿Qué desafío plantea la Construcción Sustentable?

Uno de los grandes desafíos que plantea el desarrollo sustentable es la construcción de edificaciones e infraestructura que permitan el desarrollo de ciudades competitivas a nivel global y que faciliten, al mismo tiempo, la integración social y el uso eficiente de los recursos ambientales.

5.1.3 ¿Cuáles son los beneficios de la construcción Sustentable?

El fin último del desarrollo sustentable es mejorar la calidad de vida de las personas y su entorno. Hoy es indispensable integrar este concepto en el área de la construcción, dado que es uno de los sectores productivos que más aporta a la economía nacional, por tanto, los cambios que se pueden realizar tienen un gran potencial. Estos permitirán mejorar los estándares de calidad de vida de las personas en las ciudades, contribuyendo a cuidar y conservar el medioambiente para las futuras generaciones.

Para ello es necesario un compromiso público-privado. Asimismo, el Estado debe definir las acciones que permitan hacer posible este proyecto de sustentabilidad a través de normativas e incentivos. Junto con ello es fundamental comprometer los gobiernos a participar activamente para ofrecer respuestas locales a este problema que es global.

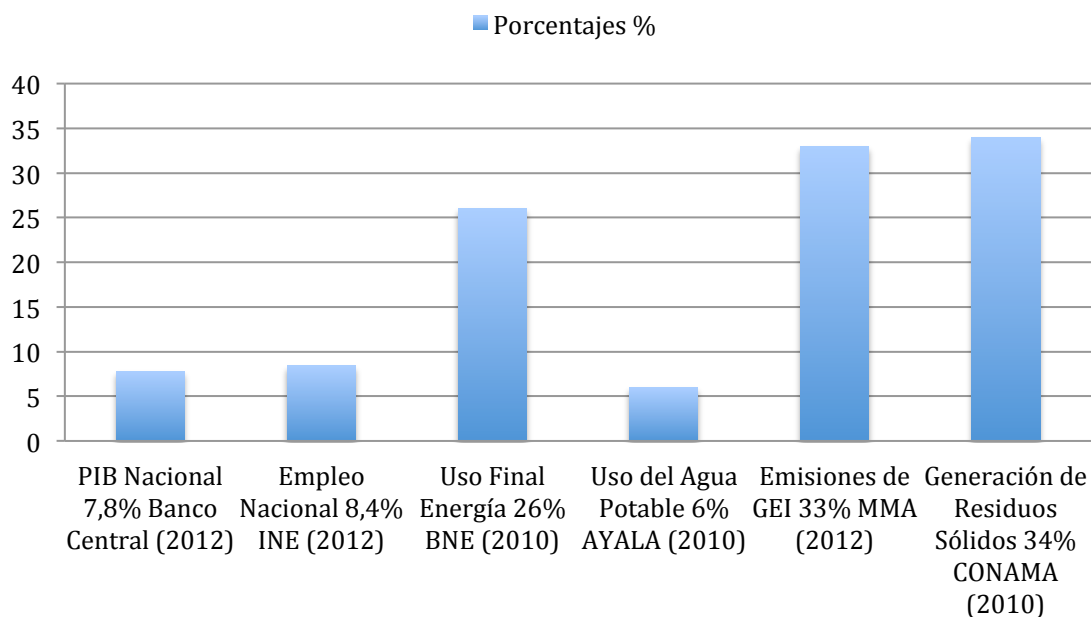


Figura 5.1 Total Aportación Industria Construcción

Además, construir con criterios de sustentabilidad puede generar beneficios como:

- Reducir gastos, lo que optimiza el presupuesto familiar.
- Más calidad de vida y beneficios para la salud, mejorando el hábitat.
- Reducir la contaminación intradomiciliaria. Mejor calidad de aire implica más salud.
- Reducir las emisiones de CO₂.
- Posibilidad de utilizar y absorber las aguas lluvias urbanas.
- Disminuir la generación de residuos.

5.1.4 Ejes estratégicos y acciones sustentables

Para ello, el Gobierno Chileno está adoptando pasos en materia de Construcción Sustentable para incorporar el concepto en el ámbito de la construcción.

- **Convenio Interministerial de Construcción Sustentable**, en agosto 1 de 2012 se firmó un convenio marco de colaboración entre el Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Energía y Ministerio del Medio Ambiente con el objetivo general de coordinar, promover, difundir y fomentar la construcción sustentable en el país.
- **Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable**, para coordinar las acciones y velar por cumplimiento de las metas estipuladas en este convenio, se creó en la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, la Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable, que será el organismo responsable de alinear a los cuatro ministerios involucrados y a los actores interesados, en el avance y consecución de objetivos.
- **Estrategia Nacional de Construcción Sustentable**, mediante un trabajo coordinado de los cuatro ministerios que son parte del convenio y otros organismos de la Administración del Estado, se está elaborando la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable, herramienta que establecerá los lineamientos para integrar el concepto de desarrollo sustentable en el área de la construcción y que servirá para posicionar al país a nivel regional en 2020.

La Estrategia Nacional de Construcción Sustentable busca articular y vincular los planes energéticos y ambientales vigentes que se han desarrollado de forma paralela en los distintos organismos gubernamentales. En este sentido, pretende establecerse como un instrumento de coordinación de las distintas acciones, metas y objetivos, en el corto, mediano y largo plazo. Dichos objetivos serán monitoreados a través de indicadores, con el fin de alcanzar las metas en los tiempos propuestos. Entre los ejes definidos, la incorporación de la sustentabilidad en la edificación y el

entorno, ocupa un lugar fundamental. Así también, generar innovación, emprendimiento, educación y difusión de buenos hábitos tanto en la industria como en la población.

- **Código de Construcción Sustentable para Viviendas**, entre los desafíos que asumió la Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable en 2013, destaca la creación de un código de procedimientos, tecnologías y materialidades, elaborado de acuerdo a estándares de sustentabilidad, específicamente para la realidad de nuestro país. Esta herramienta está siendo desarrollada en conjunto con Building Research Establishment (BRE), organización británica que se dedica a la consultoría, capacitación y análisis de innovaciones en el ambiente urbano y en el sector edificación, con amplia experiencia internacional en diseño e implementación de estándares de construcción sustentable. La idea es que, inicialmente, este instrumento sea utilizado de manera referencial por los principales agentes que participan en el área de la construcción, para, en el mediano plazo, adquirir un carácter normativo y obligatorio en su aplicación.

Además son varias las acciones sustentables que enmarcan los ejes. Destacar entre ellas el Plan de Acción de Eficiencia Energética 2012-2020 enmarcado en el eje de calidad de vida y competitividad, y las acciones pertenecientes al eje enfocado a la Sustentabilidad en la Edificación y su Entorno:

Ejes	Calidad de vida y competitividad	Sustentabilidad en la edificación y su entorno	Educación, innovación y emprendimiento	Gobierno local, responsabilidad global
Acciones	Accesibilidad universal	Cuidado bienes naturales: agua, energía	Desarrollo de centros de excelencia y ciudades sustentables	Participación en mesas internacionales
	Mejora de la eficiencia	Creación código de construcción sustentable	Capacitación a técnicos y profesionales	Plan de descontaminación de zonas saturada
	Incorporación Energías Renovables No Convencionales	Plan de reacondicionamiento para edificaciones	Programa de Innovación y Emprendimiento	Estrategia Nacional de Construcción Sustentable
	Estándares mínimos de eficiencia energética	Promoción del diseño y gestión energética	Charlas de EE y Construcción Sustentable	Programa de Eficiencia Energética en Edificios Públicos
	Plan de Acción de Eficiencia Energética	Etiquetado de eficiencia energética	Concurso de Gestión de Energía	Creación Comité Interministerial de EE
	Recambio de calefactores en viviendas	Norma de ruido para actividades de construcción	Educación para la sustentabilidad	Municipios con certificación ambiental

Tabla 5.1 Ejes Estratégicos y Acciones Sustentables, Fuente: MINVU

5.2 Plan de Acción de Eficiencia Energética

El crecimiento en la demanda de energía, la dependencia energética y el cambio climático⁵ obligan a buscar una solución factible y sustentable para Chile. El Plan de Acción busca establecer los pilares sobre los que se debe asentar una estrategia del país para el uso eficiente de la energía.

Este Plan de acción tiene como meta alcanzar un 12% de reducción de la demanda energética proyectada en el año 2020, con base a 2010. Ello permitiría lograr una disminución estimada en 43.000 Tcal en 2020.

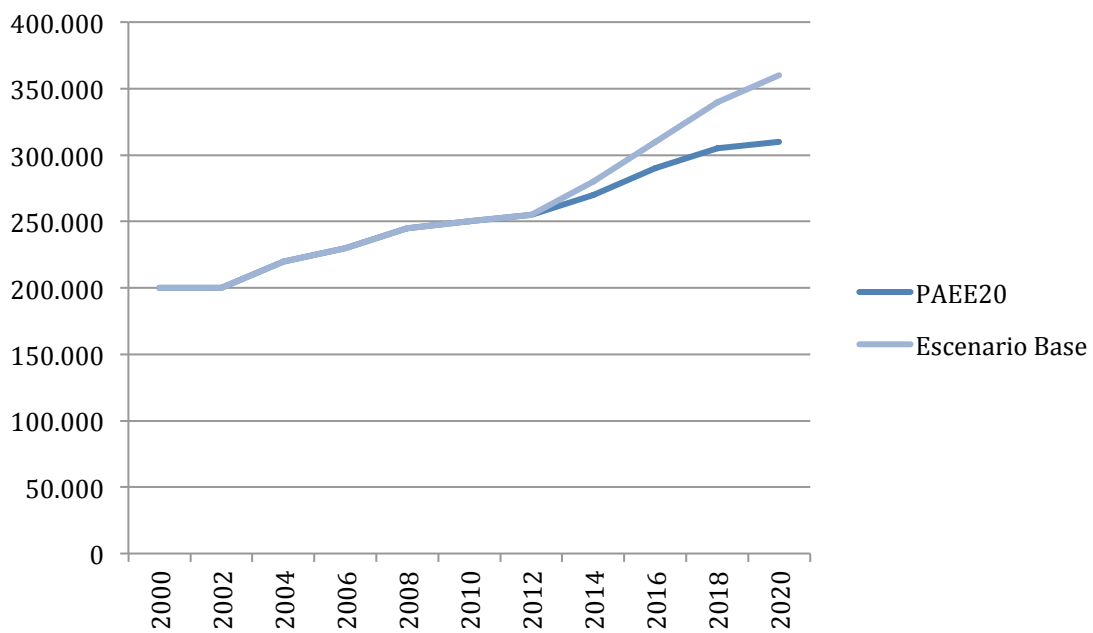


Figura 5.1 Proyección consumo de energía al 2020, Fuente: MINVU

Para ello, en lo que al sector edificación compete, las líneas de acción que permitirán disminuir, por un lado la demanda energética y por otro el consumo energético de las viviendas son las siguientes:

- Mejorar la calidad energética de la envolvente y del equipamiento en edificaciones construidas sin estándares de eficiencia energética. El objetivo es reducir el consumo energético de edificaciones en uso a través de su reacondicionamiento, especialmente

⁵ Por cambio climático se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1992.

dirigido a mejorar la eficiencia energética en el rendimiento térmico, lumínico, ventilación y hermeticidad de la construcción.

- Promover la gestión energética eficiente de edificios, a través de la gestión de los equipos consumidores de energía que se utilizan para alcanzar el confort ambiental.
- Promover el diseño de edificios con alto estándar de eficiencia energética, revisando y ampliando los requisitos mínimos exigidos en la reglamentación vigente para la construcción. En este sentido, para el sector residencial, se puso en marcha un **etiquetado energético para vivienda** nueva, que informará al comprador acerca de los estándares energéticos alcanzados por éstas.
- Promover la eficiencia energética en alumbrado de vías vehiculares y zonas peatonales de áreas urbanas.

5.3 Calificación Energética de Viviendas

5.3.1 ¿Qué es la CEV?

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), junto al Ministerio de Energía, han implementado un sistema de Calificación Energética de Viviendas que busca mejorar la calidad de vida de las familias chilenas.

Entre los muchos beneficios que aportará este sistema, permitirá a las familias conocer la eficiencia energética de las viviendas que quieran comprar, obteniendo, además, ahorros en calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria.



5.3.2 Tipos de Calificación

La Calificación Energética de Viviendas (CEV), es un instrumento, actualmente, de uso voluntario, que califica la eficiencia energética de una vivienda nueva en su etapa de uso que considera requerimientos de calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria. La CEV considera como “nuevas” las viviendas que poseen permiso de edificación posterior al 4 de enero de 2007.

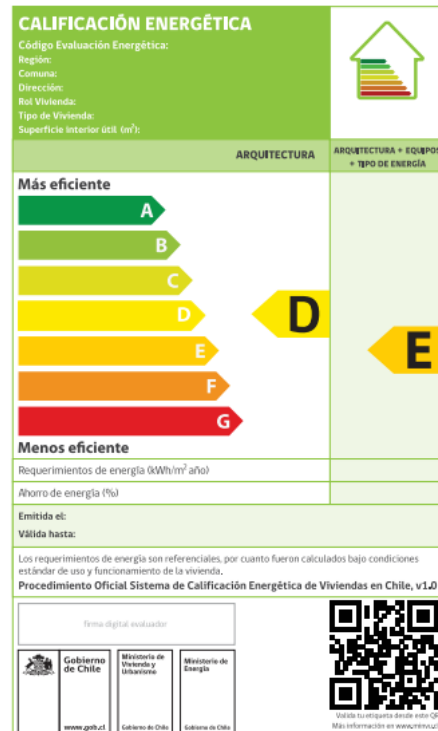
Las residencias calificadas contarán con una etiqueta con colores y letras, que van desde la A a la G, siendo esta última la menos eficiente. La letra E representa el estándar actual de construcción, establecido en el artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), para aislamiento en muros, pisos ventilados y techo, a partir de 2007.

Existe una **Precalificación** y una **Calificación Energética**. La **Precalificación** se realiza en proyectos de arquitectura que tengan permiso de edificación aprobado por el director de Obras Municipales. Es provisional y su vigencia es válida hasta que el proyecto obtenga la recepción municipal definitiva. La **Calificación**, corresponde a la evaluación final y definitiva de la obra terminada. Para emitirla se califica nuevamente el proyecto, según los planos y especificaciones técnicas finales, con recepción municipal aprobada por el director de Obras Municipales, y la documentación adicional acreditada por el propietario. Tiene una duración de 10 años, o hasta que se realice alguna modificación que altere los parámetros con los que fue evaluada la vivienda.

5.3.3 ¿Qué evalúa la CEV?

Tanto en la **Precalificación** como en la **Calificación**, la vivienda obtendrá dos letras finales incluidas en la **etiqueta**:

- La primera corresponde a la **Calificación de Arquitectura**, que evalúa con mejor valoración, es decir con mejor letra, a las viviendas que han utilizado materiales como: **aislante térmico en el techo, muros y pisos**, por sobre el mínimo que exige la normativa chilena. Además, premia con mayor evaluación a las **ventanas de doble vidrio hermético (termopanel)**, bien orientadas, por lo que permiten el ingreso del sol en períodos más fríos.
- La segunda corresponde a la Calificación de **Arquitectura + Equipos + Tipo de Energía**, que otorga una mejor letra a las viviendas que usan equipos **eficientes** e incorporan **energías renovables** para iluminación, calefacción y agua caliente sanitaria.



5.3.4 ¿Qué viviendas se pueden calificar?

Pueden calificarse proyectos de **edificios de uso residencial** o **conjuntos habitacionales** ubicados dentro del territorio nacional que cumplan los siguientes requisitos:

- **a**, que cuenten con permiso de edificación vigente emitido con fecha posterior al 4 de enero de 2007 y que aún no posean recepción municipal definitiva.
- **b**, que cuenten con permiso de edificación vigente emitido con fecha posterior al 4 de enero de 2007 y posean recepción municipal definitiva aprobada por el Director de Obras Municipales con fecha de calificación.

Los proyectos que cumplan con el requisito indicado en la letra **a** del punto anterior serán “precalificados” y aquellos que cumplan con el requisito indicado en la letra **b** serán “calificados”.

5.3.5 ¿Quiénes califican las viviendas?

Las viviendas son calificadas por **Evaluadores Energéticos** acreditados por el **MINVU** a través de un proceso de selección y acreditación.

Los únicos evaluadores autorizados para realizar dichos procesos son los registrados en el listado oficial del MINVU.

Los evaluadores trabajan bajo ciertos criterios y responsabilidades descritas en plenitud en el Manual de Procedimiento para la Calificación Energética de Viviendas en Chile disponible.

5.3.6 ¿Cómo se califica una vivienda?

Las inmobiliarias, constructoras o dueños de viviendas nuevas que deseen contar con **precalificación** o **calificación** deben solicitarla a **Evaluadores Energéticos** inscritos en el MINVU.

Por otro lado se deberá recopilar información respecto del proyecto o vivienda(s) a evaluar. Los documentos requeridos dependerán de si se trata de una precalificación o calificación energética de una vivienda.

Una vez recopilados los antecedentes necesarios, el evaluador realizará las verificaciones correspondientes, analizará distintas variables y procederá a ingresar dicha información en una herramienta de cálculo única, aprobada por el MINVU. Terminado dicho proceso se obtendrá una etiqueta y un informe de evaluación, el cual estará a libre disposición del mandante para que éste la utilice para los fines que estime conveniente.

Es fundamental señalar que el mandante está obligado a entregar dicha información al usuario final de la vivienda. El usuario final podrá verificar la validez de una etiqueta ingresando el "Código Evaluación Energética".

5.3.7 Documentación requerida para calificar un proyecto

La institución Administradora exige para poder obtener la calificación del proyecto los siguientes documentos, [Ver Anexo 2](#):

- Declaración para la Calificación Energética de Viviendas
- Solicitud de Calificación Energética de Viviendas
- Cálculo del Promedio Ponderado
- Formato de Acreditación de Ventanas
- Formato de Acreditación Térmica para la Calificación Energética de Viviendas

6 CASO DE ESTUDIO

A continuación se realiza un caso práctico, en donde junto con la herramienta cálculo y a través de datos de la vivienda se obtendrán los resultados para la confección del informe de evaluación de eficiencia energética y etiqueta de eficiencia energética.

Para empezar con el caso, el evaluador energético, previamente acreditado, debe de solicitar información requerida para la calificación. La información se divide en obligatoria y adicional según se detalla a continuación:

1. **Información obligatoria:** corresponde a la mínima documentación administrativa y técnica:

- Solicitud de calificación
- Fotocopia de permiso de edificación
- Copia de planos aprobados por el director de obras municipales, ver planos
- Especificaciones técnicas de la vivienda
- Declaración del mandante
- Formato de acreditación térmica
- Formato de acreditación de ventana

2. **Información adicional:** corresponde a facturas de compra dependientes del diseño de la vivienda y de los equipos que incorpora.

Una vez recabada toda la información, se procede a introducir toda la información necesaria para la calificación energética de la vivienda a través de la herramienta de cálculo. Dicha herramienta contiene un libro dividido en 8 pestañas:

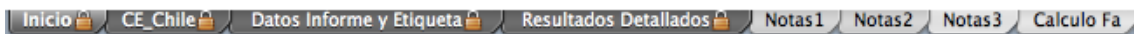


Figura 6.1 Pestañas, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

- La hoja **“Inicio”**, corresponde a la presentación de la herramienta e indica la versión de ésta.
- La hoja **CE_Chile** corresponde a la herramienta propiamente tal; en ella se debe ingresar la información de la vivienda a calificar.
- La hoja **Datos Informe y Etiqueta** corresponde a los antecedentes que se indicarán en el Informe y en la Etiqueta de la evaluación energética de la vivienda. Esta es la hoja de resultados de la planilla de cálculo correspondiente a “CE_Chile”.
- La hoja **Resultados Detallados** corresponde a la hoja donde se presentan los resultados intermedios y finales.
- Las hojas **Notas 1, Notas 2, Notas 3** para utilizar de forma libre en caso necesario.

- La hoja **Cálculo de FA** es una herramienta que permite realizar los cálculos de los factores de sombra de la carpintería.

6.1.1 Características de la vivienda

Las características de la vivienda se introducen en la hoja CE_Chile, y éstas al mismo tiempo se dividen en:

6.1.1.1 Datos generales e identificación del proyecto

En este punto indicamos el tipo de calificación, en este caso calificación energética debido a que la evaluación se hace en fase de obra terminada. Se introducen datos de la ubicación del proyecto, zona térmica en la que se encuentra emplazada la vivienda de acuerdo al artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Se identifica la vivienda mediante su tipología, tipo y dirección.

1.1.- Datos generales e identificación del proyecto	
1	Tipo de Calificación Calificación Energética
2	Ubicación del proyecto Zona 3 - A
	Comuna Santiago
	Región RM
3	Identificación de la vivienda a evaluar Edificio n°1503, Departamento, piso n°8, orientación Norte-Oeste
4	Nombre del proyecto Calificación PFG
5	Dirección de la vivienda 1503 San Pablo
6	Tipo de vivienda Departamento
7	Rol vivienda -
8	Evaluador energético Ignacio Montero
9	Rol registro de Evaluadores: RUT Evaluador -
10	Fecha de emisión:
11	Fecha de vencimiento:
12	Informe de Evaluación N°:
13	Solicitado por: RUT Mandante Claudio del Toro

Figura 6.2 Datos generales, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

6.1.1.2 Descripción general de los elementos de la envolvente

Introducimos información relativa a la composición de los elementos de la envolvente (muros, pisos, techumbre y ventanas) que limiten los espacios interiores de la vivienda con el espacio exterior.

1.2.- Descripción general de los elementos de la envolvente (esto sólo se utiliza en la confección del certificado)		
14	Muro principal	Muro de hormigón de espesor 12cm, más plancha POLYPLAC (plancha compuesta por una placa de yeso cartón de espesor 10mm, adherida a una plancha de poliestireno expandido de 15kg/m3 de espesor 10mm.)
15	Muro secundario	No aplica
16	Piso ventilado princ.	No aplica
17	Techo principal	Losa de hormigón de espesor 30cm. con acabado superficial de pintura.
18	Techo secundario	No aplica
19	Ventana principal	De vidrio simple con marco de aluminio.
20	Ventana secundaria	No aplica

Figura 6.3 Elementos de la envolvente, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

6.1.1.3 Descripción general de los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria

Información relativa a los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria. Se ingresan las principales características con que cuenta el sistema de calefacción y que condicionan principalmente su eficiencia térmica y capacidad.

1.3.- Descripción general de los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria	
21	Sistema de calefacción Caldera de condensación, marca Siglo Verde, modelo XC-25, con una potencia nominal de 25Kw y circuito de radiadores.
22	Sistema de agua caliente Caldera de condensación, marca Siglo Verde, modelo XC-25 con una potencia nominal de 25Kw

Figura 6.4 Sistemas de calefacción y ACS, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

6.1.2 Dimensiones de la vivienda

Se introduce el área de la vivienda y su altura. Sólo se consideran los espacios cerrados que conforman la totalidad de los espacios habitables de la construcción. El área es la superficie interior útil y la altura la distancia entre el piso y el cielo terminado, que correspondería a la altura libre, obtenidas a través de los planos.

2.- Dimensiones de la vivienda			
	Area (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)
23	Piso 1	54,49	2,40 = 130,8
24	Piso 2		=
25	Piso 3+4+..		=
26	Total	54,49	130,8

Figura 6.5 Dimensiones de la vivienda, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

6.1.3 Características térmicas de la envolvente

En esta sección se ingresan las superficies de los elementos constructivos y la transmitancia térmica de cada elemento. El área obtenida de los muros es la relativa a los directamente relacionados con el exterior. Así mismo, para el correcto cálculo debe de considerarse la composición exacta de cada elemento, así como el coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo.

3.- Características térmicas de la envolvente				
3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo				
	Area (m ²)	U (W/Km ²)	Umax (W/Km ²)	
27	Puertas	x		
28	Ventanas 1	14,55	5,80	
29	Ventanas 2	x		
30	Ventana en el techo			
31	Piso ventilado		0,70	
32	Muro 1	23,05	1,85	
33	Muro 2	x	1,90	
34	Muro 3	x	1,90	
35	Techo 1	x	0,47	
36	Techo 2	x	0,47	
				RVM 0,39
	Perímetro (m)	kl (W/Km)		
37	Piso en contacto con terreno 1			
38	Piso en contacto con terreno 2			

Figura 6.6 Características térmica de la envolvente, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

6.1.3.1 Ventanas, sombreado y orientación

Se introduce información relativa a la orientación de ventanas y nivel de sombreado. Para ello, la misma herramienta presenta una planilla de cálculo donde, a través de los datos introducidos, se obtienen:

- FA: Coeficiente de accesibilidad de la ventana
- Área: Área de la ventana según orientación
- FS: Factor solar del vidrio
- FM: Factor del marco de la ventana

3.2.- Ventanas (sombreado y orientación)					
Orientación	FA	Area (m ²)	FS	FM	
39	N	0,79	14,30	0,87	Metal 0,85
40	NE / NO				- 0,85
41	E / O	0,64	0,25	0,87	Metal 0,85
42	SE / SO				- 0,85
43	S				- 0,85
44	Ventana en el techo				- 0,85
		14,55			

Figura 6.7 Ventanas, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

6.1.4 Metodología a usar en el cálculo de la demanda de energía en calefacción

En este punto se define la metodología de cálculo a utilizar para determinar la demanda de energía en calefacción. En nuestro caso, dado que el valor RVM (relación ventanas-muros) es inferior a 0,70, se utiliza el cálculo estático de la demanda, lo cual corresponde a una vivienda que tiene una menor superficie de ventanas.

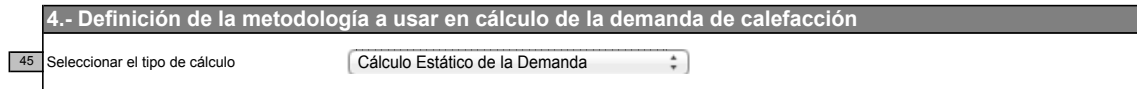


Figura 6.8 Metodología, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

6.1.5 Resultados del cálculo de la demanda de energía en calefacción e iluminación

Se presentan los resultados principales del cálculo de demanda de calefacción e iluminación en la vivienda comparados con la demanda de referencia.

5.- Resultados del cálculo de demanda calefacción + iluminación	
48	Demanda de calefacción: 46,5 (kWh/ m ² año)
48a	Demanda de Iluminación: 4,7 (kWh/ m ² año)
49	Temperatura de base: 13,3 (°C)
50	Grados Día a la temperatura base: 609,2 (°C)
51	C (porcentaje de la demanda de referencia): 76,6 (%)
52	Demanda de referencia: 62,1 (kWh/ m ² año)

Figura 6.9 Resultados de demanda calefacción + iluminación, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

6.1.6 Definición de equipos y sistemas

6.1.6.1 Sistema de calefacción

Se define el sistema de calefacción de acuerdo a datos introducidos anteriormente como es el tipo de energía o combustible y tipo de sistema utilizado. La herramienta presenta la potencia térmica mínima estimada para satisfacer los requerimientos de calefacción.

6.- Definición de los equipos y sistemas		
6.1.- Sistema de calefacción		
53	Potencia referencial del sistema de calefacción	3,12 (kW)
Tipo de energético utilizado en el sistema de calefacción		
54	Gas licuado	
Rendimiento general del equipo principal		
55	Caldera a gas con condensación enecendido electronico control modulado	0,853 (-)
Corrección por distribución		
56	Edificio con sistema centralizado	0,95
Corrección por control		
57	Control manual	0,80
Opción de definición de rendimiento del elemento principal en base a certificado de ensayo		
58	Rendimiento de generación (dejar valor cero "0" si no presenta certificado)	
59	Rendimiento del sistema completo	0,65 (-)

Figura 6.10 Equipos y sistemas, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

6.1.6.2 Sistema de agua caliente sanitaria

La herramienta calcula la demanda de ACS a partir de información previamente ingresada y a partir de valores fijos. Se introducen el tipo de energético o combustible y tipo de sistema.

6.2.- Sistema de agua caliente sanitaria		
Tipo de energético a utilizar		
60	Gas licuado	
Rendimiento de generación		
61	Sistema de calentamiento de agua directo a gas	0,70 (-)
Corrección por distribución		
62	Red de cañerías con aislación	1,00
63	Corrección por estanque de almacenamiento (ver tabla en manuales)	
Opción de definición de rendimiento del elemento principal en base a certificado de ensayo		
64	Rendimiento de generación (dejar valor cero "0" si no presenta certificado)	
65	Rendimiento del sistema completo	0,70 (-)

Figura 6.11 ACS, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

6.1.6.3 Sistema de iluminación

La demanda y consumo de energía en iluminación se calcula a partir de información previamente ingresada y a partir de valores fijos.

6.3.- Sistema de iluminación	
El cálculo se realiza en base a valores por defecto	

Figura 6.12 Iluminación, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

6.1.7 Utilización de sistemas de captación de energías renovables no convencionales

6.1.7.1 Sistema solar para aporte en calefacción y agua caliente sanitaria

Dado que se dispone de un sistema de colectores sola-térmico, se introducen los datos relativos al mismo. La metodología utilizada para calcular el aporte de energía solar a la calefacción y agua caliente sanitaria se basa en el método f-chart, basado en el cálculo de aporte solar térmico.

6.4.- Sistemas de captación de energías renovables no convencionales			
66	¿Dispone de un sistema de colectores solar - térmico?	Si	
67	Sistema solar para aporte en calefacción y agua caliente sanitaria		
68	Tipo de colector:	Plano	
69	Tipo de servicio	Solo ACS	
70	Superficie total de colectores solares (bruta)	2 (m ²)	
71	Angulo de inclinación de los colectores	40 (grados)	
72	Angulo de azimut de los colectores	10 (grados)	
73	Factor de corrección por obstrucciones	1 (-)	
	Propiedades del colector	Por defecto	A usar
74	Rendimiento óptico del colector	0,75	0,75
75	Coefficiente de pérdidas térmicas	6,00	6,00
76	Relación Area Neta / Area Bruta	0,90	0,90
	Resultados		
77	Porcentaje de aporte solar al ACS		56,8 (%)
78	Porcentaje de aporte solar a la calefacción		

Figura 6.13 ERNC, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

6.1.7.2 Sistema solar fotovoltaico para aporte de energía eléctrica para iluminación

Puesto que no se dispone de este sistema en el edificio no se introducen datos relativos a él.

6.1.8 Resultados del consumo de energía de la vivienda

Se presentan los resultados principales del cálculo de consumo de energía en la vivienda.

7.- Resultados del consumo de energía de la vivienda			
86	Aporte de energía solar a la calefacción		(%) (kWh/año)
87	Aporte de energía solar al agua caliente sanitaria	56,8	(%) (kWh/año)
88	Aporte de energía solar a la iluminación		(%) (kWh/año)
89	Consumo de energía primaria en calefacción	78,9	(kWh/ m ² año)
90	Consumo de energía primaria en agua caliente sanitaria	19,1	(kWh/ m ² año)
91	Consumo de energía primaria en iluminación	9,3	(kWh/ m ² año)
92	Consumo total de energía primaria	107,3	(kWh/ m ² año)
93	Coefficiente energético - C	68	(%)
94	Consumo de energía de referencia	158,6	(kWh/ m ² año)

Figura 6.14 Resultados consumo energía, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

6.1.8.1 Índice de sobrecalentamiento

Este índice se calcula en base a la identificación de los atributos que podrían provocar sobrecalentamiento en una vivienda. Del resultado de este análisis se obtienen las ponderaciones consideradas y los coeficientes indicados en las tablas siguientes. Para determinar este índice es necesario determinar los atributos para materialidad, ventanas, ganancias internas, aislación térmica y ventilación natural.

Así pues, para definir los atributos de riesgo de sobrecalentamiento se ha tenido en consideración lo siguiente:

- Para la materialidad, se ha atribuido un valor de 0, en donde más del 70% de los muros exteriores de la vivienda son muros de hormigón.
- Para las ventanas, se ha atribuido un valor de 1, sin protección solar exterior y con un área de ventanas superior al 20% del área del piso
- Para las ganancias internas, se ha atribuido un valor de 1, donde la superficie del piso de la vivienda es inferior a 60m².
- Para el aislamiento térmico, se ha atribuido un valor de 0,5, donde más del 50% de la superficie de la ventana es de vidrio monolítico y más del 50% de la superficie de los muros tienen aislación térmica.
- Para la ventilación natural, se ha atribuido un valor de 0,5, donde existen ventanas operables de más de 1m² de superficie sólo en 2 fachadas cuyo ángulo entre ellas es superior a 45 grados.

8.- Índice de Sobrecalentamiento	
Atributo	Valor del atributo
95 Materialidad	
96 Ventanas	1,0
97 Ganancias internas	1,0
98 Aislación térmica	0,5
99 Ventilación natural	0,5

Figura 6.15 Índice de sobrecalentamiento, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

6.1.9 Etiqueta

1.- Etiqueta		
Tipo de Calificación	1	Calificación Energética
Informe de evaluación N°	2	
Región	RM	
Dirección	3	1503 San Pablo
Comuna	4	Santiago
Rol vivienda	5	-
Tipo de vivienda	6	Departamento
Superficie interior útil	7	54,49
Zona térmica	8	Zona 3 - A
Calificación energética de arquitectura	9	D
Requerimientos de energía	10	(kWh/ m ² año)
Ahorro de energía		23,4%
Comentario eventual en el caso que no se evalué la calefacción	11	
Calificación energética de arquitectura + equipos + tipo de energético	12	D
Requerimientos de energía	13	107,3 (kWh/ m ² año)
Ahorro de energía		32,4%
Fecha de emisión	14	
Fecha de vencimiento	15	
Versión del procedimiento oficial de calificación energética	16	1

Figura 6.16 Etiqueta, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

Finalmente, y siguiendo con el procedimiento de calificación Chileno, la vivienda, contando con recepción definitiva en base a planos, especificaciones técnicas e inspección visual, obtiene el Informe de Evaluación de Eficiencia Energética.

Esta etiqueta se determina en base a la relación entre el requerimiento energético de la vivienda respecto a una vivienda de referencia⁶, que cumple con las exigencias mínimas de la reglamentación térmica, obteniendo una calificación con etiqueta D.

6.1.10 Análisis de los resultados

Finalmente y tras observar los resultados, la vivienda obtiene una calificación con etiqueta D con un requerimiento de energía de 107,3 kWh/m² año y con un 32,4% de ahorro de energía respecto a la vivienda de referencia.

⁶ Vivienda de referencia, consumo promedio país, Chile: 192KWh/m² año.

2.1.- Página 1		
Título del Informe	17	Calificación Energética
Tipo de calificación	18	Calificación Energética
Informe de Evaluación N°	19	
Dirección	20	1503 San Pablo
Comuna	21	Santiago
Región	22	RM
Rol Vivienda	23	-
Tipo de vivienda	34	Departamento
Zona térmica	25	Zona 3 - A
Superficie interior útil	26	54,5
Solicitado por	27	Claudio del Toro
RUT		
Calificación energética de arquitectura	28	D
Requerimientos de energía	29	(kWh/ m ² año)
Ahorro de Energía		23,4%
Comentario eventual en el caso que no se evalúe la calefacción	30	
Calificación energética de arquitectura + equipos + tipo de energético	31	D
Requerimientos de energía	32	107,3 (kWh/ m ² año)
Ahorro de Energía		32,4%
Fecha de emisión	33	
Fecha de vencimiento	34	
Versión del procedimiento oficial de calificación energética	35	1,0
Metodología	36	Cálculo Estático de la Demanda
Indicador de sobrecalentamiento	37	1,85

Figura 6.17 Resultados etiqueta, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

Como indicadores secundarios encontramos el nivel de riesgo de sobrecalentamiento en verano con un valor de 1,85 sobre 3 con una calificación media-alta.

En cuanto a la distribución del requerimiento energético, se observa que la calefacción con 79 kWh/m² año requiere el 74% de la energía primaria de la vivienda. Le sigue el ACS con 19 kWh/m² año con un 18% y la iluminación con 9 kWh/m² año y un 9% sobre el total. Además, la cantidad de CO₂ emitido según el requerimiento de energía total es de 25 KgCO₂/m² año.

Requerimientos de Energía Primaria		
Calefacción	50	79 (kWh/ m ² año)
	51	74 (%)
Iluminación	52	9 (kWh/ m ² año)
	53	9 (%)
Agua Caliente sanitaria	54	19 (kWh/ m ² año)
	55	18 (%)
Total	56	107 (kWh/ m ² año)
	57	100 (%)
Emissiones de CO2	58	25 (KgCO2/m ² año)

Figura 6.18 Requerimientos de energía primaria, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

Respecto a los aportes de energías renovables producida in-situ, en este caso solo se dispone de agua caliente sanitaria con un aporte del 56,8%.

Aportes de energías renovables		
Calefacción	38	(%)
Iluminación	39	(%)
Agua caliente sanitaria	40	56,8 (%)

Figura 6.19 Aporte ERNC, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

También se observa como en la distribución del % de pérdidas por la envolvente, las ventanas con un 48,7% es el elemento por el que más pérdidas se generan. Le siguen los muros con un 26,4% y un 24,9% a través de infiltraciones. En piso y techo no existen pérdidas dado que la vivienda se encuentra entreplantas.

6.2 Comparación Sistemas de Certificación Energética

Paralelamente, se realiza el mismo caso de estudio con la herramienta de cálculo CE3X del modelo de certificación Español. Durante el procedimiento se estudia la comparación y el análisis tanto de los datos que se van introduciendo, como los que se van obteniendo.

Inicialmente y antes de empezar con el caso, se realiza una breve comparación de los aspectos más generales del procedimiento de certificación energética en viviendas en ambos países.

6.2.1 Antecedentes de Eficiencia Energética relativos al Procedimiento de Certificación.

En España, la transposición de la Directiva Europea 2002/91/CE, posteriormente modificada mediante la Directiva 2010/31/UE, es la que establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios, un certificado de eficiencia energética, se realiza mediante cambios y exigencias en el sector de la edificación, relativos al consumo de energía, iluminación, aislamiento, climatización, agua caliente sanitaria y utilización de energía solar a través del Código Técnico de la Edificación. En el año 2007, el Gobierno Español aprueba el procedimiento de certificación de eficiencia energética para edificios de nueva construcción. Posteriormente, en el año 2013, se incorpora el procedimiento básico para la CEE de edificios existentes de manera voluntaria hasta el 1 de Junio de 2013, fecha a partir de la cual pasa a ser obligatorio.

En Chile, es en el año 2011 cuando se introduce el sistema de certificación energética, siendo actualmente un instrumento de uso voluntario y únicamente para viviendas de nueva construcción que posean permiso de edificación posterior al 4 de Enero de 2007. A diferencia del modelo Español, Chile carecía de un marco normativo obligatorio referente a la eficiencia energética hasta el año 1999. Es a partir del año 2000, cuando, a través de un programa que contempla 3 etapas, empieza a introducir exigencias en cuanto a eficiencia energética que regula la OGUC. Inicialmente, en la primera etapa, solo se exigió cumplir con aislamiento térmico en los complejos de techumbre, para ampliarlo en la segunda etapa, año 2007, donde se incorpora requerimientos mínimos para el comportamiento térmico de muros, pisos y ventanas, encontrándose la tercera etapa, actualmente, en elaboración.

6.2.2 Metodología de Calificación Energética

El sistema Español establece dos opciones, por una parte la opción general a través del programa CALENER, y por otra la forma simplificada en la cual se incluyen el CEX y CE3X. Por otra parte, la limitación de la demanda energética se realiza a través del programa LIDER. En cuanto al sistema Chileno, el CCTE equivale al programa LIDER, mientras que para obtener la calificación global se utiliza una herramienta de cálculo CEV cedida por el MINVU.

6.2.3 Técnicos competentes

Se encuentra una gran diferencia en cuanto a quienes son los técnicos competentes para certificar este procedimiento. Mientras que en el caso español, textualmente se considera

como técnico competente al: “*Al técnico que esté en posesión de cualquiera de las titulaciones académicas y profesionales habilitantes para la redacción de proyectos o dirección de obras y dirección de ejecución de obras de edificación o para la realización de proyectos de sus instalaciones térmicas...*”, en el modelo Chileno, existe una figura llamada Evaluador Energético, acreditado por el MINVU a través de un proceso de selección y acreditación, y autorizado para realizar dichos procesos registrados en un listado oficial del propio Ministerio. Así mismo, en Chile solo existe una administración encargada de todo este procedimiento llamada Institución Administradora, no así como en España, en donde cada Comunidad Autónoma es responsable de la certificación energética en su localidad, la que define los controles para la realización de la certificación, la acreditación de los inspectores, etc.

6.2.4 Certificado y Escala de Calificación Energética

En ambos casos existe una precalificación y calificación posterior para el caso de vivienda nueva, siendo precalificados durante la fase de proyecto y calificados con evaluación final y definitiva a obra terminada. La calificación energética es igual, obteniendo una letra de la A a la G, dependiendo de los resultados obtenidos, respecto a una vivienda de referencia.

6.2.5 Validez

Tanto en el sistema español como en el chileno, el certificado tendrá una vigencia máxima de 10 años. Respecto a la renovación, en el caso español es voluntaria, dejando en manos del propietario su actualización siempre y cuando no sufra variaciones en aspectos del edificio que puedan reducir su calificación, mientras que en el chileno, en cuanto la vivienda sufra una modificación relacionada con la envolvente o equipos, éste dejará de tener validez.

6.2.6 Publicidad

Como detalle en este punto, indicar que el sistema chileno pone a disposición de las inmobiliarias un folleto de difusión de la calificación energética de viviendas, en donde se regula, entre otras cosas, el logotipo, el sello de la vivienda y la ropa corporativa.

6.2.7 Comparación Caso de Estudio con Sistema español

Siguiendo con el caso, se traslada la vivienda con las características chilenas que le corresponden al territorio español para proceder al cálculo de la certificación.

Dado que las características geográficas son diferentes, se ha buscado un emplazamiento con datos climatológicos parecidos a los de Santiago de Chile obteniendo la localidad de Albacete como referente para el cálculo de la certificación. En ambas ciudades, con metros sobre el nivel del mar de entre 520 y 650, y a una distancia del mar de 90 y 140 km respectivamente, predomina el clima mediterráneo, en el cual destaca la presencia de estaciones secas prolongadas en verano, e inviernos marcados con temperaturas que llegan a cero grados.

En cuanto a las fachadas calientes, se invertirá la orientación de la vivienda, para que los cálculos de iluminación y demanda energética sean coherentes respecto a la misma. En tal caso, la fachada norte de la vivienda pasa a ser la sur, y la fachada oeste, la este.

En ambos casos se empieza introduciendo datos generales e identificativos del proyecto. El CE3X permite seleccionar la normativa vigente o año de construcción, ya que en función de ello, las exigencias térmicas eran diferentes en las distintas normativas, cosa que en el caso chileno no es posible, dado que las viviendas que empiezan a certificarse en el año 2007, generalmente deberían de cumplir todas con los mismos criterios. Como se ha comentado anteriormente, se elige la localidad de Albacete, la cual pertenece a la zona climática D3.

Seguidamente, se introducen los datos relativos a la envolvente térmica, en donde se encuentran las principales diferencias entre las dos herramientas. Analizándolo punto por punto, se concluye que, mientras en los muros, la introducción es idéntica, requiriéndonos datos sobre superficies y propiedad térmicas, en huecos y puentes térmicos, la herramienta chilena carece de, en el primer caso, la permeabilidad del hueco, y en el segundo caso la consideración de cualquier puente térmico. Así mismo se procede al análisis de los mismos, introduciéndose los valores relativos a los puentes térmicos existentes desde el punto de vista de la construcción de la vivienda. Concretamente se tienen en consideración los contornos de hueco y el encuentro de fachada con forjado, destacando que la vivienda carece de persianas y pilares debido a que la estructura portante está realizada totalmente por muros y losas de hormigón, solución constructiva condicionada por las exigencias sísmicas del país. Respecto a los demás elementos, los factores que determinan la envolvente son prácticamente iguales.

La herramienta chilena, introduce en este punto un factor, el cual corresponde a la relación ventanas-muros, que posteriormente nos definirá la metodología a utilizar para el cálculo de la demanda de calefacción. El procedimiento de calificación permite realizar los cálculos de demanda con cualquiera de las dos metodologías, existiendo sólo una restricción correspondiente a las viviendas que tienen una gran superficie de ventanas. Concretamente

para estas viviendas sólo se permite el cálculo en base al método dinámico (CCTE), dejando el método estático para las viviendas con un menor índice de ventanas.

En cuanto a las instalaciones, los datos introducidos, son los mismos tanto en una herramienta como en la otra, donde, entre otros, se solicita tipo de generador, tipo de combustible. Sin embargo hay un pequeño matiz, la herramienta chilena tiene en consideración la corrección por distribución valorando si la red de cañerías está aislada o no.

Respecto a las medidas de mejora, el sistema español proporciona un conjunto de medidas de mejora sobre los elementos analizados durante el proceso de calificación. Destacar entre ellos la adición de aislamiento térmico en fachada por el exterior, lo cual supondría una mejora en la calificación obteniendo la letra D.

Finalmente, se comparan los resultados obtenidos:

Vivienda	Chile		España	
	Objeto	Referencia	Objeto	Referencia
Demanda Calefacción	46,46	62,1	65,65	135,9
Demanda Refrigeración	-	-	34,2	17,1
Demanda Iluminación	4,6	4,6	-	-
Demanda ACS	28,01	28,01	-	13,1
Total Demanda KWh/m² año	79,97	94,71	99,85	166,1
Emisiones Calefacción	17,98	27,32	23,58	51,7
Emisiones Refrigeración	-	-	13,05	4,2
Emisiones Iluminación	2,86	2,86	-	-
Emisiones ACS	4,34	10,05	2,41	5,0
Total Emisiones KgCO₂/m² año	25	40,23	39,04	60,9
Consumo E. Primaria Calefacción	78,9	105,1	116,73	227,1
Consumo E. Primaria Refrigeración	-	-	52,50	17,5
Consumo E. Primaria Iluminación	9,3	9,3	-	-
Consumo E. Primaria ACS	19,1	44,1	10,65	20,6
Consumo Total KWh/m² año	107,3	158,6	179,88	265,2

Tabla 6.1 Resultados del cálculo de CE, Fuente: Elaboración propia

Y a continuación se analizan los resultados según su demanda, emisiones y consumo de energía primaria:

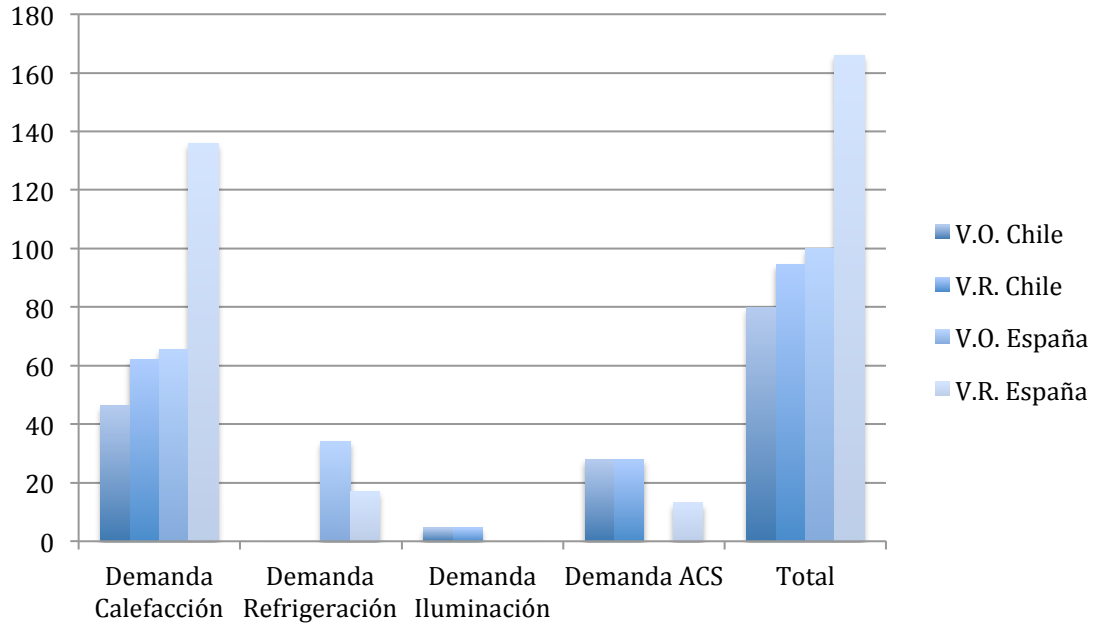


Figura 6.20 Comparación Demanda KWh/m² año, Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la demanda se observa que mientras en el caso de Chile no se tiene en consideración la demanda de refrigeración, en el caso español no lo tienen con la iluminación, esto es debido a que en España no se considera significativa la contribución de iluminación artificial en usos residenciales, por lo que no se tiene en cuenta. Respecto a los datos obtenidos, aún teniendo en cuenta que los datos de partida son parecidos, el modelo chileno obtendría una mayor demanda de calefacción en territorio Español, no siendo igual para la ACS, donde en el territorio chileno es mayor al español.

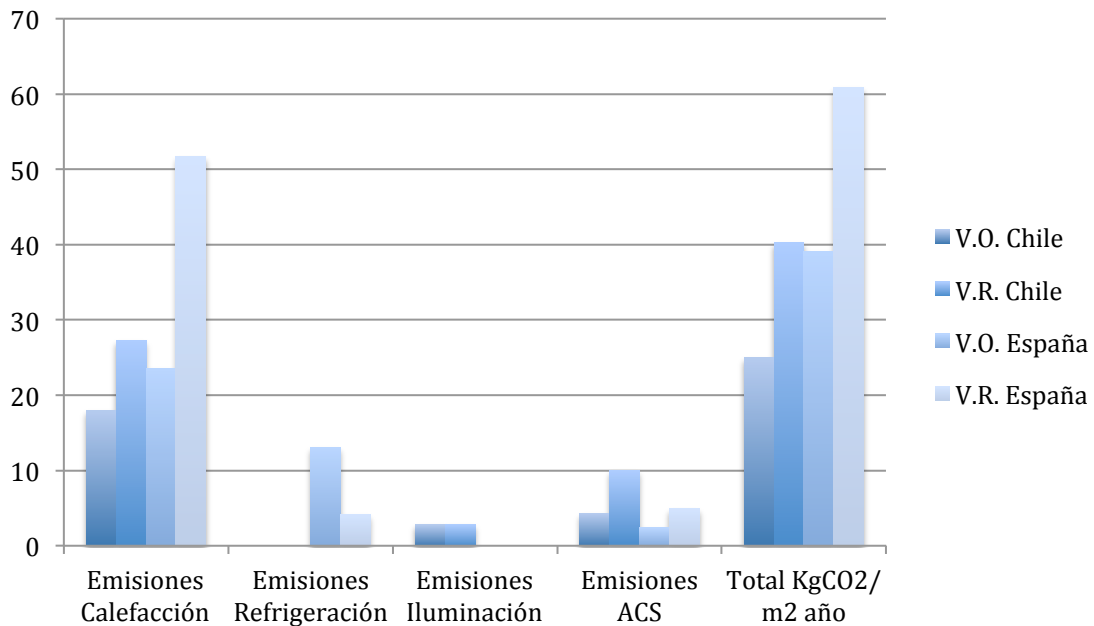


Figura 6.21 Comparación Emisiones KgCO₂/m² año, Fuente: Elaboración propia

Respecto a las emisiones, encontramos una notable diferencia en las viviendas de referencia, siendo mucho más restrictiva el modelo chileno frente al español. En cuanto a los datos obtenidos de las viviendas objeto, en ambos casos se obtienen resultados muy cercanos entre ellos por lo que no se presenta una gran diferencia. La emisión total sigue siendo superior en el territorio español debido a la consideración de la refrigeración.

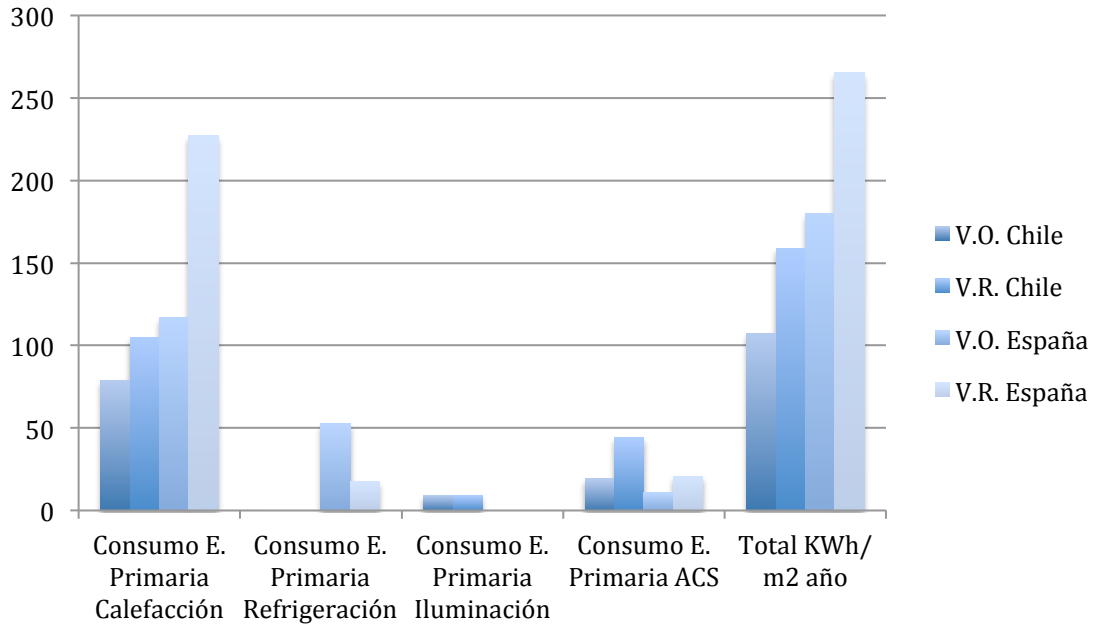


Figura 6.22 Comparación Consumo E. Primaria, Fuente: Elaboración propia

Resultados parecidos se encuentran en los datos relacionados con el consumo de energía primaria. Destacar que el valor obtenido en territorio español es incluso superior al de referencia del modelo chileno, lo que supondría una mala nota en la escala de calificación.

6.3 Estrategias de diseño arquitectónico para Eficiencia Energética en viviendas

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo y el Programa País de Eficiencia Energética han editado una Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social, a través de la cual se presentan recomendaciones de tipo general a tener en cuenta en el momento de diseñar una vivienda para mejorar las condiciones de habitabilidad y confort reduciendo los consumos de energía e impacto ambiental.

Estas estrategias están basadas en diseño arquitectónico pasivo, lo cual significa que la vivienda combina un elevado confort interior con un consumo de energía muy bajo. Estas estrategias deberían ser consideradas en el diseño de edificios, ya que permitirán ahorros energéticos sin tener que recurrir a sistemas artificiales para asegurar confort térmico, que supondrían el aumento de la demanda energética. Especialmente se tratan de edificios con un

alto grado de aislamiento, un control riguroso de los puentes térmicos y de las infiltraciones de aire indeseadas, unas carpinterías de gran calidad y un aprovechamiento óptimo del soleamiento.

Por lo tanto, se definen a continuación brevemente, algunas de estas estrategias pasivas y su aplicación al caso de estudio, con la finalidad de mejorar las condiciones de la vivienda sin coste energético. La consideración en la fase de diseño de estas medidas, por si solas, implicarían una mejora de la calificación energética.

6.3.1 Estrategias para períodos de frío y calor

Inicialmente, las reglas básicas de diseño con criterios de eficiencia energética se basan en lo siguiente:

- En períodos fríos del año, se requiere captar la energía calórica proveniente del sol, conservando dicha energía en el interior a través de materiales aislantes en la envolvente.

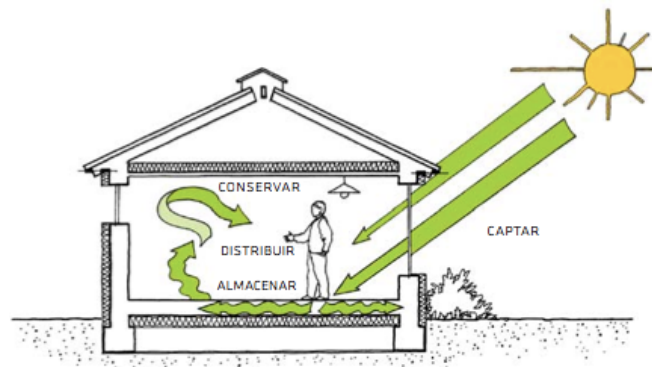


Figura 6.23 Estrategias en períodos de frío, Fuente: GDEEVS, Waldo Bustamante G.

- En períodos calurosos del año, la vivienda debe proteger su envolvente de las ganancias solares, extrayendo el calor que se ha generado en su interior por medio de ventilación natural durante los períodos de menor temperatura durante el día.

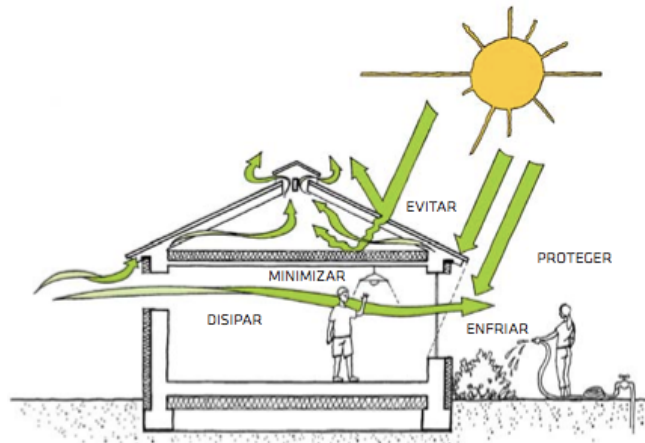


Figura 6.24 Estrategias en periodo de calor, Fuente: GDEEVS, Waldo Bustamante G.

6.3.2 Orientación de la vivienda

Para lograr bajos consumos en la vivienda se debe comenzar con la orientación de la misma. Asumiendo el criterio de tener el máximo acceso al sol para períodos fríos del año, la mejor decisión es hacerlo hacia el norte (eje mayor este-oeste) en cuya fachada se diseñan ventanas de mayor tamaño que al sur. Esto es debido a que Chile está ubicado por debajo del Ecuador, lo cual se genera la fachada caliente en la cara Norte. Obviamente el criterio sería el contrario en el Hemisferio Norte.

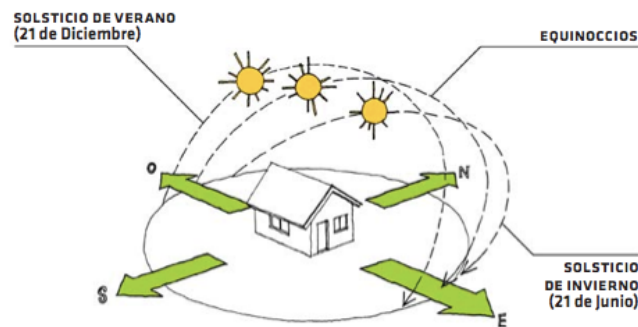


Figura 6.25 Trayectoria del sol respecto a la superficie horizontal, Fuente: GDEEVS, Waldo Bustamante G.

Al analizar las estrategias descritas, aplicadas al caso de estudio, según los planos, se puede observar que tanto los recintos comedor-cocina como los dormitorios están ubicados en la fachada norte, logrando minimizar únicamente el baño en la fachada oeste. Así mismo, la medianera sur y este de la vivienda quedan lindando con otra vivienda por lo que se reduce la pérdida de calor a través de ella. Por otra parte, desde el punto de vista del periodo de calor, la orientación de la vivienda permite un mayor control del soleamiento, dado que las fachadas de mayores se encuentran hacia el eje norte-sur.

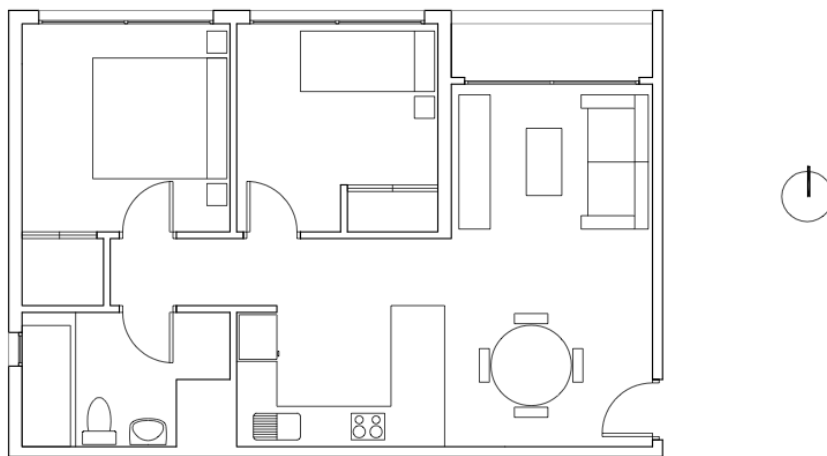


Figura 6.26 Plano vivienda, Fuente: Elaboración propia

6.3.3 Captación y protección solar

La captación o protección de la radiación solar está íntimamente relacionada con la orientación en que se disponga el edificio. En el caso estudiado, esta orientación es favorable en periodos fríos para los elementos vidriados y desfavorable en los periodos calurosos. La vivienda no dispone de sistemas de protección solar por lo que en verano, desde el punto de vista del diseño arquitectónico pasivo se propone instalar un sistema de protección, a través de aleros o elementos horizontales en ventanas, que eviten que la radiación solar se transfiera hacia el interior de la vivienda. De esta manera se evita que provoque el efecto invernadero en el interior.

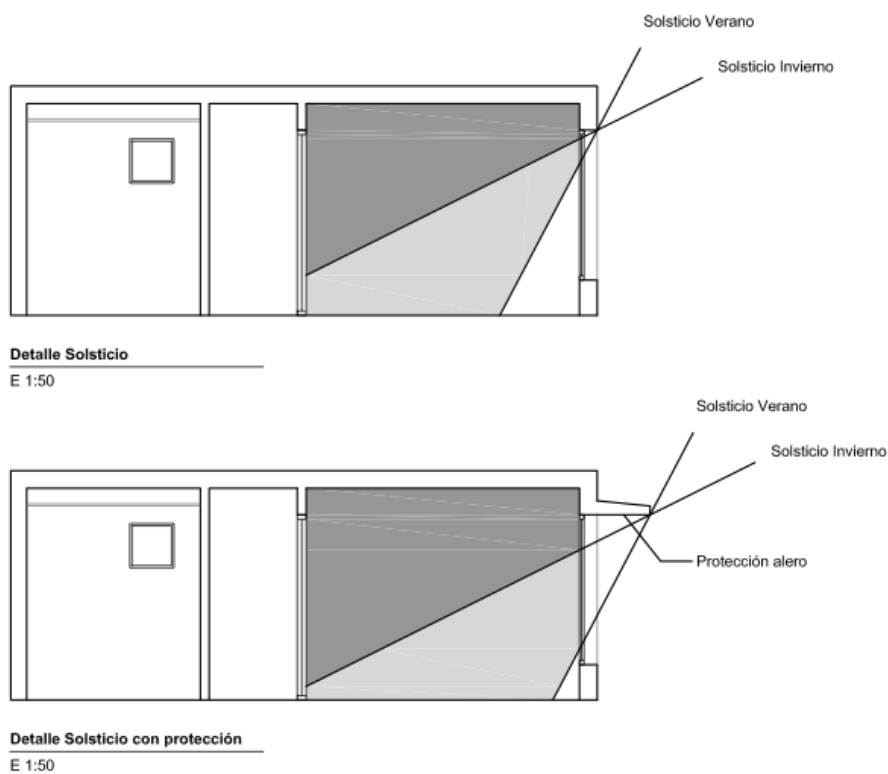


Figura 6.27 Solsticios de verano e invierno, Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la captación y protección solar se tendría que tener en cuenta también la emisividad, por lo que es recomendable en los elementos vidriados instalar ventanas con vidrio de baja emisividad. En la siguiente ilustración se muestra como el factor solar es variable en función del vidrio elegido para el diseño. En el caso de estudio se dispone de un vidrio monolítico pudiéndose mejorar cambiando la carpintería por un doble vidriado hermético. Este tipo de vidrio puede llegar a reducir en un 30% la transmitancia del elemento.

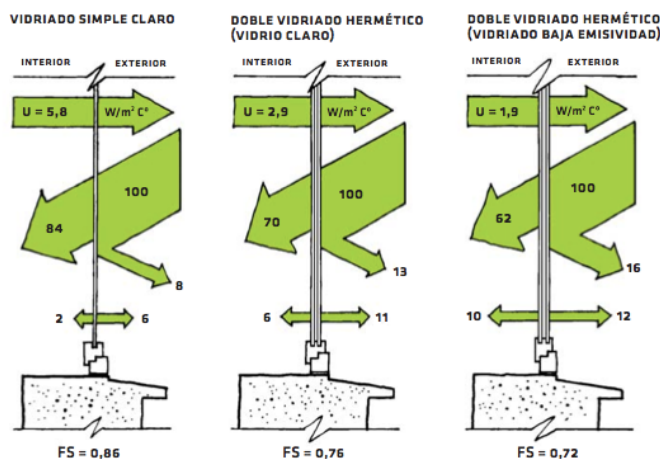


Figura 6.28 Factor solar y transmitancia térmica de diferentes ventanas, Fuente: GDEEVs, Waldo Bustamante G.

Para comprobar la sensibilidad del programa frente a estos cambios, se ha procedido a la simulación con cada una de las soluciones de la figura 6.28. Mientras que para la solución de vidriado simple claro con una transmitancia térmica de 5,8 W/m²K y un factor solar del vidrio de 0,86 se obtiene la siguiente demanda:

5.- Resultados del cálculo de demanda calefacción + iluminación			
Demanda de calefacción	46,5	(kWh/ m² año)	
Demanda de Iluminación	4,7	(kWh/ m² año)	
Temperatura de base	13,3	(°C)	
Grados Día a la temperatura base	609,2	(°C)	
C (porcentaje de la demanda de referencia)	76,6	(%)	
Demanda de referencia	62,1	(kWh/ m² año)	

7.- Resultados del consumo de energía de la vivienda			
Aporte de energía solar a la calefacción		(%)	
Aporte de energía solar al agua caliente sanitaria	56,8	(%)	869,1 (kWh/año)
Aporte de energía solar a la iluminación		(%)	
Consumo de energía primaria en calefacción	78,9	(kWh/ m² año)	
Consumo de energía primaria en agua caliente sanitaria	19,1	(kWh/ m² año)	
Consumo de energía primaria en iluminación	9,3	(kWh/ m² año)	
Consumo total de energía primaria	107,3	(kWh/ m² año)	
Coefficiente energético : C	68	(%)	
Consumo de energía de referencia	158,6	(kWh/ m² año)	

Figura 6.29 Resultados Vidriado simple, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

Para la solución doble vidriado hermético, con una transmitancia térmica de 2,9 W/m²K se obtienen los siguientes datos:

5.- Resultados del cálculo de demanda calefacción + iluminación			
Demanda de calefacción	21,1	(kWh/ m² año)	
Demanda de Iluminación	4,7	(kWh/ m² año)	
Temperatura de base	11,5	(°C)	
Grados Día a la temperatura base	366,2	(°C)	
C (porcentaje de la demanda de referencia)	38,6	(%)	
Demanda de referencia	62,1	(kWh/ m² año)	

7.- Resultados del consumo de energía de la vivienda			
Aporte de energía solar a la calefacción		(%)	
Aporte de energía solar al agua caliente sanitaria	56,8	(%)	869,1 (kWh/año)
Aporte de energía solar a la iluminación		(%)	
Consumo de energía primaria en calefacción	35,9	(kWh/ m² año)	
Consumo de energía primaria en agua caliente sanitaria	19,1	(kWh/ m² año)	
Consumo de energía primaria en iluminación	9,3	(kWh/ m² año)	
Consumo total de energía primaria	64,3	(kWh/ m² año)	
Coefficiente energético : C	41	(%)	
Consumo de energía de referencia	158,6	(kWh/ m² año)	

Figura 6.30 Resultados Doble Vidriado hermético, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

Y finalmente para el doble vidriado hermético de baja emisividad con una transmitancia térmica de 1,9 W/m²K:

5.- Resultados del cálculo de demanda calefacción + iluminación			
Demanda de calefacción	13,4	(kWh/ m ² año)	
Demanda de Iluminación	4,7	(kWh/ m ² año)	
Temperatura de base	10,6	(°C)	
Grados Día a la temperatura base	261,3	(°C)	
C (porcentaje de la demanda de referencia)	27,1	(%)	
Demanda de referencia	62,1	(kWh/ m ² año)	

7.- Resultados del consumo de energía de la vivienda			
Aporte de energía solar a la calefacción		(%)	(kWh/año)
Aporte de energía solar al agua caliente sanitaria	56,8	(%)	869,1
Aporte de energía solar a la iluminación		(%)	(kWh/año)
Consumo de energía primaria en calefacción	22,7	(kWh/ m ² año)	
Consumo de energía primaria en agua caliente sanitaria	19,1	(kWh/ m ² año)	
Consumo de energía primaria en iluminación	9,3	(kWh/ m ² año)	
Consumo total de energía primaria	51,1	(kWh/ m ² año)	
Coefficiente energético : C	32	(%)	
Consumo de energía de referencia	158,6	(kWh/ m ² año)	

Figura 6.31 Resultados Doble Vidriado hermético de baja emisividad, Fuente: Herramienta de cálculo CEV

Seguidamente se comparan con el siguiente gráfico, en donde podemos comparar y concluir que, mientras, el VS permite reducir el consumo de energía primaria hasta los 78,9 KWh/m² año obteniendo una calificación energética con etiqueta D con un 32,4% del ahorro energético, El DVH reduce el consumo hasta los 35,9 KWh/m² año con un ahorro notable del 59,5%, lo que supone ya no sólo una reducción prácticamente del consumo por encima del 50%, sino además una calificación con etiqueta B. Prácticamente lo mismo sucede con el DVHBE, en donde los resultados se asemejan al DVH con un consumo de energía primaria hasta los 22,7 KWh/m² año, obteniendo en este caso la misma calificación que el caso anterior con un 67,6% del ahorro energético frente a la vivienda de referencia.

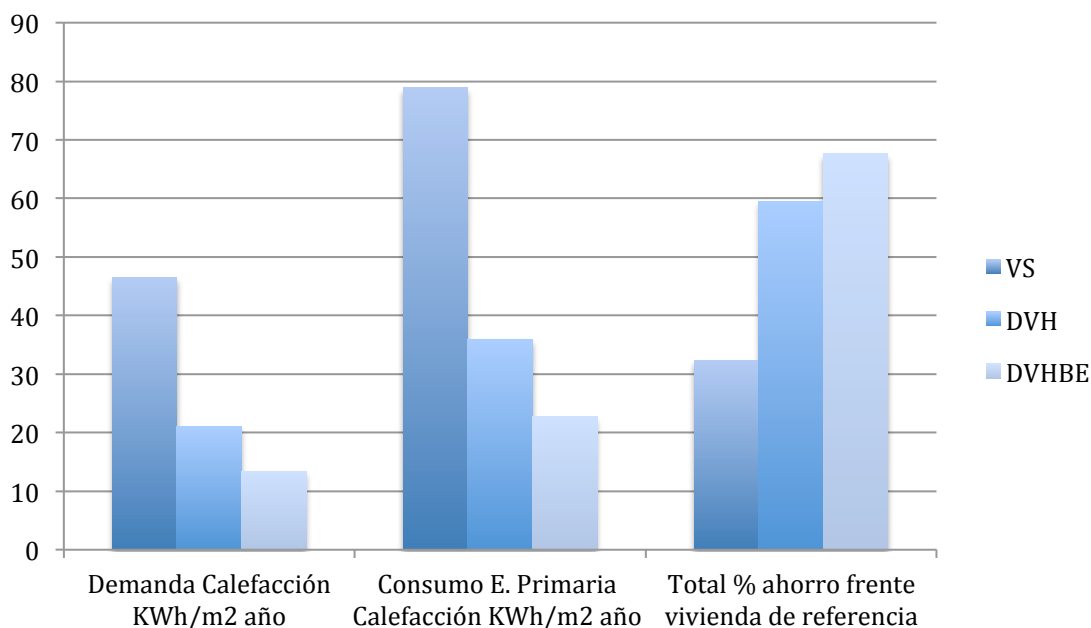


Figura 6.32 Comparación Carpinterías, Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, en cuanto a los elementos opacos es recomendable, para evitar el sobrecalentamiento, disponer de una cámara ventilada exterior que junto al aislante térmico permitiría reducir la transmitancia del elemento así como evitar problemas de condensación y humedad en la superficie de los muros. Esta solución podría permitir una continua ventilación de la fachada exterior mediante la convección.

Es importante que durante el proceso de construcción el aislamiento sea bien instalado, evitando puntos o zonas sin protección. Deben de evitarse los puentes térmicos. Analizando este punto es recomendable buscar la continuidad de la aislación. Desde nuestra vivienda sería recomendable realizar la aislación térmica desde el exterior del muro, tal y como se observa en la figura.

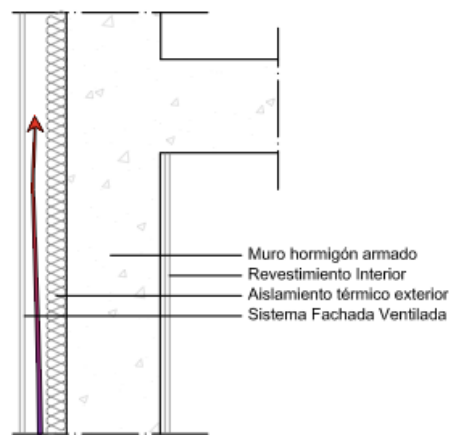


Figura 6.33 Solución propuesta, Fuente: Elaboración propia

De igual manera, se ha procedido a comparar la sensibilidad del programa frente a la solución propuesta en donde, con una transmitancia térmica de $0,77 \text{ W/m}^2\text{K}$, compuesta por un sistema de fachada ventilada definido por un panel de aluminio de $0,004 \text{ m}$, aislamiento XPS de $0,02 \text{ m}$, muro de hormigón armado de $0,20 \text{ m}$, y un revestimiento interior de Polyplac de $0,02 \text{ m}$, se obtienen los siguientes datos:

5.- Resultados del cálculo de demanda calefacción + iluminación			
Demanda de calefacción	31,1	(kWh/ m ² año)	
Demanda de Iluminación	4,7	(kWh/ m ² año)	
Temperatura de base	12,4	(°C)	
Grados Día a la temperatura base	476,5	(°C)	
C (porcentaje de la demanda de referencia)	53,6	(%)	
Demanda de referencia	62,1	(kWh/ m ² año)	
7.- Resultados del consumo de energía de la vivienda			
Aporte de energía solar a la calefacción		(%)	(kWh/año)
Aporte de energía solar al agua caliente sanitaria	56,8	(%)	869,1 (kWh/año)
Aporte de energía solar a la iluminación		(%)	(kWh/año)
Consumo de energía primaria en calefacción	52,8	(kWh/ m ² año)	
Consumo de energía primaria en agua caliente sanitaria	19,1	(kWh/ m ² año)	
Consumo de energía primaria en iluminación	9,3	(kWh/ m ² año)	
Consumo total de energía primaria	81,2	(kWh/ m ² año)	
Coficiente energético : C	51	(%)	
Consumo de energía de referencia	158,6	(kWh/ m ² año)	

Figura 6.34 Resultado solución propuesta, Fuente: Elaboración propia

En donde se puede observar que la solución propuesta con una demanda de calefacción del 31,1 KWh/m² año y un consumo del 52,8 KWh/m² año, puede obtener un ahorro del 48,8% frente a la vivienda de referencia con una calificación con etiqueta C, frente al 32,4% y etiqueta D de la fachada actual.

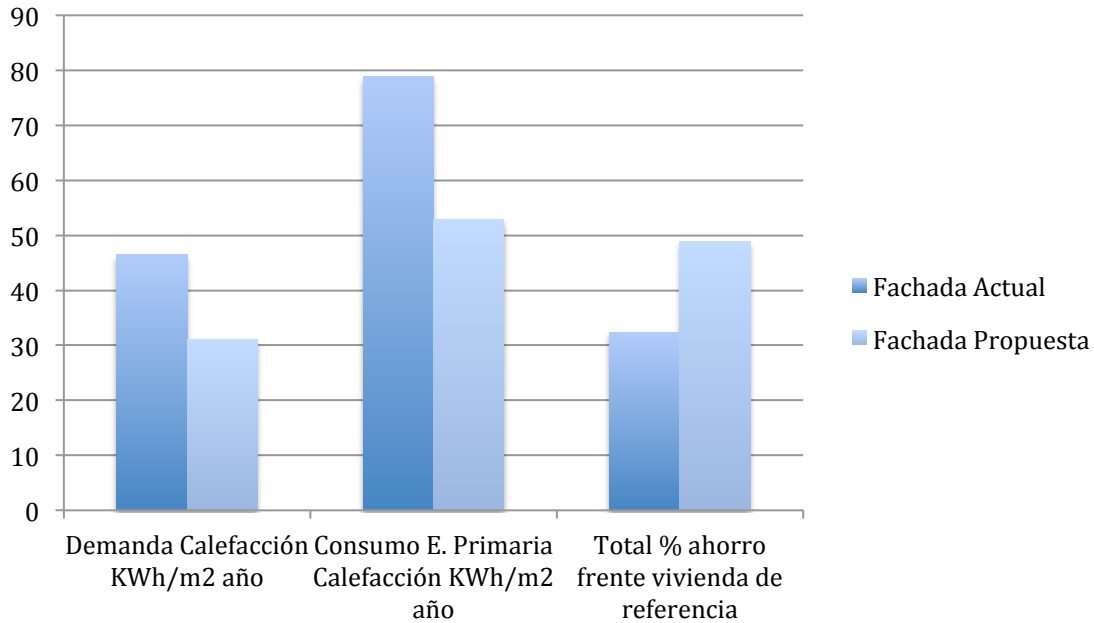


Figura 6.35 Comparación Fachadas, Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se observa que la solución constructiva del muro exterior no dispone de barrera de vapor. Entre las soluciones recomendadas sería disponer por una parte de una barrera de humedad evitando el paso de ésta, y por otra extraer la humedad producida por medio de la ventilación natural o forzada. Desde el punto de vista pasivo, esto sería posible a partir de la apertura de ventanas de manera controlada en baños y cocinas especialmente.

6.3.4 Ventilación en la vivienda

La ventilación en la vivienda tiene dos objetivos fundamentales:

- Ventilación para mantener la calidad del aire interior, que permita lograr aire descontaminado durante todo el año, con control de la humedad interior y sin olores desagradables.
- Ventilación para el confort térmico o enfriamiento del ambiente interior, que permite reducir las temperaturas al interior de la vivienda en periodos calurosos del año.

En periodos calurosos del año la ventilación para el confort térmico, se refiere principalmente a la necesidad de lograr temperaturas bajo el máximo permitido. Ello puede

lograrse a través de ventilación natural, cuidando que esta ocurra en momentos en que el aire exterior presente una temperatura inferior a la máxima de confort a través de la ventilación cruzada.

Para obtener buenos resultados de ventilación natural, es necesario conocer los factores que influyen en el flujo de aire al interior de la vivienda, como son: la distribución de la presión alrededor de ésta, la dirección del viento (que se introduce a través de ventanas u otras aberturas), el tamaño de ventanas, ubicación de éstas y la distribución de los espacios interiores. En la vivienda, estudio de caso, se observa, considerando que los vientos predominantes en Santiago de Chile son del suroeste, que la distribución no es la más idónea. Si bien, no es la más efectiva, tiene la ventaja de obtener mayores velocidades, dado que dicha ventana tiene un área menor a las de la salida provocando de esta manera mayores velocidades dentro de la vivienda. Tendrá que tenerse en consideración, también, las corrientes de aire indeseadas en los periodos fríos.

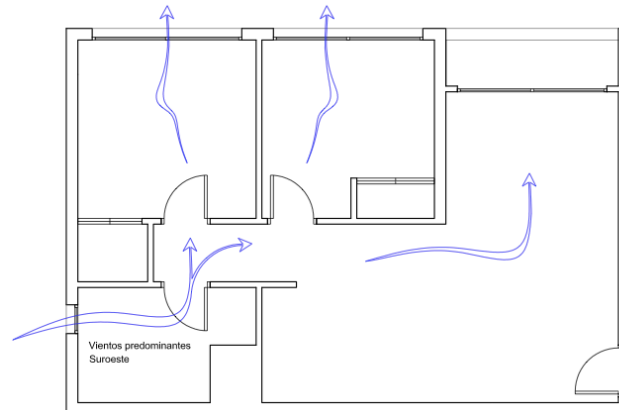


Figura 6.36 Vientos predominantes, Fuente: Elaboración propia

6.3.5 Iluminación natural

Existe una serie de factores que son determinantes para el mejor aprovechamiento de la luz natural; aquellos que dependen de la geografía y el clima, y aquellos que dependen directamente del diseño arquitectónico como la geometría del edificio, las formas y dimensión de los vanos o aberturas. A su vez existen factores que influyen directamente en el ahorro energético en materia de iluminación. La luz del día no sólo permite iluminar un espacio interior, sino que, a través de la abertura permite la conexión con el exterior a través de las vistas y a su vez permite la ventilación pasiva.

Para esto existen 5 estrategias de iluminación natural, que analizadas a través de la vivienda estudio, se desarrollan de la siguiente manera:

- La captación de luz natural se hace a través de los dos muros existentes mediante ventanas en todos los recintos.
- A su vez, la iluminación ingresa en la vivienda gracias al alto índice de superficie vidriada respecto al área de muros.
- La distribución de la luz natural es altamente adecuada salvo en la zona de la cocina, puesto queda ensombrecida por la ubicación del dormitorio 2.
- El exceso de iluminación natural se puede controlar a través de elementos móviles como son las persianas.
- La focalización de la iluminación no se tuvo en cuenta en la fase de diseño, puesto que la cocina, al igual que se ha comentado anteriormente queda excluida de la luz natural.

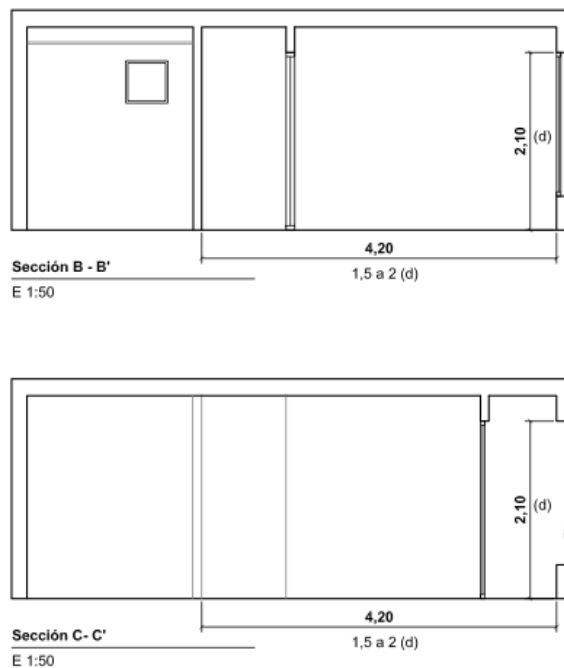


Figura 6.37 Iluminación natural, Fuente: Elaboración propia

6.4 Control aguas lluvias

En el contexto de Chile y su promoción de viviendas sostenibles, otros factores además de la eficiencia energética se están teniendo en cuenta por lo que, paralelamente, desde el punto de vista de la regeneración urbana y la eficiencia de la recogida de lluvias, se considera interesante y relevante, introducir y estudiar la reglamentación vigente y obligatoria en cuanto a control de aguas lluvias en el sector residencial.

Actualmente, entre los problemas que genera la urbanización en relación a las aguas lluvias, destacan el incremento del volumen de escorrentía y el aumento de los caudales máximos a evacuar. La desconexión de áreas impermeables es una estrategia que requiere del

diseño del drenaje urbano. Según el Título 4: De la arquitectura, Capítulo 1: Condiciones de la habitabilidad, de la O.G.U.C:

Artículo 4.1.16. En los edificios de tres o más pisos, y en todos los edificios cualquiera sea su número de pisos en que coincida la línea de edificación con la línea oficial, las aguas lluvias provenientes de las cubiertas, terrazas, patios descubiertos, y demás espacios análogos, no podrán derramarse directamente sobre el terreno adyacente y sobre espacios o vías de uso público, debiendo ser éstas debidamente canalizadas en todo su recorrido desde el lugar del cual provienen hasta el nivel del terreno en el que se vierten. El proyectista deberá proponer un sistema, aceptable para la Dirección de Obras Municipales, que demuestre fehacientemente que el derrame de las aguas lluvias sobre el terreno no ocasionará molestias al tránsito peatonal especialmente en aquel que se desarrolla en los espacios de uso público.

Por lo que el edificio, estudio de caso, con una altura de 24 plantas y coincidiendo la línea de edificación con la línea oficial, esta obligado a proponer un sistema para el control de aguas lluvias urbanas procedentes del mismo edificio.

Son varias, las técnicas de gestión y diseño eficiente del control de lluvias las que propone el MINVU, pero es según los criterio de selección de obras, los que definirán el sistema elegido para la desconexión de las áreas impermeables. En nuestro caso con un área < 5 ha, y con suelos con buenas características de infiltración se selecciona como sistema de drenaje el pozo de infiltración. La ventaja de este tipo de sistema viene dado por las siguientes características:

- Conserva operativas las redes de colectores hacia aguas abajo
- Evita el incremento de los efecto de las crecidas
- Permite la utilización de colectores de menor diámetro, lo que se traduce en una disminución de los costes
- Contribuye a la recarga de napas subterráneas

De acuerdo con esto, se procede al diseño de un pozo de infiltración, en el cual se analizará inicialmente la factibilidad del proyecto, la disponibilidad y la infiltración del terreno a través de un procedimiento de diseño. [Ver Anexo 1](#)

Así mismo, comparándolo con el sistema español, la solución más parecida se puede encontrar en el DBHS5 del CTE, donde se contempla un sistema de evacuación al alcantarillado público mediante sistemas mixtos o separativos de aguas pluviales y residuales.

7 CONCLUSIONES

Como resultado del presente análisis, se puede observar como la dependencia de energía, el aumento de la demanda energética y el creciente consumo eléctrico están llevando al país a tomar en consideración aspectos relacionados con la eficiencia energética, especialmente en el sector residencial.

Pese al esfuerzo que ello está suponiendo, Chile se ha marcado como misión, contribuir a mejorar la eficiencia y el desarrollo de sus viviendas, barrios y ciudades, mediante una estrategia nacional de construcción sustentable, a través de la cual están introduciendo el procedimiento de certificación energética en las viviendas. Si bien, actualmente, está siendo un proceso voluntario y únicamente para viviendas de nueva construcción, el procedimiento contempla un proceso ordenado y coherente de acuerdo a las características y evolución de la construcción en Chile. Cabe destacar que es el primer país en Latinoamérica en apostar por la mejora de la eficiencia energética y la sostenibilidad, en general, de su parque edificatorio.

Analizada la aplicación del procedimiento de certificación energética chileno y comparada con el sistema español, se puede concluir que, aún siendo procedimientos muy parecidos, existen pequeños matices que marcan la diferencia, respecto al procedimiento:

- Se encuentra una gran diferencia en cuanto a los recursos empleados para la certificación. El modelo chileno, únicamente dispone de una herramienta para la calificación de las viviendas, no así como en España, donde además del software general, existen algunos programas simplificados que aumentan la posibilidad de obtener la calificación a través de más de uno de ellos.
- En cuanto a los técnicos competentes para certificar el procedimiento, mientras que en el caso español, cualquier técnico habilitante para la redacción de proyectos o dirección de obras es competente de dicho proceso, en el caso chileno existe una única figura llamada Evaluador Energético, acreditado y autorizado a través de un proceso de selección registrado por el propio Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Así mismo, también se encuentra diferencia en cuanto a la administración encargada de regular todo este proceso, siendo en Chile, una única Institución Administradora la encargada de todo el procedimiento, y en España, cada Comunidad Autónoma, la responsable de regular la CE, los controles, acreditación, etc. Esta descentralización del control administrativo conlleva diferencias entre CCAA, que quizás serían objeto de una reflexión acerca de su idoneidad.

Respecto a la comparación realizada al aplicar las herramientas de certificación chilena y española, destacar que:

- Durante la introducción de datos generales se observa que, mientras en el modelo español las exigencias térmicas son respecto a la envolvente térmica incluyendo los puentes térmicos, el modelo chileno carece de la consideración de cualquiera de ellos. Por otro lado, en cuanto a los huecos, tampoco tiene en cuenta la permeabilidad del hueco.
- Así mismo, se puede observar de los sistemas y equipos, que mientras en el caso de Chile no se tiene en consideración la demanda de refrigeración, en el caso de España no lo tienen con la iluminación para el uso residencial que se ha analizado. Si bien el procedimiento chileno no tiene en cuenta la refrigeración y este cambio no se detectaría al simular el edificio, sí se notaría un cambio real en la temperatura de confort en épocas de calor. Respecto al cálculo de la demanda energética, el modelo chileno introduce una relación ventanas-muros, la cual nos define la metodología para obtener dicho parámetro, en base al mayor o menor índice de ésta.
- Respecto a los datos obtenidos, aún teniendo en cuenta que los datos de partida son parecidos, el modelo chileno obtendría una mayor demanda de calefacción en territorio español, no siendo igual para la ACS, donde en el territorio chileno es mayor al español. Respecto a las emisiones, encontramos una notable diferencia en las viviendas de referencia, siendo mucho más restrictiva el modelo chileno frente al español. Resultados parecidos se encuentran en los datos relacionados con el consumo de energía primaria. Destacar que el valor obtenido en territorio español es incluso superior al de referencia del modelo chileno, lo que supondría una mala nota en la escala de calificación.
- En cuanto a las medidas de mejora, el sistema español introduce un conjunto de medidas recomendables, proporcionando una visión de las mejoras en cuanto a demanda y confort que podría sufrir la vivienda, que el sistema chileno no dispone.

En relación a las medidas adoptadas en cuanto a las estrategias de diseño arquitectónico para la eficiencia energética en viviendas, según análisis, la orientación de la vivienda es la idónea dado que su fachada principal está orientada hacia el norte, captando la energía calórica en invierno, y protegiendo mediante elementos de protección solar en verano, logrando reducir la demanda energética durante estos periodos. Por otra parte, a partir de los datos obtenidos en la comparación con las distintas carpinterías aplicadas en la simulación del programa, con el objetivo de comprobar la sensibilidad del mismo, se observa que mientras con

la utilización del VS podemos obtener un ahorro del 32,4%, un DVH permitiría disponer a la vivienda de un ahorro del 59,5% con una mejora en la calificación con una etiqueta B. Además, si a esta misma solución se le añadiera la baja emisividad el ahorro podría llegar al 67,6%, manteniendo en este caso la misma etiqueta que la solución anterior. Del mismo modo sucede con la comparación de fachadas, la solución propuesta, compuesta por un sistema de fachada ventilada, permitiría obtener un ahorro del 48,8% frente al 32,4% de la fachada actual.

Por otra parte, si bien el presente trabajo aborda el análisis del procedimiento de certificación energética, se ha realizado paralelamente el análisis del procedimiento que dispone la normativa chilena para el *Control de Aguas Lluvias*. Considerándolo como un elemento de desarrollo sustentable, es interesante observar como, desde la OGUC, se regula el proceso de la Planificación Urbanística introduciendo sistemas eficientes que permitan reducir el aumento de los caudales máximos a evacuar y la desconexión de áreas impermeables a través del drenaje urbano. Estos sistemas permiten disponer a cada edificio de soluciones constructivas que permitan infiltrar al terreno las aguas lluvias recogidas a través de las superficies impermeables, con lo que entre sus ventajas se puede encontrar, el no vertido directo a los colectores principales, reduciendo el diámetro de estos y consiguientemente el coste de ellos, y ayudando a revertir el incremento del efecto de las inundaciones. Dada las características y ventajas que podría suponer en el territorio español, se plantea su posible reflexión sobre la aplicación como solución constructiva en la evacuación de aguas pluviales.

Finalmente y tras lo analizado anteriormente, se puede concluir, que si bien estos procedimientos están siendo introducidos de manera ordenada y coherente, éstos deben de revisarse continuamente, introduciendo nuevas mejoras y mayores exigencias que permitan a las construcciones disponer de nuevas soluciones constructivas sustentables, logrando mantener un desarrollo sostenible entre los factores social, económico y medioambiental.

8 BIBLIOGRAFÍA

8.1 Normativa General

- “*Ley General de Urbanismo y Construcciones, LGUC*”, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU [En línea] Disponible en: <http://www.minvu.cl>
- “*Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, OGUC*”, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU [En línea] Disponible en: <http://www.minvu.cl>
- “*Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios en Chile, RITCH*”, Cámara Chilena de Refrigeración y Climatización A.G., División Técnica de Aire Acondicionado y Refrigeración
- “*NCh 853-2007, Acondicionamiento térmico – Envoltente térmica de edificios – Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas*”, Norma Chilena Oficial
- “*NCh 1079.Of77, Arquitectura y construcción – Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico*”, Norma Chilena Oficial

8.2 De Referencia

- “*Compendio Estadístico 2013*”, Instituto Nacional de Estadísticas de Chile [En línea] Disponible en: <http://www.ine.cl>
- “*Balance Nacional de Energía 2012*”, Ministerio de Energía [En línea] Disponible en: <http://www.minenergia.cl/>
- “*Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de Conservación de la Energía en el Sector Residencial en Chile 2010*”, Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción en conjunto con ArqEnergía y Feedback
- “*Estrategia Nacional de Construcción Sustentable*”, Ministerio de Energía [En línea] Disponible en: <http://www.csustentable.cl/>
- “*Historia MINVU Editada*”, Ministerio de Vivienda y Urbanismo [En línea] Disponible en: <http://www.minvu.cl/>
- “*Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020*”, Ministerio de Energía [En línea] Disponible en: <http://www.gob.cl/>
- “*Escala de calificación energética para edificios existentes*”, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía [En línea] Disponible en: <http://www.idae.es/>
- “*RD 235/2013, de 5 de Abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios*”, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, MINETUR [En línea] Disponible en: <http://www.minetur.gob.es>

8.3 Manuales

- *“Manual de Aplicación Reglamentación Térmica”*, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU [En línea] Disponible en: <http://www.minvu.cl>
- *“Guía de Diseño Eficiencia Energética Vivienda Social”*, Waldo Bustamante G. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU [En línea] Disponible en: <http://www.minvu.cl>
- *“Manual de Aplicación Reglamentación Térmica”*, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU [En línea] Disponible en: <http://www.minvu.cl>
- *“Guía de Diseño y Especificaciones de Elementos Urbanos de Infraestructuras de Aguas Lluvias”*, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU [En línea] Disponible en: <http://www.minvu.cl>
- *“Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias”*, Capítulo 3 Marco Geográfico, MINVU [En línea] Disponible en: <http://www.minvu.cl>
- *“Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias”*, Capítulo 4 Diseño, Selección y Presentación de Obras, MINVU [En línea] Disponible en: <http://www.minvu.cl>
- *“Manual de Procedimiento para la Calificación Energética de Viviendas en Chile”*, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU [En línea] Disponible en: <http://www.minvu.cl>
- *“Manual de Usuario CE3X”*, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, MINETUR [En línea] Disponible en: <http://www.minetur.gob.es>

8.4 Herramientas de Cálculo de CEE

- *“Programa CE3X_Versión 2014/04”*, Ministerio de Industria, Energía y Turismo, MINETUR [En línea] Disponible en: <http://www.minetur.gob.es>
- *“Herramienta de Cálculo CEV_Versión 3.01”*, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU [En línea] Disponible en: <http://www.cev.cl>

9 ANEXOS

9.1 Anexo 1, Control de Aguas Lluvias

9.1.1 Factibilidad

El estudio de factibilidad permite determinar, en base a los antecedentes disponibles sobre las características del suelo y del agua subterránea, si se puede infiltrar o no las aguas lluvias superficiales hacia el suelo y si es conveniente o no utilizar un pozo de infiltración

Tabla 4.2.1.1: Puntajes para la factibilidad de estanques de infiltración.

1.- Razón entre el área tributaria impermeable (A_{imp}) y el área de infiltración (A_{inf}):	
• $A_{inf} > 2 A_{imp}$	20
• $A_{imp} \leq A_{inf} \leq 2 A_{imp}$	10
• $0.5 A_{imp} \leq A_{inf} < A_{imp}$	5
Superficies permeables menores que $0.5 A_{imp}$ no deben ser usadas para infiltración.	
2.- Naturaleza del estrato superficial del suelo:	
• Suelos gruesos, con una proporción baja de material orgánico	7
• Suelo con humus normal	5
• Suelos finos con una alta proporción de material orgánico	0
3.- Suelos de estratos inferiores:	
• Si el suelo en los estratos inferiores es más grueso que el suelo del estrato superficial, se asigna el mismo puntaje que se dio al suelo superficial en el punto 2.	
• Si el suelo en los estratos inferiores es más fino que el suelo del estrato superficial, se asignan los siguientes puntajes:	
• Grava, arena o suelo glacial con grava o arena	7
• Arena limosa o limo	5
• Limo fino o arcilla	0
4.- Pendiente (S) de la superficie de infiltración:	
• $S < 7\%$	5
• $7\% \leq S \leq 20\%$	3
• $S > 20\%$	0
5.- Cubierta vegetal:	
• Cubierta natural de vegetación saludable	5
• Pasto bien establecido	3
• Pasto nuevo o cubierta adecuada (piedras, gravilla, etc)	0
• Suelo descubierto, sin vegetación ni cubierta especial.	-5
6.- Tráfico en la superficie de infiltración:	
• Bajo tráfico peatonal	5
• Tráfico peatonal mediano (parque, césped)	3
• Alto tráfico peatonal (campos de juego)	0

1. Razón A_{imp}/A_{inf} :	5 puntos
2. Estrato normal:	5 puntos
3. Estrato inferior + grueso	5 puntos
4. Pendiente $S < 7\%$	5 puntos
5. Cubierta adecuada	0 puntos
6. Tráfico bajo peatonal	5 puntos
7. Total puntos:	25 puntos

Por lo tanto al estar en el rango comprendido entre: $20 < 25 < 30$, el sitio es un buen candidato.

9.1.2 Dimensionado

Seguidamente se muestran los elementos que deben incluirse en el diseño de un pozo de infiltración, datos a partir de los cuales serán necesarios para obtener la dimensión final del pozo.

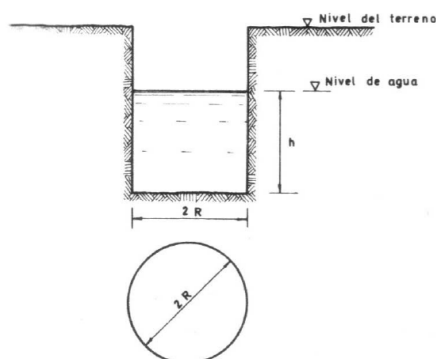
- **Área aportante y coeficiente de escorrentía**, El área aportante se estima como la suma de las superficies impermeables que drenan hacia el pozo de infiltración. Para las áreas impermeables, como techos, pavimentos y similares, se pueden adoptar coeficientes de escorrentía superficial según Tabla 3.1.2.7. Ver plano 09

Tipo de superficie	Área m ²	Coef. de escorrentía	Sup. ponderada m ²
Techos	2046,63	0,8	1637,304
Jardines	169,45	0,1	16,945
Patios	671,62	0,6	402,972
Total	2887,7		2057,221

Coeficiente de escorrentía: $2057,221/2887,7 = 0,70$

Se puede observar que el valor obtenido se encuentra dentro del rango recomendado para áreas residenciales de departamentos.

- **Tasa de infiltración**, Una estimación preliminar de la tasa de infiltración del terreno en el cual se construirá el estanque, se puede hacer en base a la clasificación del suelo, como se muestra en el Capítulo de Suelos y Agua Subterránea. Sin embargo, se recomienda realizar ensayos y medidas de infiltración en el terreno, utilizando el **método del cilindro excavado o Porchet**. Consiste en excavar una cavidad cilíndrica de diámetro igual al menos al ancho de la zanja o del pozo. En el caso de una obra de infiltración importante es necesario excavar varias cavidades para obtener medidas representativas de la permeabilidad en toda la superficie. Las cavidades deben hacerse a la misma profundidad de la obra. El método consiste en llenar de agua la cavidad y medir el descenso de la superficie libre debido a la infiltración a través del fondo y las paredes.



La capacidad de infiltración o permeabilidad global del suelo a esa profundidad se determina utilizando las alturas de agua para dos instantes de tiempo no muy alejados, como:

$$f = \frac{R}{2(t_2 - t_1)} \ln \frac{2h_1 + R}{2h_2 + R}$$

donde R es el radio de la excavación, h1 y h2 las alturas de agua en los instantes t1 y t2 respectivamente. Para medir la permeabilidad global del terreno se ha efectuado un ensayo del tipo Porchet excavando un cilindro de 60cm de diámetro y 60cm de profundidad. Una vez llena la excavación con agua se esperó hasta que esta alcanzara el nivel de 50cm sobre el suelo y se midió el tiempo cada dos cm de descenso del nivel. Los valores se presentan a continuación:

Nivel mm	Tiempo segundos	Tiempo horas	2h+R cm	Infiltración (f) mm/hora
500	0	0	1300	
480	520	0,144	1260	32,5
460	1082	0,301	1220	31,0
440	1560	0,433	1180	37,7
420	2110	0,586	1140	33,9
400	2605	0,724	1100	39,0
			Media	34,8

- **Selección de lluvia de diseño.** Para seleccionar la lluvia de diseño se recomienda emplear el siguiente criterio:

T = 5 años si hacia aguas abajo del lugar existe una red de drenaje desarrollada.

T = 10 años si hacia aguas abajo no existe una red de drenaje desarrollada.

En este caso T = 5 años.

- **Volumen afluente acumulado,** Se seleccionará una lluvia de diseño de cinco años de periodo de retorno, en base a los coeficientes de duración y frecuencia para la ciudad de Santiago, el volumen acumulado de agua lluvia (en metros cúbicos) para un tiempo t (horas), se calcula como:

$$V_{afl}(t) = 1,25 * 0,001 C I_t A_t = 0,00125 C A P_t^5$$

donde

1,25 es un factor de seguridad ante variaciones de la intensidad de lluvia

0,001 es factor de conversión de mm a metros

C es el coeficiente de escurrimiento superficial del área total aportante A (m²)

I_t es la intensidad de la lluvia de período de retorno T y duración t, en mm/hr,

t es el tiempo acumulado en horas,

P_t^5 es la precipitación total durante el tiempo t de una lluvia de cinco años de periodo de retorno en Santiago.

La precipitación P_t^5 se estima con los coeficientes de duración y frecuencia como:

$$P_t^5 = 1,1 CD_t^{24} CF_{10}^5 P_{24}^{10}$$

donde

1,1 : factor de seguridad,

CD_t^{24} : coeficiente de duración para un tiempo t entre 1 y 24 horas (Tabla 3.1.2.3)

CF_{10}^5 : coeficiente de frecuencia para transformar la precipitación de 10 años en otra de 5 años de período de retorno (Tabla 3.1.2.4)

P_{24}^{10} : precipitación diaria (24 hrs) para una lluvia de diez años de periodo de retorno en Santiago. (Tabla 3.1.2.2)

Revisando las tablas disponibles, vemos que el **coeficiente de frecuencia es de 0,82** y la **precipitación diaria de 10 años de periodo de retorno en Santiago es de 71,0mm**. El coeficiente de duración depende de ella. Entonces, reemplazando en la ecuación se observa que la precipitación de 5 años de periodo de retorno y duración t, para t entre 24 horas y una hora, está dada por:

$$P_t^5 = 1,1 CD_t^{24} 0,82 71,0 = 64,04 * CD_t^{24} \text{ para } 1 \text{ hora} \leq t \leq 24 \text{ horas}$$

En particular para lluvias de una hora de duración el coeficiente en Santiago es 0,16 según la Tabla 3.1.2.3, con lo cual se obtiene:

$$P_t^5 = 64,04 * 0,16 = 10,24 \text{ mm}$$

Con estos valores se calcula el volumen afluente acumulado en el pozo hasta el tiempo t con la expresión:

$$V_{afl}(t) = 0,00125 * 0,71 * 2887,7 * P_t^5 = 2,57 * P_t^5 \\ 2,57 * 10,24 = 26,31 \text{ m}^3$$

- **Profundidad del pozo.** La profundidad del pozo se determina en función del espacio disponible, los métodos constructivos, la profundidad de la napa, la naturaleza del suelo y las formaciones geológicas transversales, procurando que exista una distancia mínima de 1m entre la base del pozo y la altura máxima estacional de la napa. Las profundidades habituales están entre 2 y 6 metros. Proyecto = 5m.
- **Material de relleno de los pozos.** Los pozos pueden estar o no rellenos de material. Los materiales normalmente utilizados para el relleno son piedras partidas, ya sea bolones, ripios o gravas, de granulometría uniforme y una porosidad mayor que un 30%. **Se selecciona como solución constructiva el CuboDren con una porosidad del 95%.** Ver plano 10
- **Caudal de infiltración.** Se empleará un pozo cúbico de infiltración de dimensiones comprendidas entre 2 m de ancho, 8 m de largo, y altura de agua 5 H, de manera que el caudal de infiltración, en m3 por hora, esta dado por:

$$Q_i = 0,001 C_s f S \text{ para } S = 2h(a+L)$$

donde

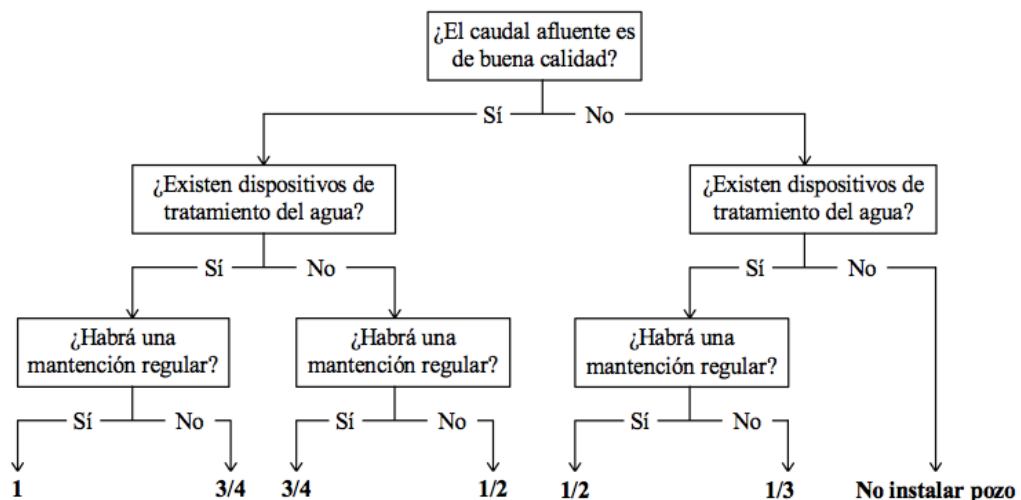
Q_i es el caudal infiltrado en (m3/hr.)

C_s un factor de seguridad

f es la capacidad de infiltración por unidad de superficie infiltrante, o tasa de infiltración, en (mm/hora)

S es la superficie interior del pozo en la cual se produce infiltración (m2).

Así mismo se recomienda un factor de seguridad variable, que depende de la naturaleza de las aguas lluvias, la existencia de dispositivos de tratamiento de aguas y la mantención prevista. En nuestro caso, coeficiente de seguridad = 1



Para estimar el caudal de infiltración debe tenerse una idea preliminar del tamaño de los pozos. Para ello se considerará en una primera aproximación $a = 2 \text{ m}$ y $L = 8 \text{ m}$ $H_{\text{max}} = 5 \text{ m}$.

Con estos valores los caudales máximos de infiltración, en m^3/hora sería:

$$Q_{i\text{max}} = 0,001 * 1 * 34,8 * (2*5*(2+8)) * t$$

$$Q_{i\text{max}} = 3,48 * t$$

- Tiempo de llenado del pozo.** El caudal que se infiltra desde el pozo depende de la altura de agua en su interior, por lo tanto es variable en el tiempo a medida que el pozo se llena. El volumen de agua acumulado al interior del pozo aumenta mientras el gasto de entrada, Q_{afi} , es mayor que el que se infiltra, Q_{inf} . El volumen de almacenamiento necesario del pozo se determina imponiendo la condición de que para la lluvia de diseño el pozo se llena en el instante en que el caudal de entrada es igual al de infiltración. Para estimar el tiempo que tardan los pozos en llenarse con el caudal afluente es necesario conocer el **gasto instantáneo de llenado**, para lo cual es útil la siguiente tabla, en la que se indica para cada duración, t , los coeficientes de duración correspondientes, que permiten estimar la precipitación acumulada y en base a ella los volúmenes afluentes acumulados.

Tiempo		Intervalo	CD_t	P^5_t	V_{afi}	Q_{afi}	Q_{inf}	V_{alm}
Horas	Min.	horas	tab.3.1.2.3	$P^5_1 * CD_t$	m^3	m^3/h	m^3/h	m^3
		min/60			$V_{\text{afi}} * P^5_t$	$V_{\text{afi}2} - V_{\text{afi}1} / \text{Interv}$	$Q_{\text{infmax}} * t$	$V_{\text{afi}} - 0,5 * Q_{\text{inf}}$
0	10	0,17	0,46	4,7	12,11	72,68	0,58	11,82
0	20	0,17	0,64	6,6	16,85	28,44	0,58	16,56
0	30	0,17	0,76	7,8	20,01	18,96	0,58	19,72
1	60	0,5	0,16	10,2	26,33	12,64	1,74	25,46
2	120	1	0,26	16,7	42,79	16,46	3,48	41,05
4	240	2	0,42	26,9	69,12	13,17	6,96	65,64
6	360	2	0,55	35,2	90,52	10,70	6,96	87,04
8	480	2	0,64	41,0	105,33	7,41	6,96	101,85
10	600	2	0,71	45,5	116,85	5,76	6,96	113,37

El caudal afluente a cada pozo para cada tiempo se estima como la diferencia entre volúmenes acumulados consecutivos divididos por el intervalo de tiempo. Como el caudal máximo infiltrado por el pozo A es de **6,96 m^3/hora** , se observa que este gasto coincide con el afluente a este pozo a las 10 horas, siendo necesario como **volumen de almacenamiento 113,37 m^3** .

- Volumen de almacenamiento.** El volumen de almacenamiento necesario corresponde a la máxima diferencia entre el volumen aportado por la lluvia y el infiltrado por el pozo, ambos acumulados hasta el instante t. Ello ocurre para la lluvia de diseño en el instante en que el pozo se llena, por lo tanto:

$$V_{afl} = Q_{afl}(t) - 0,5 * Q_{imax} * t(t)$$

$$V_{afl} = 116,85 - 0,5 * 3,48 * 2 = 113,37$$

Si el pozo se llena con material de porosidad p, el volumen total del pozo debe ser:

$$V_{pozo} = V_{alm}/p$$

$$V_{alm} = V_{pozo} * p \rightarrow V_{alm} = p * (a * L * h)$$

$$L = V_{alm} / p * a * H \rightarrow 113,37 / (0,95 * 5 * 2) = 11,93 \text{ m}$$

9.1.3 Tablas

Fuente: Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias, Capítulo 3 Marco Geográfico, MINVU

Tabla 3.1.2.2: Precipitaciones Máximas para 10 años de periodo de retorno, según D.G.A. (1994), Precipitaciones Máximas en 1,2 y 3 días.

Zona Climática y región	Ciudad	Código BNA	Nombre Estación	Precipitaciones (mm)		
				24 hrs	48 hrs	72 hrs
Desierto Árido						
I. Tarapacá	Arica	1310098	Arica Chacalluta DMC	1,9	2,2	2,3
	Iquique	1820098	Iquique Cavanha	1,5	1,5	1,5
II. Antofagasta	Antofagasta	2760098	Antofagasta U.Norte	6,5	7,0	7,0
	Calama	2111098	Calama DMC	10,0	10,0	10,0
III. Copiapó	Copiapó	3450098	Copiapó DMC-DGA	25,1	25,4	25,4
	Vallenar	3823051	Vallenar DMC	32,7	39,0	40,5
Semiárida						
IV. Coquimbo	La Serena	4335050	La Serena DMC	60,3	76,7	81,9
	Ovalle	4551096	Ovalle Aeródromo	70,3	88,5	95,4
	Illapel	4726050	Illapel DOS DMC	78,2	99,9	110,9
V. Valparaíso	Valparaíso	5510097	Valparaíso Pta. Angeles	83,3	117,3	134,4
	Los Andes	5410051	Los Andes DMC	82,9	114,6	138,9
	San Antonio			87,4	119,2	136,4
Mediterránea						
R. Metropolitana	Santiago	5730097	Stgo. Quinta Normal	71,0	98,4	118,6
VI. de B.O'Higgins	Rancagua	6010051	Rancagua DMC	68,5	99,5	131,1
VII. Maule	Talca	7378096	San Luis Talca	93,2	135,0	165,8

Tabla 3.1.2.3: Coeficientes de duración para varias ciudades para lluvias de igual periodo de retorno, (Varas y Sánchez, 1984).

Ciudad	Duración (horas)									
	1	2	4	6	8	10	12	14	18	24
Arica	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.0
Iquique	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.0
Antofagasta	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.0
Calama	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.0
San Pedro de Atacama	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1.0
Copiapó	0.15	0.26	0.44	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.0
Vallenar	0.15	0.26	0.44	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.0
La Serena	0.15	0.26	0.44	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.0
Ovalle	0.15	0.26	0.44	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.0
Illapel	0.15	0.26	0.44	0.59	0.66	0.78	0.82	0.86	0.91	1.0
Valparaíso	0.14	0.23	0.33	0.46	0.55	0.64	0.70	0.78	0.90	1.0
Los Andes	0.16	0.26	0.42	0.55	0.64	0.71	0.77	0.84	0.94	1.0
San Antonio	0.14	0.23	0.33	0.42	0.55	0.64	0.70	0.78	0.90	1.0
Santiago	0.16	0.26	0.42	0.55	0.64	0.71	0.77	0.84	0.94	1.0
Rancagua	0.12	0.21	0.34	0.42	0.51	0.58	0.65	0.73	0.83	1.0
Talca	0.12	0.19	0.29	0.40	0.52	0.59	0.68	0.72	0.82	1.0

Tabla 3.1.2.4: Coeficientes de frecuencia para lluvias de igual duración.

Ciudad (1)	Periodo de Retorno (Años)						
	2	5	10	20	50	100	200
Arica	0.55	0.82	1.00	1.17	1.14	1.56	1.81
Iquique	0.53	0.83	1.00	1.14	1.31	1.42	1.53
Antofagasta	0.53	0.83	1.00	1.18	1.42	1.60	1.78
Calama	0.58	0.85	1.00	1.12	1.22	1.36	1.50
San Pedro de Atacama	0.36	0.73	1.00	1.26	1.61	1.88	2.15
Copiapó	0.27	0.69	1.00	1.30	1.71	2.01	2.31
Vallenar	0.38	0.75	1.00	1.24	1.55	1.78	2.01
La Serena	0.49	0.80	1.00	1.19	1.44	1.62	1.80
Ovalle	0.42	0.75	1.00	1.28	1.69	2.03	2.37
Illapel	0.53	0.80	1.00	1.20	1.47	1.69	1.91
Valparaíso	0.58	0.83	1.00	1.17	1.39	1.56	1.73
Los Andes	0.56	0.82	1.00	1.18	1.43	1.61	1.79
San Antonio	0.58	0.83	1.00	1.17	1.39	1.56	1.73
Santiago	0.55	0.82	1.00	1.18	1.43	1.63	1.83
Rancagua(Rengo)	0.64	0.86	1.00	1.13	1.31	1.43	1.55
Talca(San Luis)	0.62	0.85	1.00	1.14	1.33	1.48	1.63

Tabla 3.1.2.5: Coeficiente de duración para lluvias de menos de 1 hora.

Duración (minutos)	Coef. de Duración
5	0,31
10	0,46
15	0,56
20	0,64
30	0,76
40	0,86
50	0,94
60	1,00

Tabla 3.1.2.7: Coeficientes de escorrentía.

Tipo de superficie	Coefficiente
Áreas comerciales:	
céntricas	0.70-0.95
suburbios	0.50-0.70
Áreas residenciales:	
casas aisladas	0.30-0.50
condominios aislados	0.40-0.60
condominios pareados	0.60-0.75
suburbios	0.25-0.40
departamentos	0.50-0.70
Áreas industriales:	
grandes industrias	0.50-0.80
pequeñas	0.60-0.90
parques y jardines	0.10-0.25
Calles:	
asfalto	0.70-0.95
concreto	0.80-0.95
adoquín	0.50-0.70
ladrillo	0.70-0.85
pasajes y paseos peatonales	0.75-0.85
techos	0.75-0.95
Prados: suelo arenoso	
plano (2%)	0.05-0.10
pendiente media (2%-7%)	0.10-0.15
pendiente fuerte (>7%)	0.15-0.20
Prados: suelos arcillosos	
planos (<2%)	0.13-0.17
pendiente media (2%-7%)	0.18-0.22
pendiente fuerte (>7%)	0.25-0.35

9.2 Anexo 2, Carpeta de Calificación



SISTEMA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS EN CHILE



DECLARACIONES PARA LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS

Nombre del Proyecto: Calificación PFG
 Tipología de vivienda que se acoge a esta declaración: Departamento
 Dirección: 1503 San Pablo
 Comuna de emplazamiento: Santiago
 Región: Región Metropolitana
 Altura (m.s.n.m.): 520 m Zona térmica: 3
 Nombre del Evaluador: Ignacio Montero ROL Evaluador: AT

1.- DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (Llenar solo si las EETT no especifican de manera correcta los puntos exigidos en el Manual de Procedimientos Sistema de Calificación Energética de Viviendas en Chile)

INDICAR EL O LOS PUNTOS QUE NO SE ENCUENTRAN ESPECIFICADOS CORRECTAMENTE	
<input type="checkbox"/> Elementos de la Envoltente	<input type="checkbox"/> Ventanas
<input type="checkbox"/> Elementos de Aislación Térmica	<input type="checkbox"/> Sistemas de Calefacción y/o ACS
ESPECIFICAR	
No aplica	

2.- DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN (Llenar solo si existe un sistema instalado)

INDICAR EL TIPO DE DISTRIBUCIÓN		
<input type="checkbox"/> Sistema Unitario Autocontenido	<input type="checkbox"/> Vivienda Unifamiliar con Sistema Centralizado	<input type="checkbox"/> Edificio con Sistema Centralizado
INDICAR EL SISTEMA DE CONTROL		
<input type="checkbox"/> Control Automático (T°)		<input type="checkbox"/> Control Manual (T°)
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN		
Para la calefacción, la vivienda cuenta con <u>Caldera de condensación</u> <u>Siglo Verde</u> <u>XC-25</u>		
el que tiene una potencia nominal de <u>25Kw</u> <u>Circuito de Radiadores</u>		
<small>INDICAR OTRAS CARACTERÍSTICAS SI LO ESTIMA NECESARIO</small>		



SISTEMA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS EN CHILE



DECLARACIONES PARA LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS

Nombre del Proyecto: Calificación PFG
 Tipología de vivienda que se acoge a esta declaración: Departamento
 Dirección: 1503 San Pablo
 Comuna de emplazamiento: Santiago
 Región: Región Metropolitana
 Altura (m.s.n.m.): 520 m Zona térmica: 3
 Nombre del Evaluador: Ignacio Montero ROL Evaluador: AT

1.- DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (Llenar solo si las EETT no especifican de manera correcta los puntos exigidos en el Manual de Procedimientos Sistema de Calificación Energética de Viviendas en Chile)

INDICAR EL O LOS PUNTOS QUE NO SE ENCUENTRAN ESPECIFICADOS CORRECTAMENTE	
<input type="checkbox"/> Elementos de la Envoltente	<input type="checkbox"/> Ventanas
<input type="checkbox"/> Elementos de Aislación Térmica	<input type="checkbox"/> Sistemas de Calefacción y/o ACS
ESPECIFICAR	
No aplica	

2.- DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN (Llenar solo si existe un sistema instalado)

INDICAR EL TIPO DE DISTRIBUCIÓN		
<input type="checkbox"/> Sistema Unitario Autocontenido	<input type="checkbox"/> Vivienda Unifamiliar con Sistema Centralizado	<input type="checkbox"/> Edificio con Sistema Centralizado
INDICAR EL SISTEMA DE CONTROL		
<input type="checkbox"/> Control Automático (T°)		<input type="checkbox"/> Control Manual (T°)
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN		
Para la calefacción, la vivienda cuenta con <u>Caldera de condensación</u> <u>Siglo Verde</u> <u>XC-25</u>		
el que tiene una potencia nominal de <u>25Kw</u> <u>Circuito de Radiadores</u>		MARCA MODELO
INDICAR OTRAS CARACTERÍSTICAS SI LO ESTIMA NECESARIO		



SISTEMA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS EN CHILE



FORMATO DE ACREDITACIÓN DE VENTANAS

ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO:

Nombre del Proyecto: Calificación PFG Tipología de vivienda: Departamento
 Dirección: 1503 San Pablo Comuna de emplazamiento: Santiago
 Región: Región Metropolitana Altura (m.s.n.m.): 520m Zona Térmica: 3
 Nombre del Evaluador: Ignacio Montero ROL Evaluador: AT

1. FACTOR DE ASOLEAMIENTO DE VENTANAS (FA) Y FACTOR SOLAR VIDRIO:

ORIENTACIÓN	FACTOR DE ASOLEAMIENTO			SUPERFICIE (m ²)	FACTOR SOLAR	
	FAV	FAR	FA		COEFICIENTE DE SOMBRA *CS*	FACTOR SOLAR *FS*
N			0,79	14,30		0,87
NE / NO						
E / O			0,64	0,25		0,87
SE / SO						
S						
HORIZONTAL						

1a. LISTADO DE DOCUMENTOS QUE SE ADJUNTAN PARA LA ACREDITACIÓN DE FA Y FS:

DOCUMENTOS QUE SE ADJUNTAN PARA ACREDITAR VENTANAS

Memoria de Cálculo de FA (Documento obligatorio)

Copia de la Factura de Compra de los Vidrios (solo si se utiliza un CS distinto de 1 y no se utilizará el valor por defecto de 0,7)

Documento de Certificación que Indique el Coeficiente de Sombra del Vidrio (solo si se utiliza un CS distinto de 1 y no se utilizará el valor por defecto de 0,7)

Ignacio Montero



SISTEMA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS EN CHILE



FORMATO DE ACREDITACIÓN TÉRMICA PARA LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS

ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO:

Nombre del Proyecto: Calificación PFG Tipología de vivienda: Departamento
 Dirección: 1503 San Pablo Comuna de emplazamiento: Santiago
 Región: Región Metropolitana Altura (m.s.n.m.): 520 m Zona Térmica: 3
 Nombre del Evaluador: Ignacio Montero ROL Evaluador: AT

1. TRANSMITANCIA TÉRMICA (U) DE COMPLEJO DE TECHUMBRE, MUROS, PISO VENTILADO Y PUERTAS:

ELEMENTO	ALTERNATIVA DE ACREDITACIÓN (1, 2 ó 3 según Manual de Procedimientos)	TRANSMITANCIA TÉRMICA *U* DEL ELEMENTO (Completar según alternativa de Acreditación)			Nº DE INFORME DE ENSAYE Ó CÓDIGO DEL LISTADO OFICIAL MINVU (Completar sólo para alternativa de acreditación 2 ó 3 respectivamente)	AISLANTE TÉRMICO (Completar sólo si el elemento incorpora aislante térmico)		
		Alternativa 1 (Cálculo *U* NCh)	Alternativa 2 (Ensaye)	Alternativa 3 (Listado Oficial Minvu)		ESPESOR (mm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CONDUCTIVIDAD *λ* (W/mK)
PUERTAS	No aplica							
PISO VENTILADO	No aplica							
MURO 1	3			1,85	1.2.M.A1.2	10	15	1,90
MURO 2								
MURO 3								
TECHO 1	No aplica							
TECHO 2	No aplica							

FIRMA DEL MANDANTE

Ignacio Montero
FIRMA DEL EVALUADOR



SISTEMA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS EN CHILE



SOLICITUD DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS

Yo Ignacio Montero Rut _____ solicito se realice la calificación energética de la/las viviendas pertenecientes al proyecto denominado Calificación Energética PFG, Departamento, que cuenta con 1 viviendas y se encuentra ubicado en 1503 San Pablo N° _____ ROL de avalúo N° _____ de la comuna de Santiago ubicado en la región de Región Metropolitana y declaro lo siguiente:

1.- DEL PROYECTO

La vivienda terminó sus obras el 2/03/2007 siguiendo estrictamente las indicaciones incluidas en las Especificaciones Técnicas y de acuerdo a los planos en su versión 1 de fecha 2/03/2005, aprobados por el Director de Obras Municipales, en la Recepción Municipal Definitiva N° _____ de fecha 5/08/2005.

2.- DE LA VERACIDAD DE LA INFORMACIÓN

Los documentos y los datos que se adjuntan para la realización de ésta evaluación, son verídicos y no han sufrido ningún tipo de alteración respecto de los originales.

3.- DE MIS RESPONSABILIDADES

Estoy en pleno conocimiento y de acuerdo con las responsabilidades que se me atribuyen dentro del "Manual de Procedimientos del Sistema de Calificación Energética de Viviendas en Chile".

Ignacio Montero

FIRMA DEL MANDANTE

Código 1.2.M.A1.2	Sistema W631-Muro de Hormigón Armado 12 cm (o superior), más plancha POLYPLAC ST ó RH Modificada: Edición 7
------------------------------------	--

A. Único valor de Resistencia (Rt) y Transmitancia (U) Térmica para la solución constructiva

RESISTENCIA TÉRMICA (Rt):	----	TRANSMITANCIA TÉRMICA (U)	----
	(m ² *K/ W)		(W/m ² *K)

B. En caso que se modifique el espesor del material aislante manteniendo el resto de la configuración constructiva:

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Rt (m² *K/ W)	0.53	0.53	0.53	0.77	0.77	1.01	1.74
U (W/m² *K)	1.90	1.90	1.90	1.30	1.30	0.99	0.57
Espesor Aislante (mm)	10	10	10	20	20	30	60

Descripción de la Solución Constructiva				Genérico	---	Marca Comercial	X
<p>La solución está conformada por un muro perimetral de hormigón armado de 12cm de espesor o superior, por el interior del muro se aplica como revestimiento Polyplac ST ó RH (1,20 x 2,40 mts), plancha compuesta por una placa de yeso cartón ST e=10mm ó una placa de yeso cartón RH e=12,5mm respectivamente. Adherida a una plancha de poliestireno expandido de 15kg/m³, de espesor según requerimiento de la Zona Térmica a aplicar. Las planchas Polyplac ST y RH van fijadas al muro a través de una pasta pegamento de nombre comercial Perifix. Este pegamento se dispuso sobre la plancha antes de pegar al muro, por el lado del poliestireno expandido, en porciones del tamaño de un puño, cada 25cm, y en el centro dos corridas cada 35cm, aproximadamente.</p> <p>Las planchas de Polyplac se ubican en el muro, niveladas, aplomadas y alineadas, dejando 10mm de dilatación en la parte inferior del muro. En la unión de las planchas Polyplac se realiza tratamiento de juntas -sobre las placas de yeso cartón- éste se efectúa con masilla y cinta para juntas Knauf.</p>							
Forma de cumplir con las exigencias				Densidad material aislante	Institución		Vigencia
Certificado de ensaye	----	Cálculo (NCh 853)	X	15 kg/m ³	Knauf de Chile LTDA.		NCh 853
Corte:				Planta (opcional)			

9.3 Anexo 3, Informe CE Edificios Existentes

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Calificación PFG		
Dirección	-		
Municipio	Albacete	Código Postal	-
Provincia	Albacete	Comunidad Autónoma	Castilla - La Mancha
Zona climática	D3	Año construcción	2007
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	0000000000000000		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
<ul style="list-style-type: none"> ● Vivienda <ul style="list-style-type: none"> ○ Unifamiliar ● Bloque <ul style="list-style-type: none"> ○ Bloque completo ● Vivienda individual 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terciario <ul style="list-style-type: none"> ○ Edificio completo ○ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Ignacio Montero Gas	NIF	-
Razón social	-	CIF	-
Domicilio	-		
Municipio	Almazora	Código Postal	12550
Provincia	Castellón	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail	-		
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto Técnico		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CE ³ X v1.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:



El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 15/10/2015

Firma del técnico certificador

- Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.
- Anexo II.** Calificación energética del edificio.
- Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.
- Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

Fecha
Ref. Catastral



3/11/2015
0000000000000000

Página 1 de 5

**ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO**

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	54.49
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Modo de obtención
Fachada Este	Fachada	15.12	1.85	Conocido
Fachada Sur	Fachada	22.56	1.85	Conocido

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V1	Hueco	0.25	5.70	0.82	Estimado	Estimado
V2	Hueco	4.42	5.70	0.82	Estimado	Estimado
V3	Hueco	4.42	5.70	0.82	Estimado	Estimado
V4	Hueco	5.46	5.70	0.82	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo calefacción	Caldera Condensación	24.0	56.80	Gas Natural	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera Estándar	24.0	56.8	GLP	Estimado

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	D3	Uso	Vivienda Individual
----------------	----	-----	---------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN	ACS	
	E	E	
	Emisiones calefacción [kgCO ₂ /m ² año]	Emisiones ACS [kgCO ₂ /m ² año]	
39.04 E	23.58	2.41	
Emisiones globales [kgCO ₂ /m ² año]	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN	
	G	-	
39.04	Emisiones refrigeración [kgCO ₂ /m ² año]	Emisiones iluminación [kgCO ₂ /m ² año]	
	13.05	-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

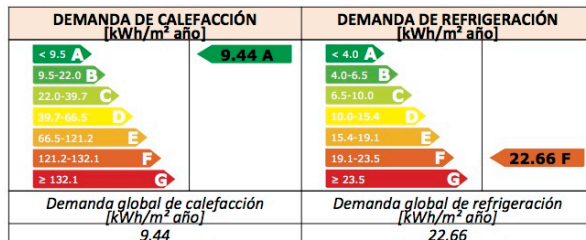
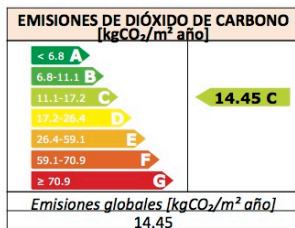
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda global de calefacción [kWh/m ² año]	Demanda global de refrigeración [kWh/m ² año]
65.65	34.20

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES		
	CALEFACCIÓN	ACS	
	E	E	
	Energía primaria calefacción [kWh/m ² año]	Energía primaria ACS [kWh/m ² año]	
179.88 E	116.73	10.65	
Consumo global de energía primaria [kWh/m ² año]	REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN	
	G	-	
179.88	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]	Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]	
	52.50	-	

**ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS	Iluminación		Total
Demanda [kWh/m ² año]	9.44	A	22.66	F				
Diferencia con situación inicial	56.2 (85.6%)		11.5 (33.7%)					
Energía primaria [kWh/m ² año]	16.78	B	34.78	G	10.65	E	-	62.22
Diferencia con situación inicial	99.9 (85.6%)		17.7 (33.7%)		0.0 (0.0%)		- (-%)	117.7 (65.4%)
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	3.39	A	8.65	G	2.41	E	-	14.45
Diferencia con situación inicial	20.2 (85.6%)		4.4 (33.7%)		0.0 (0.0%)		- (-%)	24.6 (63.0%)

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE MEDIDA DE MEJORA
<p>Conjunto de medidas de mejora: Conjunto de medidas de mejora Calificación PFG</p> <p>Listado de medidas de mejora que forman parte del conjunto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Adición de aislamiento térmico en fachada por el exterior - Sustitución de ventanas

**ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO
CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se realiza visita para la realización de la toma de datos: medición de alturas y longitudes de fachadas, dimensiones de carpinterías y vidrios, espesores de fachada, distribución interior.

Se realiza la toma de datos de las instalaciones existentes para la producción de ACS y calefacción.

El titular del inmueble me facilita documentación tal como: plano a escala donde identificar las fachadas así como la distribución de la vivienda, memoria de calidades, características físicas del inmueble, facturas de compra de instalaciones existentes.

En cuanto a las medidas de mejora, se propone:

- Mejora de los huecos, sustitución de ventanas.
- Adición de aislamiento térmico en fachada por el exterior.

Fecha
Ref. Catastral

3/11/2015
0000000000000000

Página 5 de 5

9.4 Anexo 4, Glosario

9.4.1 Siglas

MINVU, Ministerio de Vivienda y Urbanismo

ACHEE, Agencia Chilena de Eficiencia Energética

INE, Instituto Nacional de Estadística

OGUC, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones

CEV, Certificación Energética de Viviendas

GEI, Gases de efecto invernadero

ACS, Agua caliente sanitaria

VS, Vidriado simple

DVH, Doble vidriado hermético

DVHBE, Doble vidriado hermético de baja emisividad

9.4.2 Unidades

MW, Megavatios

Tcal , Tera caloría

ha, Hectárea

9.4.3 Terminología

El vocabulario empleado a continuación son términos chilenos que aparecen de tal manera por que se toman de las referencias bibliográficas empleadas en el trabajo. Así mismo se hace una correspondencia con la palabra castellana:

Sustentable, termino preferido en Europa sostenible.

Departamento, equivalente a vivienda en edificio de uso plurifamiliar

Piso, equivalente a suelo en normativa española.

Techumbre, equivalente a cubierta en normativa española.

Recinto, equivalente a espacio habitable.

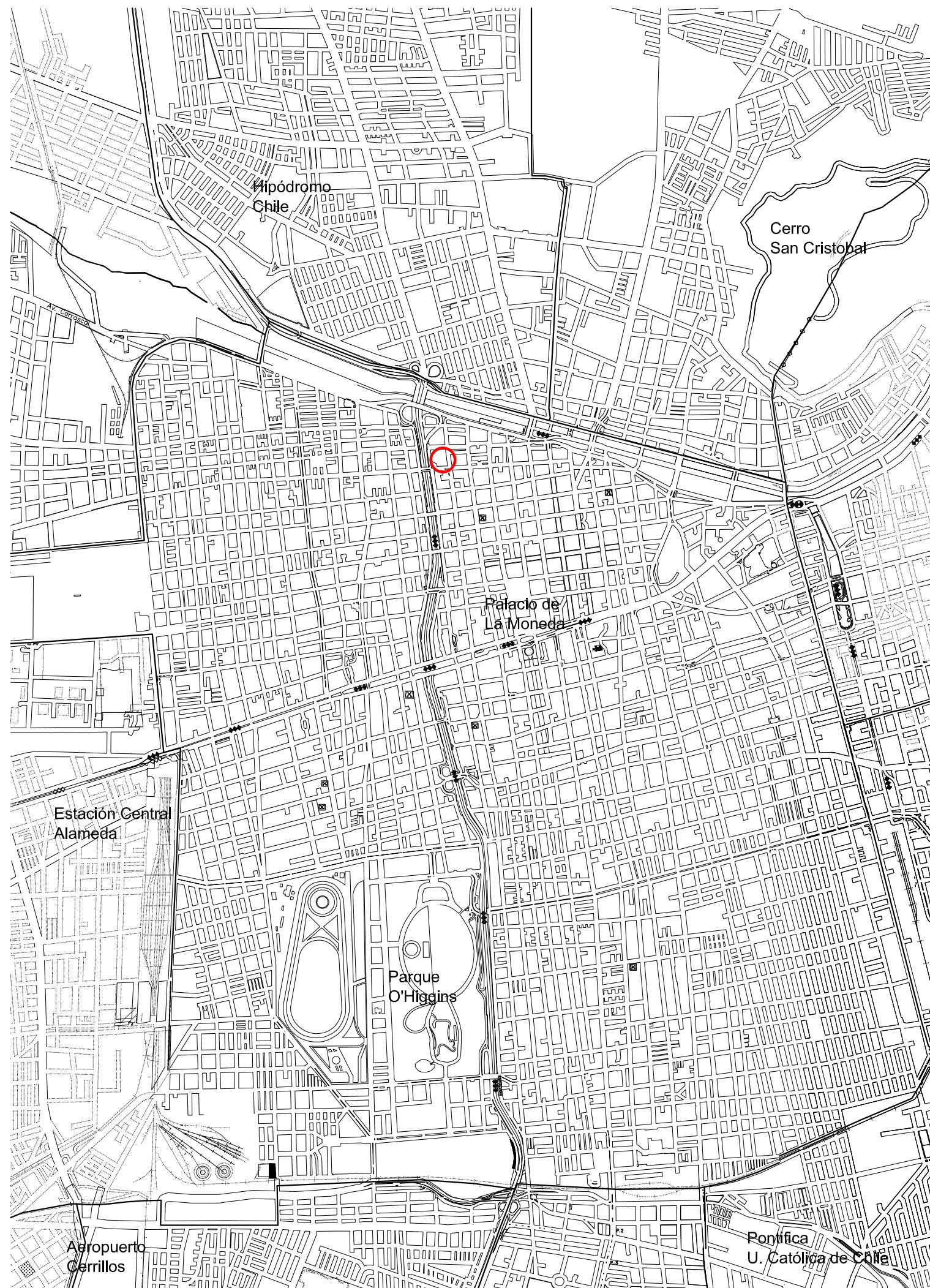
Aislación, equivalente a aislamiento en normativa española.

Termopanel, definición simplificada utilizada para el DVH.

Cielo terminado, equivalente a altura libre en normativa española.

Mantenición, equivalente a mantenimiento.

9.5 Anexo 4, Documentación Gráfica



Proyecto	Proyecto Fin de Grado, Universidad Jaime I Análisis de la sostenibilidad de los edificios residenciales en Chile
Plano	Situación y Emplazamiento Escala 1:30.000 1: 5.000
Situación	Región Metropolitana de Santiago de Chile, 1503 San Pablo

Fecha Curso 2014/15

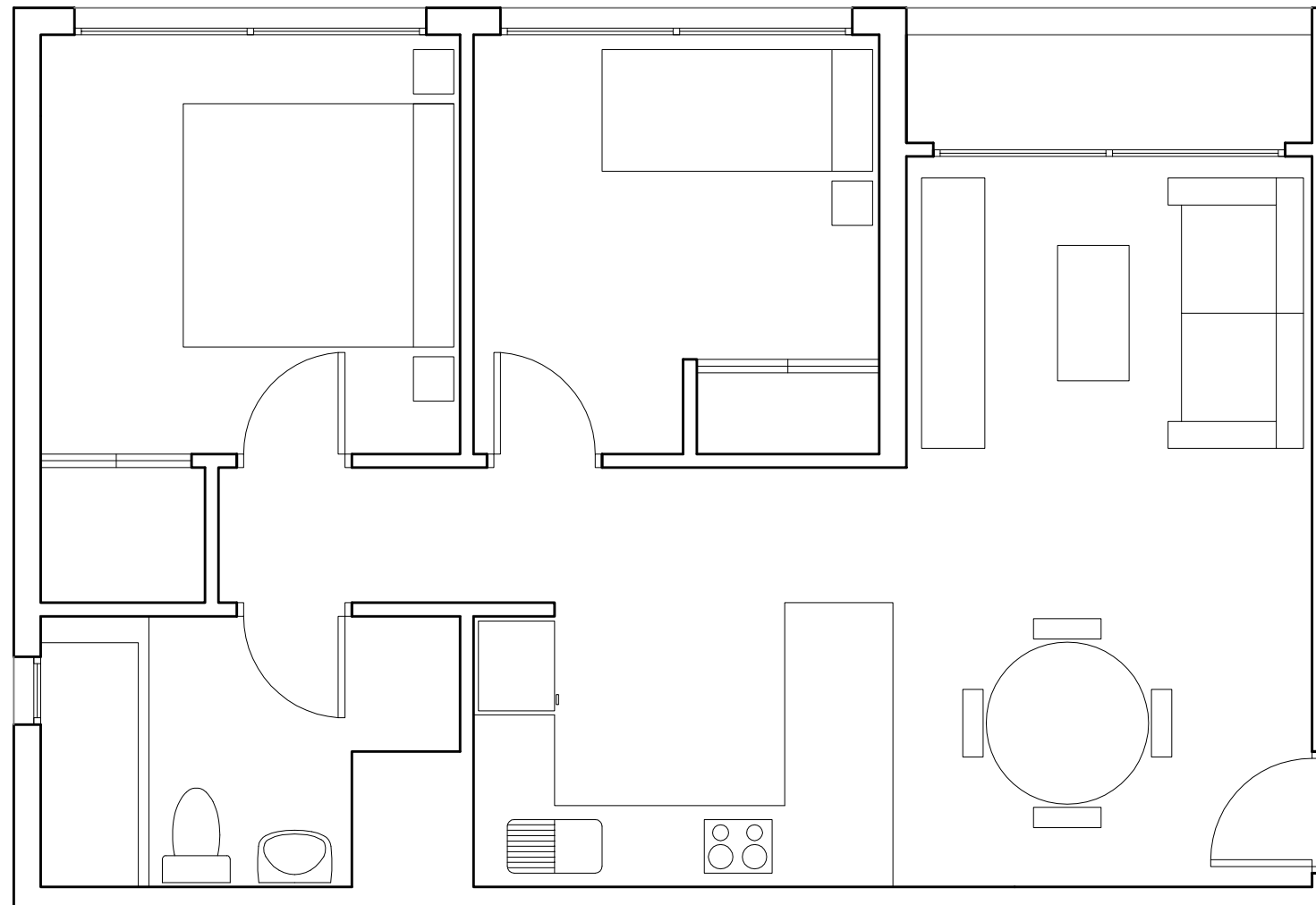


Proyecto Fin de Grado
Grado en Arquitectura Técnica

Autor del Proyecto
Ignacio Montero Gas

01





Planta Departamento

E 1:50

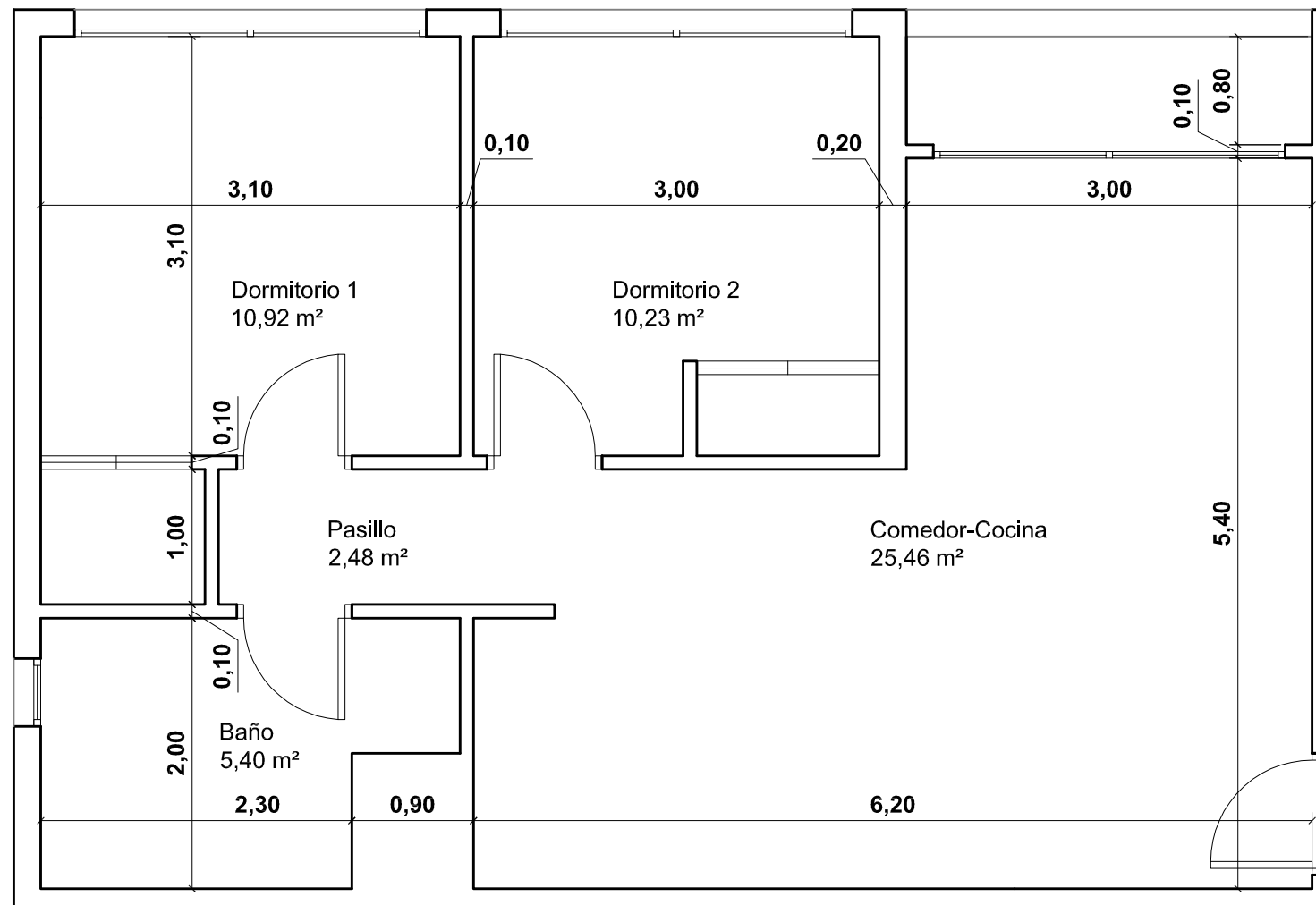
Proyecto	Proyecto Fin de Grado, Universidad Jaime I Análisis de la sostenibilidad de los edificios residenciales en Chile	
Plano	Planta Departamento	Escala 1:50
Situación	Región Metropolitana de Santiago de Chile, 1503 San Pablo	
Fecha	Curso 2014/15	



Proyecto Fin de Grado
Grado en Arquitectura Técnica

Autor del Proyecto
Ignacio Montero Gas





Cotas y Superficies

E 1:50

Cuadro de superficies

Comedor-Cocina	25,46 m ²
Pasillo	2,48 m ²
Baño	5,40 m ²
Dormitorio 1	10,92 m ²
Dormitorio 2	10,23 m ²
Total	54,49 m²

Proyecto

Proyecto Fin de Grado, Universidad Jaime I
Análisis de la sostenibilidad de los edificios residenciales en Chile

Plano

Cotas y Superficies

Escala 1:50

Situación

Región Metropolitana de Santiago de Chile, 1503 San Pablo

Fecha

Curso 2014/15

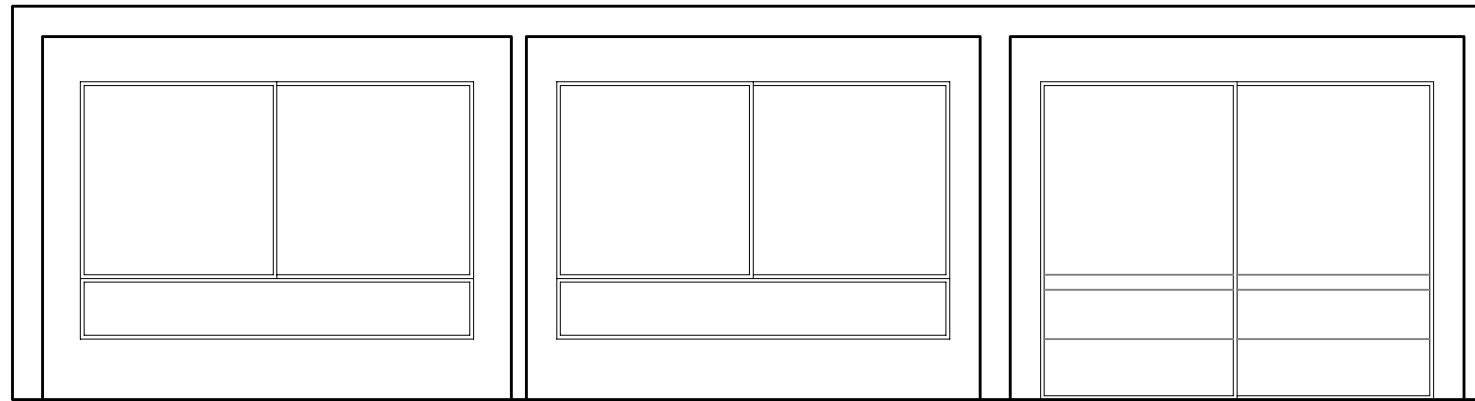


Proyecto Fin de Grado
Grado en Arquitectura Técnica

Autor del Proyecto
Ignacio Montero Gas

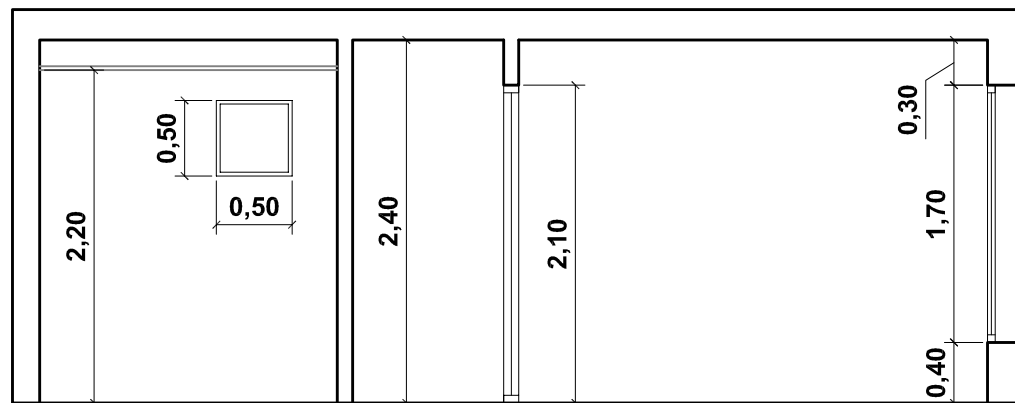
03





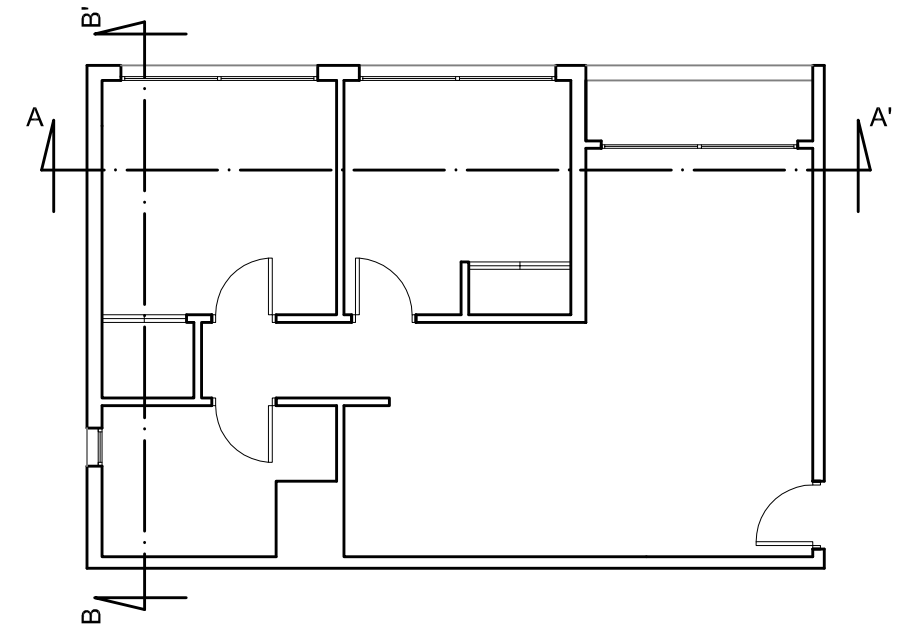
Sección A- A'

E 1:50



Sección B- B'

E 1:50



Proyecto

Proyecto Fin de Grado, Universidad Jaime I
Análisis de la sostenibilidad de los edificios residenciales en Chile

Plano

Secciones

Escala 1:50

Situación

Región Metropolitana de Santiago de Chile, 1503 San Pablo

Fecha

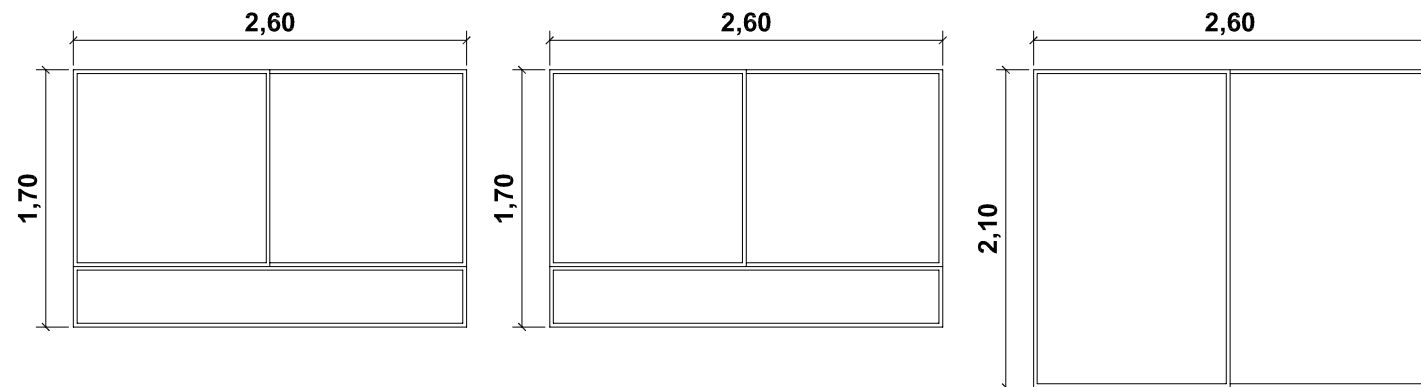
Curso 2014/15



Proyecto Fin de Grado
Grado en Arquitectura Técnica

Autor del Proyecto
Ignacio Montero Gas





V2

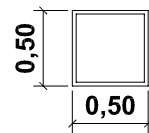
Ventana con marco de aluminio SRPT
 Vidrio monolítico de espesor 4 mm
 Sistema de apertura corredera
 Área 4,42 m²

V3

Ventana con marco de aluminio SRPT
 Vidrio monolítico de espesor 4 mm
 Sistema de apertura corredera
 Área 4,42 m²

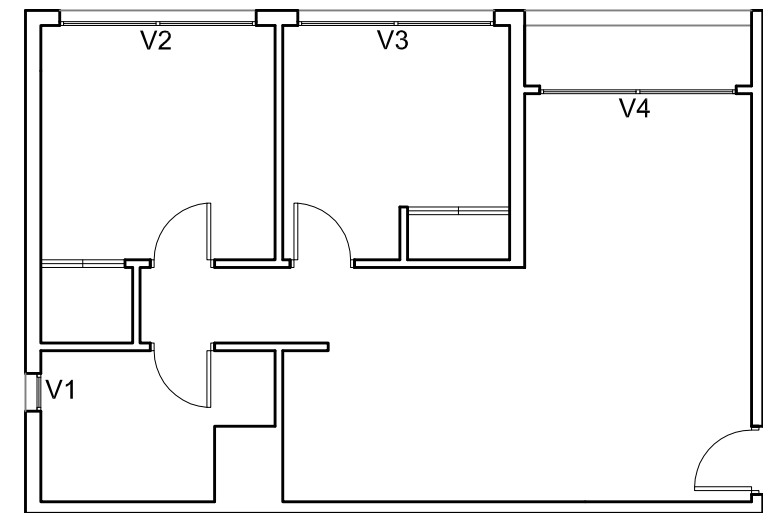
V4

Ventana con marco de aluminio SRPT
 Vidrio monolítico de espesor 4 mm
 Sistema de apertura corredera
 Área 5,46 m²



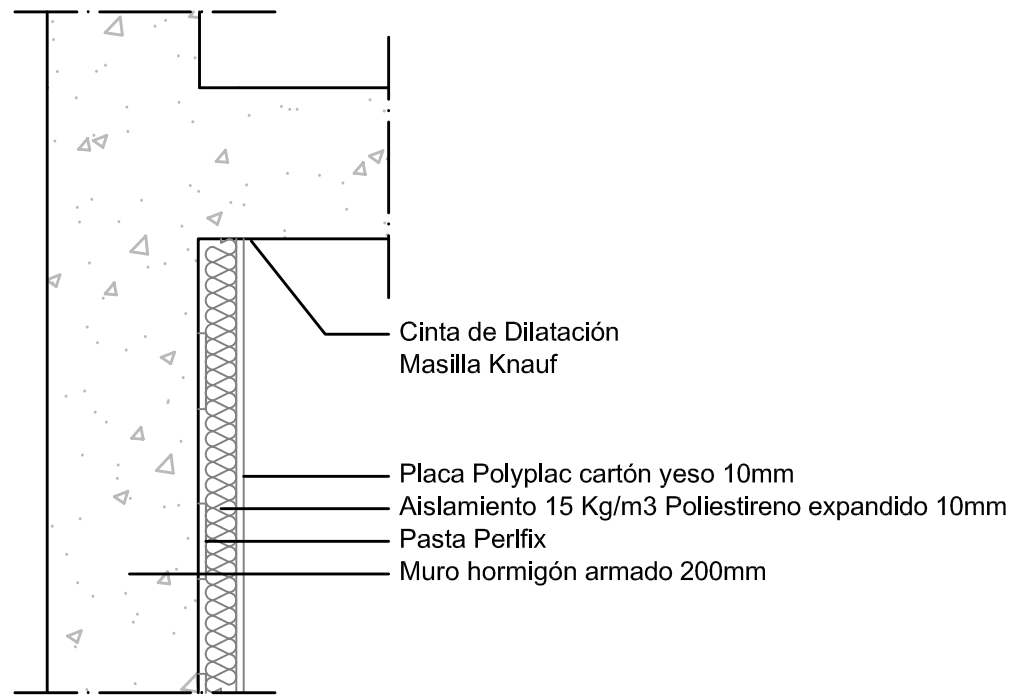
V1

Ventana con marco de aluminio SRPT
 Vidrio monolítico de espesor 4 mm
 Sistema de apertura batiente
 Área 0,25 m²



Proyecto	Proyecto Fin de Grado, Universidad Jaime I Análisis de la sostenibilidad de los edificios residenciales en Chile	
Plano	Carpintería	Escala 1:50
Situación	Región Metropolitana de Santiago de Chile, 1503 San Pablo	
Fecha	Curso 2014/15	



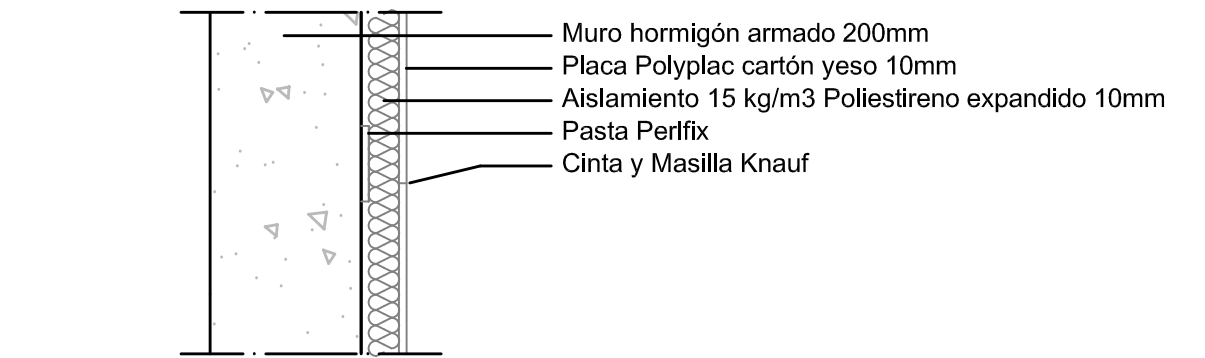
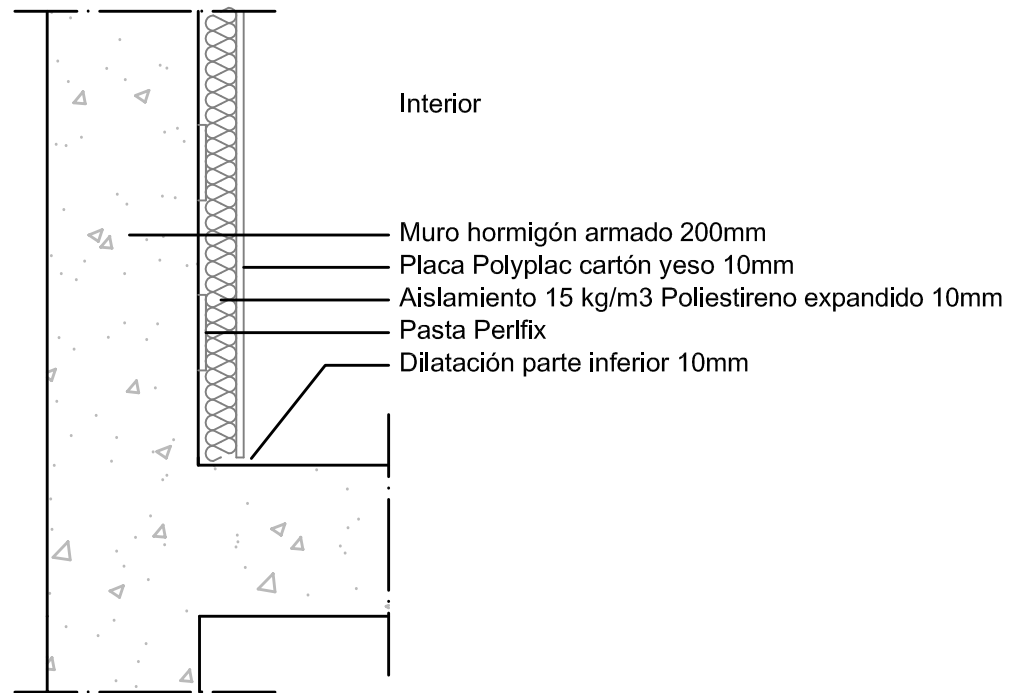


Sección, Detalle Muro

E 1:10

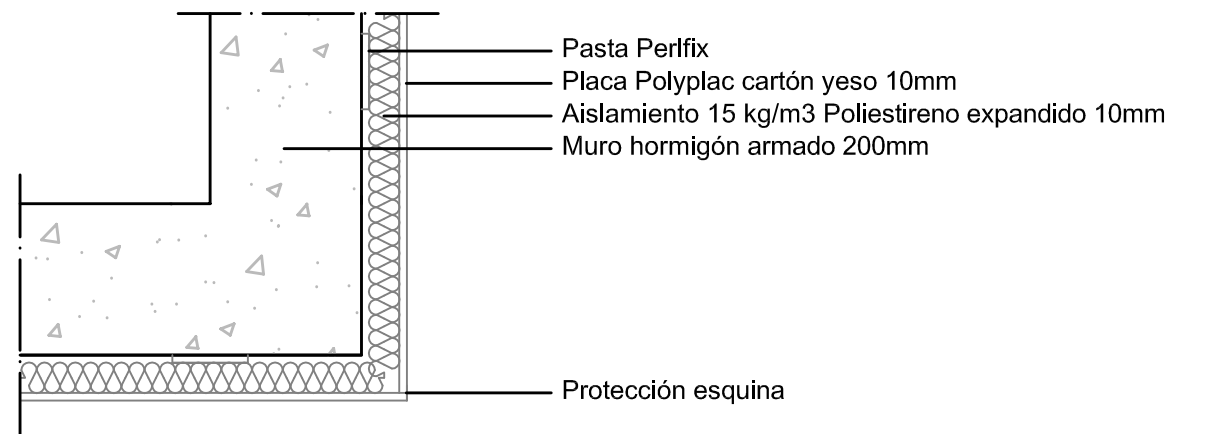
Exterior

Interior



Planta, Detalle Junta

E 1:10



Planta, Detalle Esquina

E 1:10

Proyecto	Proyecto Fin de Grado, Universidad Jaime I Análisis de la sostenibilidad de los edificios residenciales en Chile	
Plano	Detalles Constructivos	Escala 1:10
Situación	Región Metropolitana de Santiago de Chile, 1503 San Pablo	

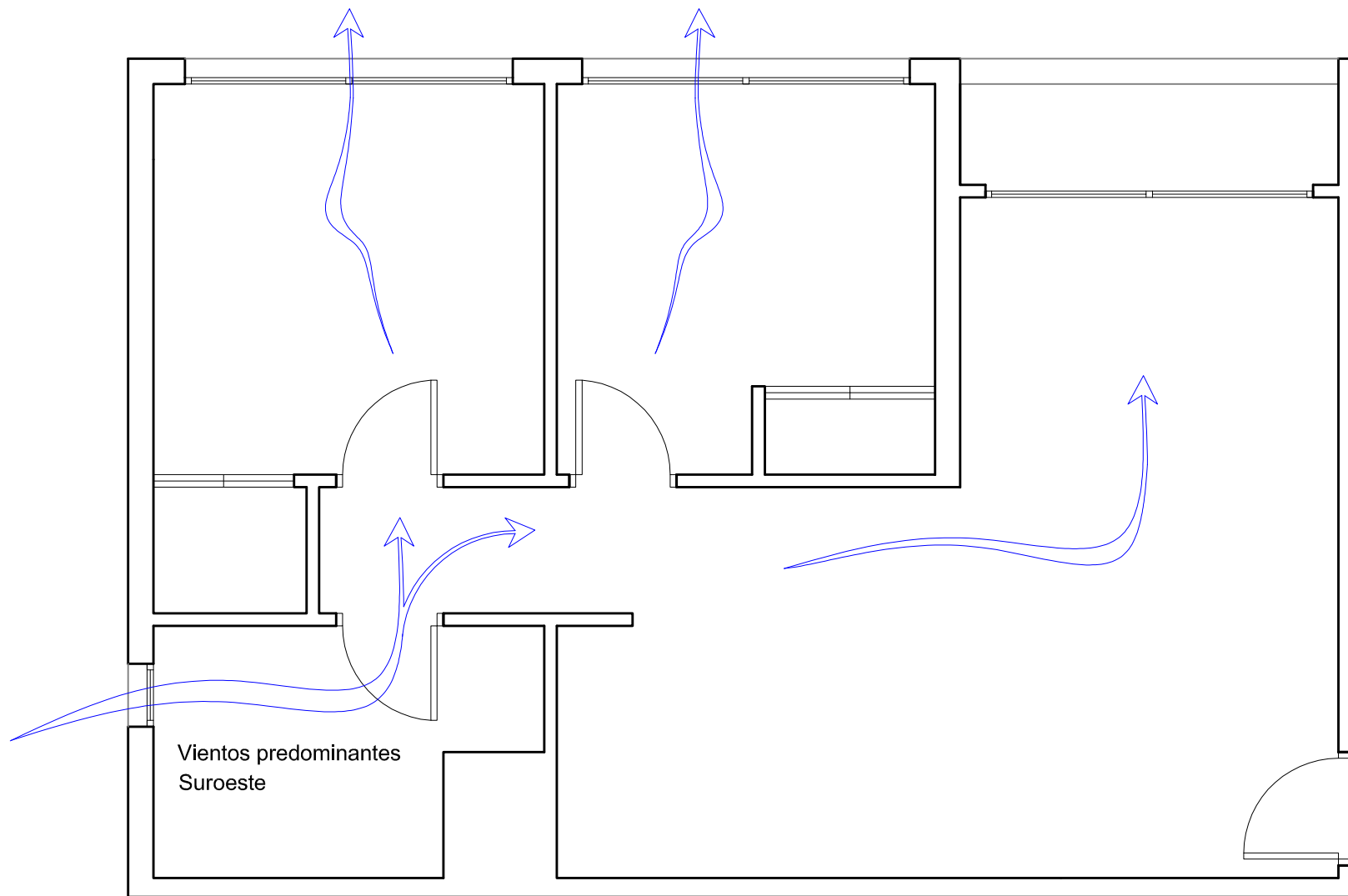
Fecha Curso 2014/15



Proyecto Fin de Grado
Grado en Arquitectura Técnica

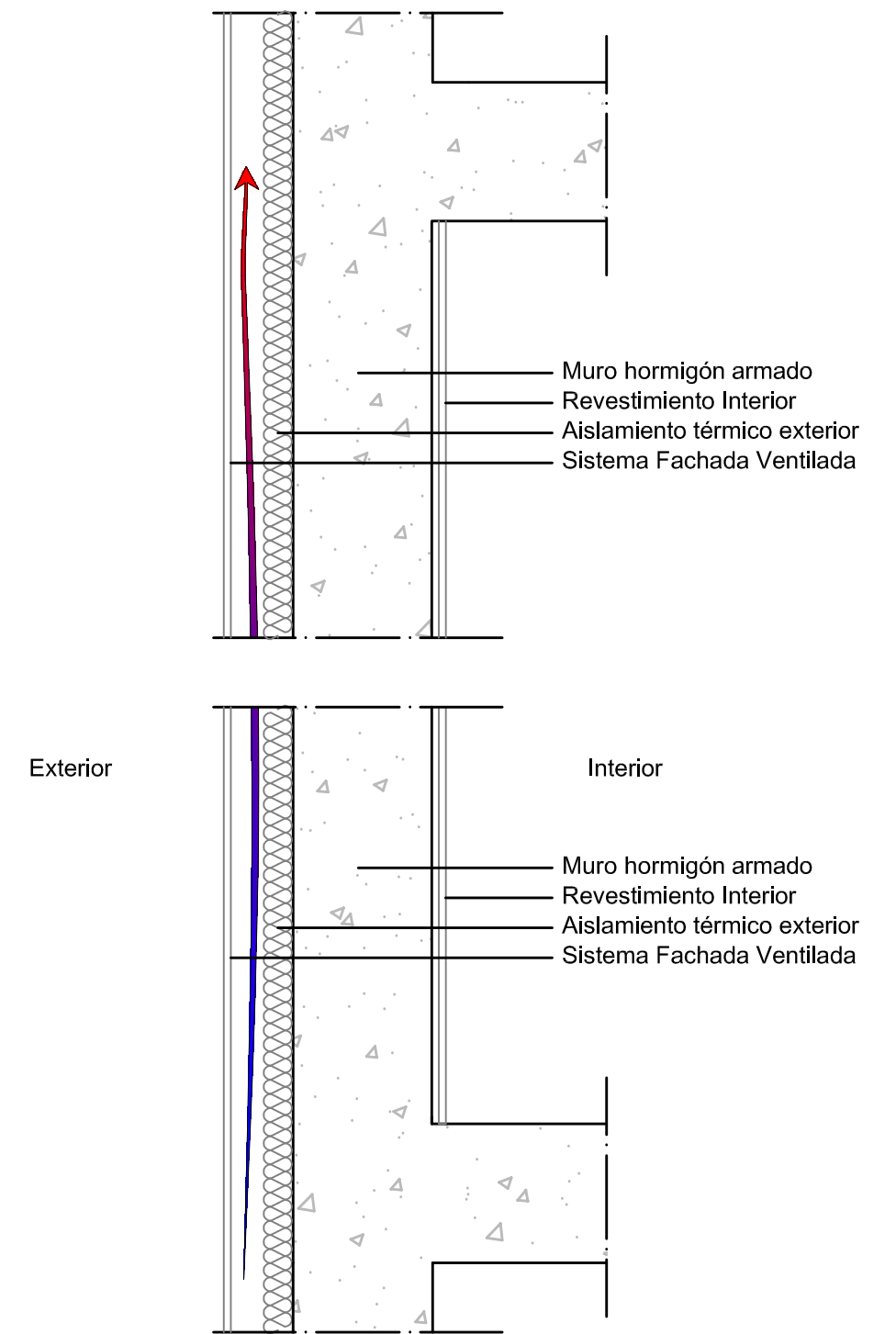
Autor del Proyecto
Ignacio Montero Gas





Detalle Ventilación Cruzada

E 1:50



Detalle Fachada Ventilada

E 1:10

Proyecto Proyecto Fin de Grado, Universidad Jaime I
Análisis de la sostenibilidad de los edificios residenciales en Chile

Plano Estrategias de Diseño Arquitectónico **Escala** 1:50
1:10

Situación Región Metropolitana de Santiago de Chile, 1503 San Pablo

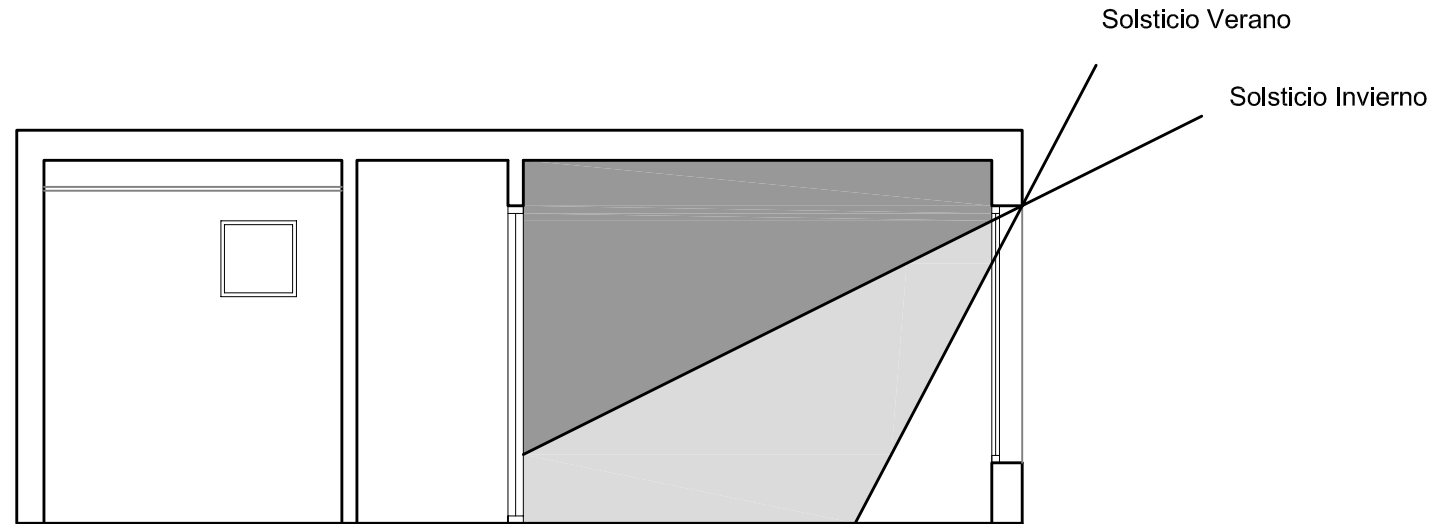
Fecha Curso 2014/15



Proyecto Fin de Grado
Grado en Arquitectura Técnica

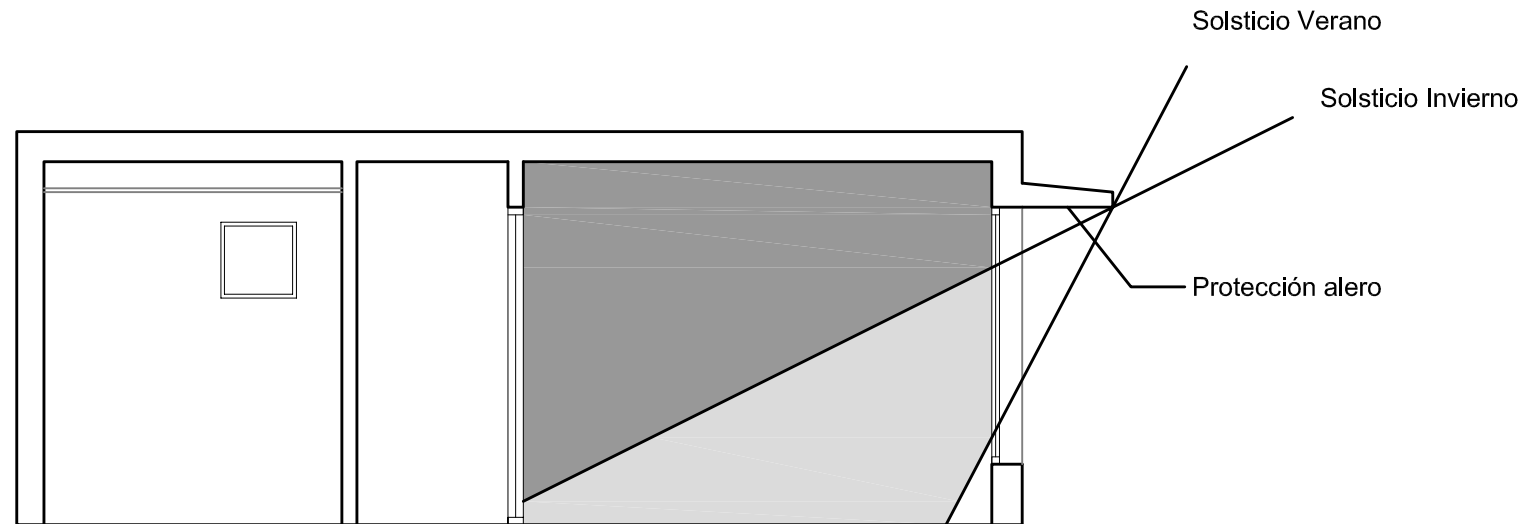
Autor del Proyecto
Ignacio Montero Gas





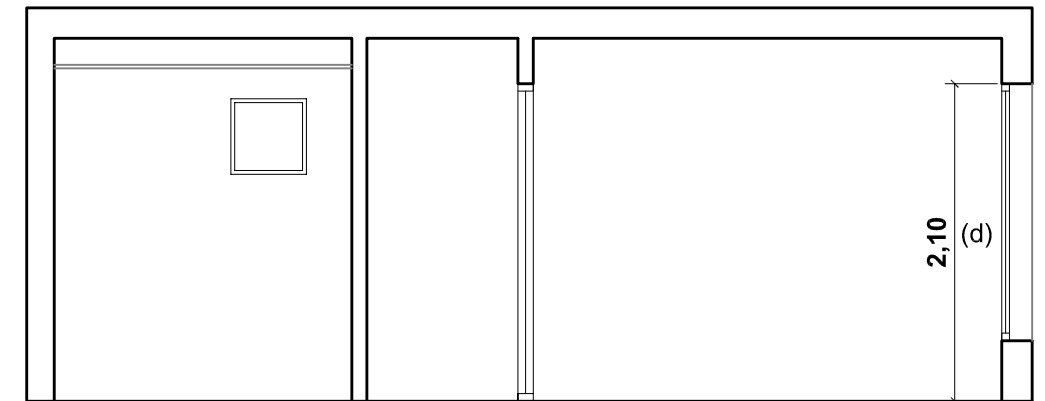
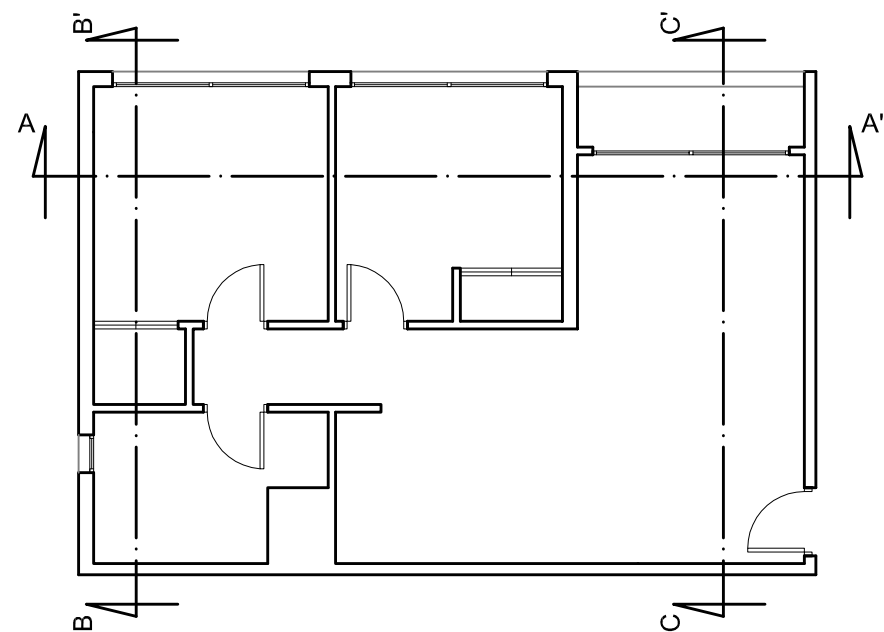
Detalle Solsticio

E 1:50



Detalle Solsticio con protección

E 1:50

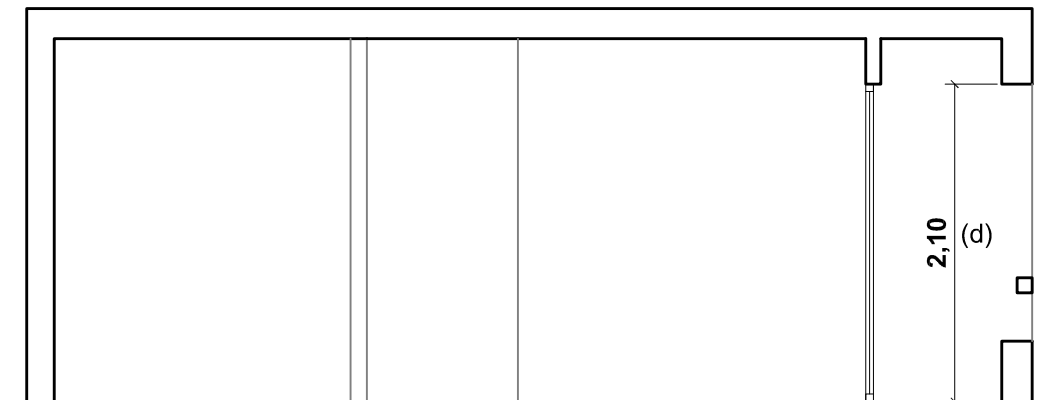


Sección B - B'

E 1:50

4,20
1,5 a 2 (d)

2,10 (d)



Sección C - C'

E 1:50

4,20
1,5 a 2 (d)

2,10 (d)

Proyecto	Proyecto Fin de Grado, Universidad Jaime I Análisis de la sostenibilidad de los edificios residenciales en Chile	
Plano	Estrategias de Diseño Arquitectónico	Escala 1:50
Situación	Región Metropolitana de Santiago de Chile, 1503 San Pablo	

Fecha Curso 2014/15

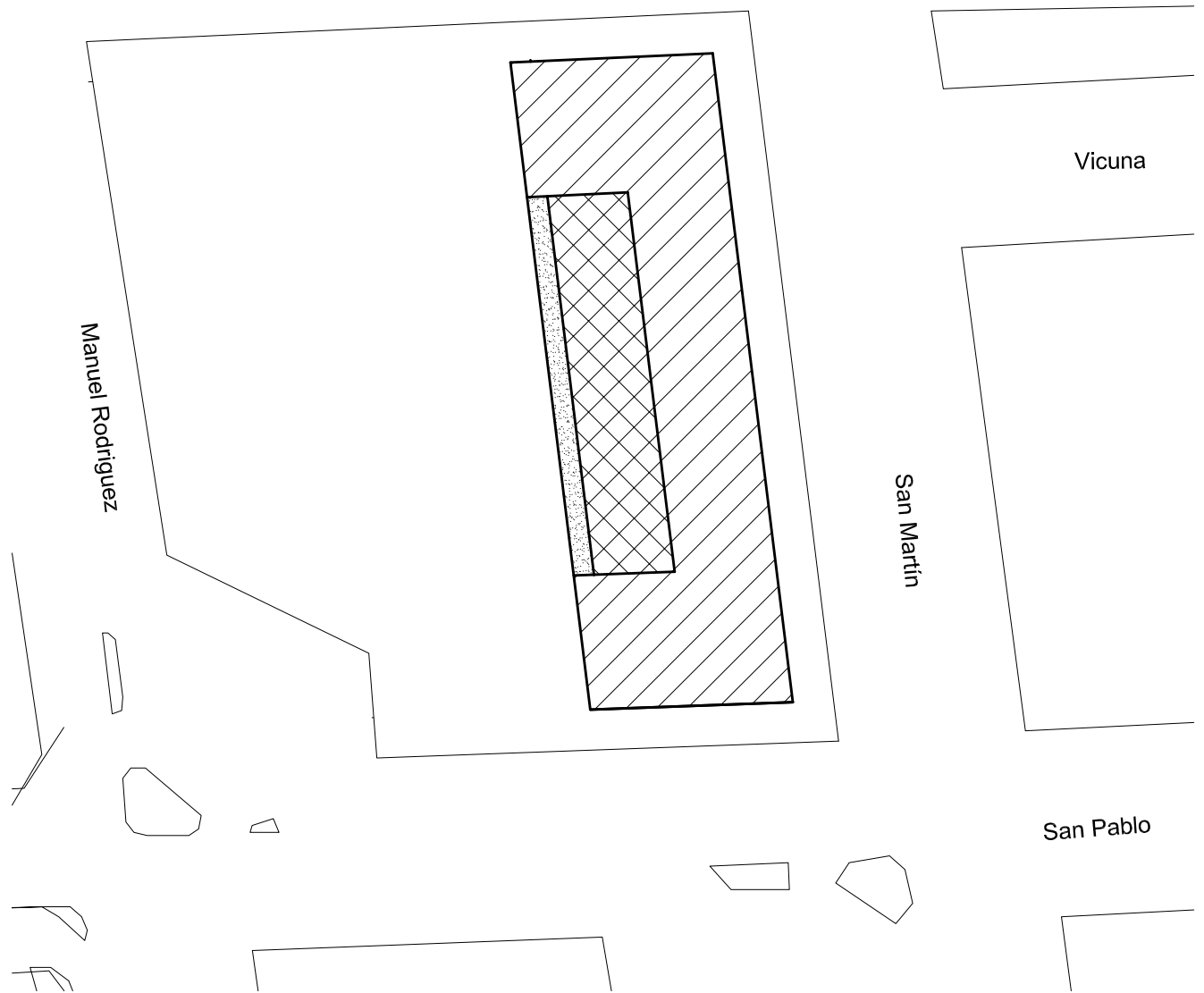


Proyecto Fin de Grado
Grado en Arquitectura Técnica


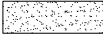

Autor del Proyecto
Ignacio Montero Gas



General Mackena



Cuadro de áreas

	Techos	2.046,63 m ²
	Jardines	169,45 m ²
	Patios	671,62 m ²
	Total	2.887,70 m²

Proyecto

Proyecto Fin de Grado, Universidad Jaime I
Análisis de la sostenibilidad de los edificios residenciales en Chile

Plano

Áreas infiltrantes e impermeabilizantes

Escala 1: 1.000

Situación

Región Metropolitana de Santiago de Chile, 1503 San Pablo

Fecha

Curso 2014/15

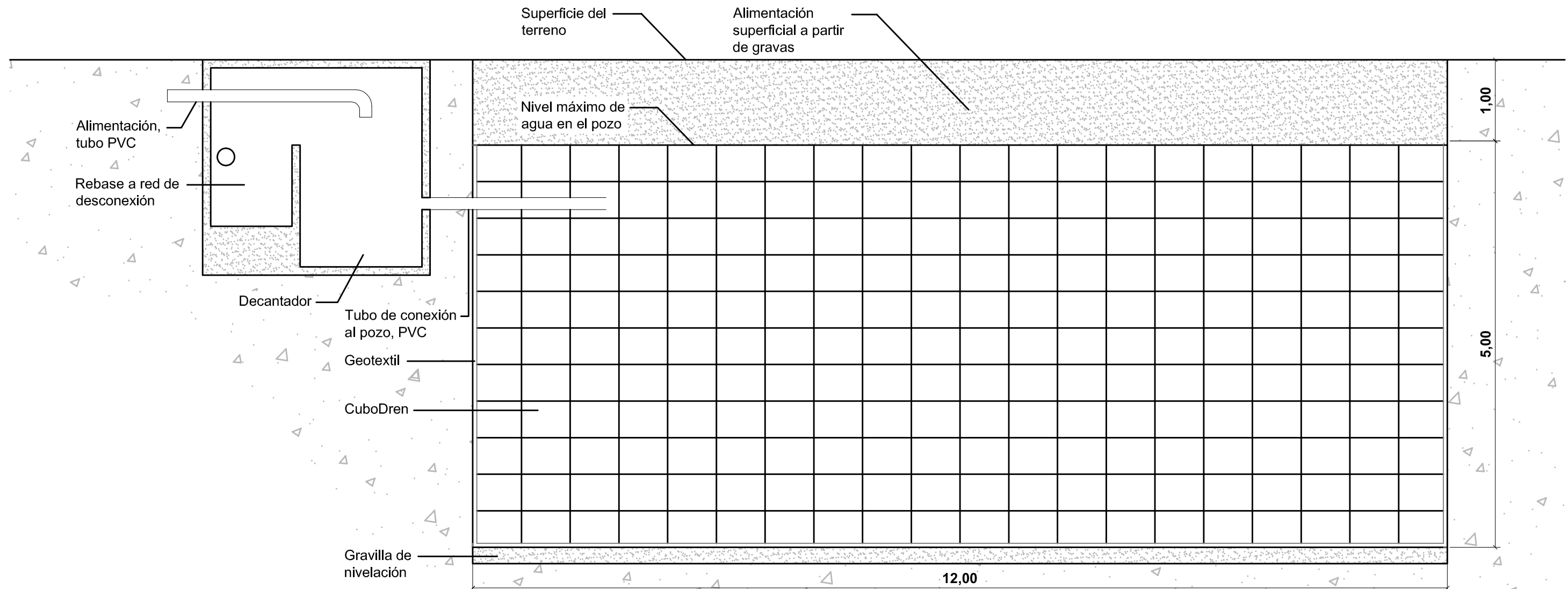


Proyecto Fin de Grado
Grado en Arquitectura Técnica

Autor del Proyecto
Ignacio Montero Gas

09



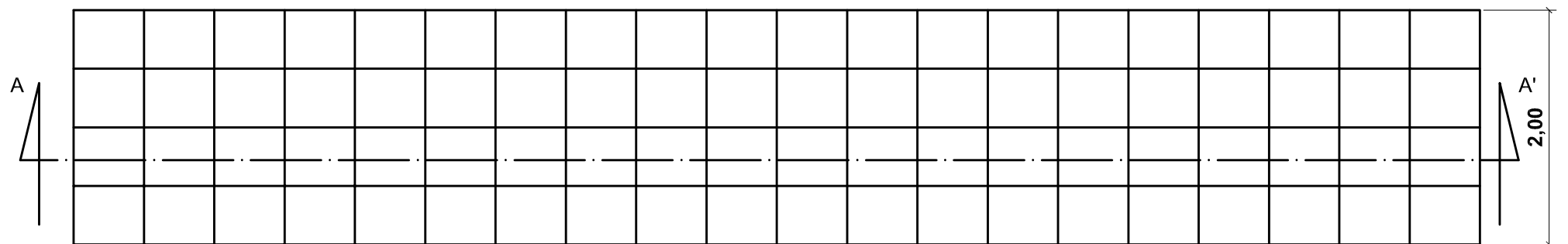


Sección A-A'

E 1:50

Características CuboDren

Dimensiones: 0,60 x 0,45 x 0,50
 Material: Polipropileno de alta densidad
 Resistencia a la compresión: 25T/m²
 Permeabilidad: 95%



Planta Pozo de Infiltración

E 1:50

Procedimiento de construcción

1. Movimiento y excavación de tierras
2. Capa de gravilla para nivelación
3. Colocación de Geotextil
4. Colocación de CuboDren
5. Colocación alimentación superficial

Proyecto	Proyecto Fin de Grado, Universidad Jaime I Análisis de la sostenibilidad de los edificios residenciales en Chile	
Plano	Control Aguas Lluvias	Escala 1:50
Situación	Región Metropolitana de Santiago de Chile, 1503 San Pablo	
Fecha	Curso 2014/15	



Proyecto Fin de Grado
Grado en Arquitectura Técnica

Autor del Proyecto
Ignacio Montero Gas