

SERIE ESTÁNDARES TÉCNICOS PARA EDIFICACIONES RESIDENCIALES



ESTÁNDARES DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE PARA VIVIENDAS DE CHILE

TOMO II ENERGÍA



VERSIÓN NOVIEMBRE 2016



Ministerio de
Vivienda y
Urbanismo

Gobierno de Chile



CATEGORÍA N°2 ENERGÍA

NOVIEMBRE 2016





Bajo licencia Creative Commons:

Se permite la redistribución de este contenido siempre y cuando: se reconozca al autor de la obra, no se haga uso comercial y no se ejecuten obras derivadas.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile.

Santiago, noviembre de 2016

Colección: Monografías y Ensayos

Serie 2: Estándares Técnicos para Edificaciones Residenciales, ISBN: 978-956-9432-46-0

Título: Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas, Tomo II, Energía.

ISBN: 978-956-9432-53-8

Autor: Ministerio de Vivienda y Urbanismo - Minvu

Editor: División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional - Ditec, Minvu

CDU: 720

Redacción y coordinación editorial: Juan Pablo Yumha, Paola Valencia y Pablo Pulgar.

Asesores técnicos: María Fernanda Aguirre, Francisca Rodríguez, Raimundo Bordagorry y Franco Morales.

Edición técnica: Paola Valencia y Pablo Pulgar.

Revisión de estilo: Miriam Díaz, Jorge Silva e Ignacio Jara (Minvu).

Corrección de Prueba: Gloria Alarcón.

Diseño y diagramación: Carolina Ramírez O.

Fotografías: Banco de imágenes Ditec, Juan Cardenas H. y Sergio Delgado V.

Impresión: Maval Ltda., Santiago, Chile.

Desarrollado por:

Secretaría Ejecutiva de Construcción Sustentable, Ditec, Minvu.

Colaboradores:

Ditec: Camila Herrera G.

SCX: Alejandro Osorio y Felipe Miranda.

Agradecimientos:

Ditec: Camilo Lanata, Ángel Navarrete, Claudio Hernández, Joel Prieto, Macarena Parra, Nicolás Zamorano y Paula Olivares.

DDU: Maricarmen Tapia, Pablo Morán y Constanza Candía.

DPH: Juan Pablo Barra y Darío Oyarzún.

MMA: Macarena Cáceres, Rubén González, Ximena González, Marco Correa, María Belén Sepúlveda y Celia Iturra.

Minsal: Paola Cruz, Gonzalo Aguilar y Pablo Canales.

SISS: Christian Lillo y Nancy Cepeda.

MMT: Lorena Araya.

Sectra: José Villarroel, Estefano Sartori, Álvaro Salas y Rubén Triviño.

MOP (DGA): María José Squadritto.

MDS: Javier Carrasco.

Minenergía: Yoselin Rozas.

CDT: Katherine Martínez y Cristian Yáñez.

Independientes: Claudio Poo y Óscar Ortiz.

Serviu Regiones: Félix Cáceres, Luis Seguel, Miguel Ángel Rodríguez, José Martín Ferrada, Gabriela Sanzana, Félix Jacob, Roberth Ravanal, José Pascual, Andrea Cayupi, María Alicia Aguilar, María José Ferreira, Estrella Ruiz, Carlos Mira, Loreto Tobar, Francisco Ibarra, Francisco Cabrera, Sebastián Gallardo Pino, Sebastián Jorgensen, Geovanni Fariña, Carlos Barahona y Marcela Ojeda.

Participantes de la Consulta Pública:

Santiago: Claudio Poo; Oscar Clavijo; Anaisvy Villegas (Schröder); Francisca Lorenzini (Corma); Valeria Toro y Constanza Cattán (Volcán); Maricel González, Natalia Reyes y Diego Escalona (Idiem); Fernando Rodríguez; Nahuel Cubillos (Seremi Región de Valparaíso); Mariana Vergara (AChEE); Nicolás Shultz (STO); Valentina Quintanilla, de Efizity; María José Ibaceta (CGBC); David Gallardo (F. Invica); Juan Mella; José Espinoza; Rodrigo Cristi (Hanergy America); Orlando Delgado (BDM Ltda.); Ana Luisa Valdebenito (Romeral); Paula Hevia, Paula Hidalgo, Cristian López, Pía Valdés y Andrea Montero (Edificio Verde); María Pilar Canihuante (Minvu); Christopher Dabrowski; Renato Dálencón (UC); Juan Germán González; Ana María González; Alexis González; Rodrigo Guzmán (Vaspanel); Natalia Henríquez (Minvu); Daniela Matamala; Paola Molina (Urbeverde); Fanny Ordóñez (UC); María Verónica Oyarzún; Gabriela Peterssen; Bárbara Repossi (SBR); Eric Strauss; Archibaldo Tumaní; Héctor Valeria; Mauricio Zanotti (Ruta Solar); Carlos Arancibia (Minvu); Yasna Calderón; Juan Orlando Delgado; Daniel Gallardo; Norman Gojberg; Drina Migone (Inacap); Carolina Rojas (AMIL), Omar Sepúlveda; Mario Valencia; Alejandro Osorio (SCX), y Francisca Troncoso (CDT).

Antofagasta: Blanca Moreno y Cristian Alcócer (Seremi Antofagasta); Jorge Cáceres (Ozono Chile); Sebastián Gallardo y Ay-Ling Chia (Serviu Tarapacá); Viviana Peña, Dagoberto Vidal y Marisol Cortés (Serviu Antofagasta); José Fernando Echevarría (U. Católica Del Norte); César Alarcón (Syntax); Alfredo González (U. Católica Del Norte); Lorena Cisternas (Fundación Chile - Plan Creo Antofagasta); Nicolás Franz (U. Arturo Prat); Óscar Clavijo (Serviu Atacama); Viviana Rojas, Daniel Calderón, Ingrid Soto, Marjolaine Ríos y Suyin Chau (Serviu Antofagasta).

Concepción: Pablo Aguayo (I. M. de Penco); Roberto Arriagada y Ariel Bobadilla (Citec-UBB); Claudio Durán, Marcela Segura y Sergio Rojas (Seremi Región del Biobío); Mildred Castillo, Fabiola Godoy, René González, Tannia Lizana, Liliana Machuca, Solange Oyarzo, Manuel Venegas y Claudia Solar (Serviu Región del Biobío); Consuelo Herrera (Inmobiliaria Valmar Ltda.); Pedro Pablo Jofré (MOP); Luis Enrique Merino (U. de Concepción); Claudia Muñoz (U. del Biobío); Rubén Muñoz (Frazzo); Alexis Pérez (U. del Biobío); Paulette Pommiez (U. de Concepción); Juan Carlos Riveros (Riveros Bassaletti Arquitecto + Asociados); Carlos Rubio (U. del Biobío); Claudio Sweet (Empresas Valmar).

CONTENIDOS

PRESENTACIÓN	11
 ANTECEDENTES GENERALES	14
Introducción	15
Descripción	17
Objetivo	17
Contexto	17
Estructura	18
 SUBCATEGORÍAS Y TEMAS	20
2.1. DESEMPEÑO ENERGÉTICO	22
2.1.1. Desempeño energético eficiente	22
2.1.2. Sistema de Calificación Energética de Viviendas en Chile	33
2.2. MÉTODO PRESCRIPTIVO	39
2.2.1. Asoleamiento	39
2.2.2. Envolverte Opaca Eficiente	47
2.2.3. Envolverte Transparente Eficiente	58
2.2.4. Protecciones solares y térmicas	65
2.2.5. Infiltraciones	72
2.3. EQUIPOS Y ARTEFACTOS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES	80
2.3.1. Sistemas de calefacción energéticamente eficientes	80
2.3.2. Sistemas de enfriamiento energéticamente eficientes	97
2.3.3. Estándares de iluminación interior	106
2.3.4. Estándares para iluminación exterior	120
2.3.5. Sistemas de energías renovables	130
2.4. PLAN DE GESTIÓN Y MONITOREO ENERGÉTICO EN OPERACIÓN	141
2.4.1. Sistemas de medición y monitoreo de la energía	141

A	ANEXOS	150
	Anexo N°2.1. Zonificación Térmica	152
	Anexo N°2.2. Características Térmicas de los Materiales de Construcción y Soluciones Constructivas	175
	Anexo N°2.3. Planillas de Cálculo de Eficiencia Energética Iluminación	184
✓	CHECKLISTS DE ENERGÍA	191
	Antecedentes Proyecto	192
	Checklist N°2A - Etapa de Diseño	193
	Checklist N°2B - Etapa de Construcción	214
	Checklist N°2C - Etapa de Operación	226



PRESENTACIÓN

Nuestro país enfrenta importantes desafíos en el ámbito de la energía, lo que nos ha llevado a realizar considerables esfuerzos como Gobierno para avanzar en materia de reducción consumo energético. Entre los compromisos que hemos asumido como gobierno es el de disminuir en un 20 por ciento el consumo país de energía eléctrica al 2025, meta que nos pone en un escenario en el que se hace imperativo implementar las mejores estrategias para prosperar.

Considerando que Chile importa cerca del 60 por ciento del total de su energía primaria, y por otra parte, que sólo el sector residencial consume más del 15 por ciento de la energía total del país, se hace indispensable la incorporación de nuevos y mejores estándares de eficiencia energética en el sector de la edificación residencial.

Es por esto, que nuestro ministerio junto con implementar una serie de iniciativas como la Calificación Energética de Viviendas, programas de reacondicionamiento térmico y la implementación de energías renovables en viviendas, está impulsando nuevos estándares constructivos, que consideran el mejoramiento de la calidad térmica de la envolvente para las viviendas de todo Chile., con las que se estima reducir en un 30 por ciento el consumo de energía para calefacción de las viviendas del centro y sur de Chile.

Todas las materias mencionadas anteriormente, están contenidas en este tomo, pero con estándares más exigentes, ya este documento es parte de un conjunto de instrumentos, que está desarrollando este ministerio, que buscan acelerar la transformación voluntaria del mercado hacia una edificación residencial de cero emisión al año 2050. Con esto, esperamos superar los compromisos nacionales e internacionales tanto de energía como cambio climático, junto con acelerar el cuidado del medio ambiente para nuestras futuras generaciones y por supuesto, potenciar nuestras políticas de calidad y equidad.

Jocelyn Figueroa Yousef

Jefa División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional



ENERGÍA



Fotografía: "La energía", Juan Cardenas Hernandez.

INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Tomo 2: “Energía” del conjunto de seis tomos que conforman el documento denominado “Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas” (ECSV), editado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y que es una nueva versión del “Código de Construcción Sustentable para Viviendas” (CCSV) publicado en 2014.

Su objetivo es establecer estándares y buenas prácticas de diseño, construcción y operación de las viviendas, nuevas o usadas, con el fin de mejorar su desempeño ambiental, económico y social, mediante la definición e incorporación de criterios de sustentabilidad, basándose en parámetros objetivos y verificables.

Cada tomo abarca una categoría diferente del documento, las que corresponden a:

- Tomo I: Antecedentes Generales y Categoría Salud y Bienestar
- Tomo II: Categoría Energía
- Tomo III: Categoría Agua
- Tomo IV: Categoría Materiales y Residuos
- Tomo V: Categoría Impacto Ambiental
- Tomo VI: Categoría Entorno inmediato

Estas categorías tratan temáticas que se alinean directamente con el enfoque que ha asumido nuestro ministerio en el último periodo para abordar el déficit cualitativo que presenta el sector habitacional del país, y que apunta a incorporar innovación y desarrollar instrumentos que permitan mejorar la calidad de lo que se construye en Chile.



La presente categoría plantea estándares de eficiencia energética para construcción, equipos e implementación de energías renovables en viviendas. Estas medidas son de carácter voluntario y buscan incentivar en el mediano plazo el mejoramiento de los parámetros referidos a habitabilidad contenidos en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Con ello se busca reducir el consumo energético en el sector construcción y su consecuente impacto ambiental, además de favorecer el aumento en el bienestar de los usuarios de las viviendas.

Es así que la presente categoría busca ser un aporte a los lineamientos sobre eficiencia energética para el sector edificación que impulsa el Gobierno, como “La Política Energética de Chile 2050” publicada por el Ministerio de Energía en 2015, que establece importantes metas; entre ellas destaca la referida a que, al 2035 se espera que el 100 por ciento de las edificaciones de uso público y edificaciones de uso residencial nuevas cuentan con estándares OCDE de construcción eficiente. Asimismo, la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable desarrollada por el Minvu plantea diversas metas en materia de eficiencia energética, de las cuales podemos mencionar:

- Aportar desde el sector comercial, público, residencial, (CPR), al compromiso de reducción del 12 por ciento en el consumo energético (proyectado al 2020).
- Aportar desde el sector de la construcción a la reducción del 20 por ciento en la emisión de gases efecto invernadero, tomando como base las emisiones proyectadas al 2020.
- Aportar desde el sector construcción a que, al año 2024, un 10 por ciento de la energía generada sea a través de fuentes renovables no convencionales.

Finalmente, estos estándares son parte de las iniciativas llevadas a cabo por el Minvu, para cumplir nuestras políticas de calidad y equidad, orientadas a los sectores más vulnerables, privilegiando el bienestar de las familias y el cuidado del medio ambiente.

DESCRIPCIÓN

La Categoría Energía establece estándares de eficiencia energética para el diseño y construcción de viviendas, junto con metas de desempeño energético para la operación de las mismas. Por otra parte fija requerimientos para que las viviendas operen en forma eficiente generando el menor impacto ambiental posible, planteando la incorporación de sistemas de climatización, calentamiento de agua e iluminación eficientes, además de sistemas de apoyo con base energías renovables. Todo lo anterior registrado a través de sistemas de monitoreo de consumo de energía que colaboren a informar a los usuarios sobre su uso eficiente.

OBJETIVO

Contribuir a la reducción de demanda y consumo energético del sector residencial a través del fomento del diseño solar pasivo, y del uso de equipos energéticamente eficientes, energías renovables, y hábitos de uso eficiente de la energía en las diferentes etapas de un proyecto.

CONTEXTO

Chile presenta un consumo primario de energía per cápita menor al de otros países o regiones que cuentan con un mayor nivel de desarrollo económico, alcanzando menos de la mitad del consumo per cápita que muestran, en promedio, los países de la OCDE. Por esta razón es esperable que nuestro país vaya aumentando su consumo de energía per cápita, conforme se desarrolla económicamente. Al respecto, surgen diversos desafíos impuestos por los cambios en las tendencias energéticas, en cuanto a cómo se desarrollará la infraestructura energética vinculada a consideraciones ambientales y sociales.



Los últimos diez años de la agenda energética del país han estado marcados por hitos como el corte de gas natural desde Argentina, severos y largos períodos de sequía, dificultades en el otorgamiento de permisos ambientales, insuficiente entrada de proyectos, la escasa inversión en infraestructura en el área de generación y transmisión eléctrica y la entrada de nuevas empresas al mercado. Todo ello ha contribuido a mantener las condiciones de estrechez de oferta de suministro eléctrico, lo que ha elevado los costos marginales y los precios para cliente final, reflejando un desarrollo ineficiente del sistema, lo que se ha visto agravado en los últimos años.

Por otra parte, Chile importa el 60 por ciento de su energía primaria, lo que lo convierte en un país vulnerable a la inestabilidad y volatilidad de los mercados internacionales y a las restricciones de abastecimiento que se produzcan por fenómenos políticos, climáticos o de mercado.

En Chile los principales energéticos utilizados son: petróleo con un 32 por ciento, carbón con un 24,4 por ciento, y leña con un 23,7 por ciento; sin embargo es destacable que un 95 por ciento del petróleo es importado, mientras la biomasa corresponde al principal energético local.

Asimismo, en las zonas centro y sur de Chile el 62 por ciento del combustible utilizado en el sector residencial es leña y sus derivados para la calefacción¹. Esto debido a su disponibilidad, poder calorífico y menor costo, respecto a los demás combustibles. Sin embargo, su uso acarrea problemas ambientales como contaminación atmosférica y erosión por explotación de bosques, consecuencias que repercuten en la salud y calidad de vida de las personas.

Al respecto, en los últimos años el Estado ha llevado a cabo políticas, regulaciones y acciones necesarias para promover una matriz que privilegie los recursos energéticos propios y limpios, que use de manera eficiente la energía que produce y que respete a sus comunidades y entorno.

¹ Minenergía, 2015. Política de Uso de la Leña y sus Derivados para la Calefacción.

Todo lo anterior demuestra que la energía es uno de los temas más importantes a considerar durante el ciclo de vida de la edificación, principalmente en el sector residencial. Los desafíos que esto plantea, y que buscamos abordar en la presente categoría, son disminuir el consumo de energía para climatización, calentamiento de agua, iluminación y operación de artefactos, además de la autosustentación por medio de microgeneración de energías renovables; a ello se suman las nuevas herramientas de control y monitoreo que se plantea proporcionar a los usuarios.

ESTRUCTURA

ETAPA DE DISEÑO	
2.1. Desempeño Energético	2.1.1. Desempeño Energético Eficiente
	2.1.2. Calificación Energética
2.2. Método Prescriptivo	2.2.1. Asoleamiento
	2.2.2. Envoltente opaca eficiente
	2.2.3. Envoltente transparente eficiente
	2.2.4. Protecciones solares y térmicas
	2.2.5. Infiltraciones
2.3. Equipos Energéticamente Eficientes	2.3.1. Sistemas de Calefacción energéticamente eficiente
	2.3.2. Sistemas de Enfriamiento energéticamente eficiente
	2.3.3. Estándares de Iluminación interior
	2.3.4. Estándares de Iluminación exterior
	2.3.5. Sistemas de Energías Renovables
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	
Procedimientos de verificación de cumplimiento en etapa de Construcción	
ETAPA DE OPERACIÓN	
2.4. Plan de gestión y monitoreo energético en operación	2.4.1. Sistemas de medición y monitoreo de la energía





SUBCATEGORÍAS Y TEMAS



2.1. DESEMPEÑO ENERGÉTICO

2.1.1. DESEMPEÑO ENERGÉTICO EFICIENTE

OBJETIVO

Establecer metas de reducción de demanda de calefacción y enfriamiento de las viviendas, para el corto, mediano y largo plazo, de manera de lograr viviendas de bajo desempeño energético en el año 2050.

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar mínimo para construcciones nuevas, alteraciones y ampliaciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Reducción de demanda en calefacción

- Cumplir como máximo, con los valores de demanda energética proyectada por m², para el 2020, 2030, 2040 y 2050 indicados en las Tablas 2.1. y 2.2.
- Cumplir con los estándares indicados en la sub-Categoría N°2.2 “Método Prescriptivo”.

b. Reducción de demanda en enfriamiento:

- Cumplir como máximo con los valores demanda energética proyectada por m², para el 2020, 2030, 2040 y 2050 indicados en las Tablas 2.1. y 2.2.
- Cumplir con los estándares indicados en la sub-Categoría 2.2 “Método Prescriptivo”.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar en obra, el cumplimiento de lo señalado en las especificaciones técnicas, particularmente lo referido a envolvente térmica y características físicas de la arquitectura.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Monitoreo:

- Verificar, al año de operación, que el desempeño energético de la vivienda,

sea acorde a lo proyectado en la etapa de diseño, mediante monitoreo de consumos de energía para calefacción y enfriamiento.

METODOLOGÍA

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Reducción de demanda en calefacción

b. Reducción de demanda en enfriamiento

- **Especificaciones técnicas:** Deben contar con el detalle de la envolvente térmica opaca y transparente. Esto corresponde a valores de transmitancia, masa térmica, relación entre superficie vidriada y opaca y porcentaje de ventanas por orientación, entre otros.
- **Planimetría:** Planos de arquitectura y detalles, a escala, que demuestren el cumplimiento de lo establecido en las especificaciones técnicas.
- **Determinar las demandas de energía para calefacción y enfriamiento de la vivienda:** Para determinar las demandas de calefacción y enfriamiento se deberán realizar simulaciones dinámicas según se detalla en la presente metodología.

Las demandas de calefacción y enfriamiento deben ser iguales o menores a las establecidas en las Tablas 2.1. y 2.2. de la presente Categoría.

Las zonas térmicas están descritas en el Anexo 2.1. del presente documento.

- Para llevar a cabo estos cálculos de demanda, se deberá utilizar programas de simulación dinámica, acreditados por la norma ASHRAE 140 y que a su vez sean parte del “Directorio de Herramientas para Programas de Energía en Edificios”, cuyo nombre en inglés es “The Building Energy Software Tools Directory”.
- Algunos programas de referencia son: TAS, DesignBuilder, EnergyPlus, BLAST, DOE-2, IES. Los que se encuentran disponibles para consulta en: http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/ (Consultado el 15.07.16.).



TABLA 2.1.:
TABLA DE REQUERIMIENTOS MÁXIMOS DE DEMANDA EN CALEFACCIÓN PARA VIVIENDA POR ZONA:

ZONAS TÉRMICAS	DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kwh/m ²)			
	2020	2030	2040	2050
Zona A	15	15	15	15
Zona B	90	65	43	15
Zona C	77	56	38	15
Zona D	71	52	35	15
Zona E	117	88	59	30
Zona F	135	100	67	30
Zona G	120	90	60	30
Zona H	120	90	60	30
Zona I	150	110	73	30

Fuente: Elaboración propia, basada en estudio sobre rangos de confort térmico y riesgos de sobrecalentamiento (Bustamante, 2015).

TABLA 2.2.:
TABLA DE REQUERIMIENTOS MÁXIMOS DE DEMANDA EN ENFRIAMIENTO PARA VIVIENDA AISLADA POR ZONA:

ZONAS TÉRMICAS	DEMANDA DE ENFRIAMIENTO (kwh/m ²)			
	2020	2030	2040	2050
Zona A	10	5	5	5
Zona B	10	5	5	5
Zona C	10	5	5	5
Zona D	15	10	5	5
Zona E	5	5	0	0
Zona F	5	5	0	0
Zona G	0	0	0	0
Zona H	0	0	0	0
Zona I	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, basada en estudio sobre rangos de confort térmico y riesgos de sobrecalentamiento (Bustamante, 2015).

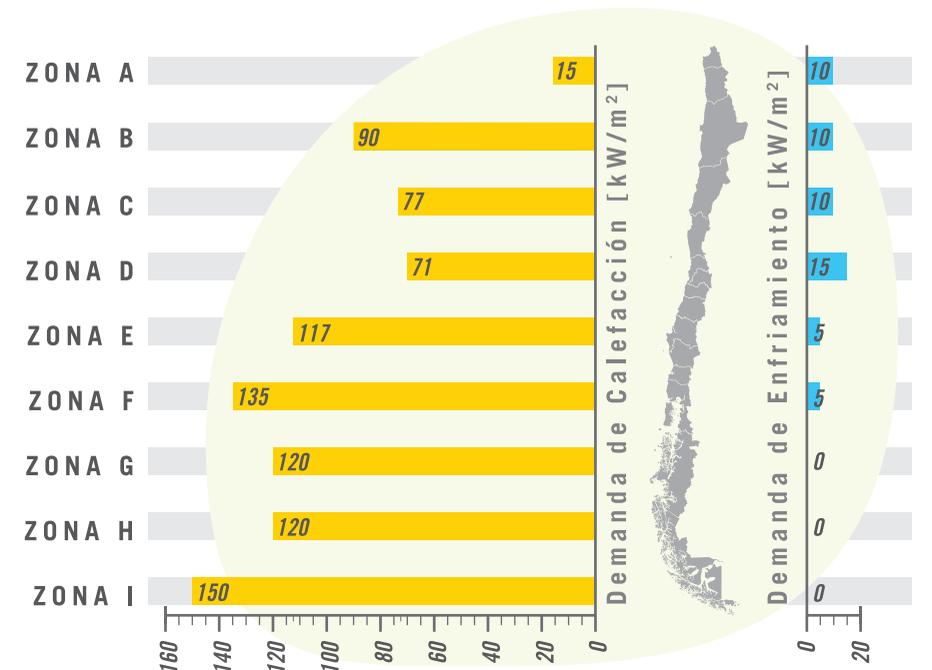


Ilustración N°1

• Los programas computacionales de cálculo dinámico deberán permitir modelar, como mínimo, lo siguiente:

- Todas las horas del año (8760 horas)
- Cargas internas, tales como personas, iluminación, equipos misceláneos
- Variaciones horarias de cargas internas.
- Cargas externas, es decir radiación solar.
- Efecto de la inercia térmica.
- Programación de termostatos, operación del sistema de climatización y agua caliente sanitaria.
- Curvas de comportamiento a carga parcial para equipos mecánicos.
- Curvas de corrección de la eficiencia y capacidad para equipos mecánicos de climatización.

Ilustración N°1:
Metas de Demandas Calefacción y Enfriamiento para viviendas por zonas térmicas, para el año 2020.

Para llevar a cabo las simulaciones se deberán considerar como “Datos de entrada” los que se detallan a continuación:

• **Datos de entrada para la simulación:**

1. Archivos climáticos de las siguientes extensiones:

- **EPW:** Energy Plus Weather Format (.epw)
- **IWEC:** International Weather for Energy Calculations. Archivos de datos climáticos, de hasta 18 años (1982-1999 para la mayoría de las estaciones. Los datos de tiempo se complementa con la radiación solar estimada sobre una base horaria y las inclemencias meteorológicas por hora.
- **TMY2:** Typical Meteorological Year (.tm2) El TMY2 son conjuntos de datos de los valores horarios de la radiación solar y elementos meteorológicos en un período de 1 año. Su uso previsto es para simulaciones dinámicas de los sistemas de conversión de energía solar y sistemas de construcción, para facilitar las comparaciones de rendimiento de los distintos tipos de sistemas.
- **TMY3:** Typical Meteorological Year (.csv). Los archivos TMY3 han reemplazado un tanto a los archivos TMY2.
- **SAM:** es un archivo de texto que contiene datos horarios que describen el recurso solar, velocidad del viento, la temperatura y otras características meteorológicas en un lugar determinado.
- **MET:** archivo climático desarrollado por Meteonorm, siendo una referencia meteorológica completa para aplicaciones solares y diseño de sistemas en cualquier lugar deseado en el mundo. Se basa en más de 25 años de experiencia en el desarrollo de bases de datos meteorológicos para aplicaciones de energía. Meteonorm extrapola datos de cada hora, a partir de datos estadísticos para una ubicación. Cuando no se dispone de datos estadísticos, Meteonorm interpola de otros lugares cercanos.

Fuente: EnergyPlus webpage. Disponible en: <https://energyplus.net/weather/sources#TMY3>. Consultado el 18.07.2016.

- El software debe ser capaz de ingresar datos climáticos horarios por parte del usuario, en algún formato de texto separado por comas.

2. Estándares prescriptivos establecidos en la subcategoría 2.2. del presente documento, los cuales hacen referencia a :

- Asoleamiento, según macrozonas de Chile
- Protecciones solares, según macrozonas de Chile
- Porcentajes de ventanas por orientación según macrozonas de Chile

- Transmitancia térmica de envolvente opaca y transparente según zona térmica
- Protecciones solares
- Inercia térmica según zona térmica

3. Cargas internas:

- **Cargas térmicas asociadas a iluminación:** Serán las mismas potencias máximas instalables indicadas en la Tabla 2.30: Densidades de Potencia en Iluminación.
- **Cargas térmicas asociadas a equipos:** Se considerarán las cargas térmicas asociadas a los equipos eléctricos con mayor presencia en las viviendas, y que tienen un mayor porcentaje de utilización. Los equipos a considerar y sus cargas son las definidas en la la Tabla 2.3.

TABLA 2.3: CARGAS TÉRMICAS ASOCIADAS A EQUIPOS

EQUIPO	CANTIDAD	CARGA	UNIDAD
Refrigerador	1 por vivienda	250	[W]
Televisión	1 cada 40	50	[W]
Computador	1 por vivienda	200	[W]

Fuente: Ministerio de Energía, top-ten.cl

- **Cargas asociadas a ocupación:** Las cargas térmicas asociadas serán de 100 [W] por persona, cuyas variaciones horarias se describen en la la Tabla 2.5. y la cantidad de personas se estimará de acuerdo a la Tabla 2.4.

TABLA 2.4: NÚMERO DE PERSONAS CONSIDERADAS PARA UNA VIVIENDA, EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE DORMITORIOS.

Nº DE DORMITORIOS	1	2	3	4	5	>5
Nº de personas	1,5	3	4	6	6	Igual al número de dormitorios.

Fuente: Decreto 331. 2010. Reglamento de la Ley 20.365

- **Perfil de las cargas térmicas:** El horario de utilización de las viviendas, y los porcentajes de carga aplicados se muestran en la la Tabla 2.5.

**TABLA 2.5.:
PORCENTAJE DE CARGAS HORARIAS A CONSIDERAR PARA LAS CARGAS TÉRMICAS DE LA VIVIENDA**

HORA	DÍA DE SEMANA / LABORAL			FINES DE SEMANA / DÍAS FESTIVOS		
	ILUMINACIÓN	ARTEFACTOS	OCUPACIÓN	ILUMINACIÓN	ARTEFACTOS	OCUPACIÓN
01:00	0%	28%	67%	0%	28%	67%
02:00	0%	28%	67%	0%	28%	67%
03:00	0%	28%	67%	0%	28%	67%
04:00	0%	28%	67%	0%	28%	67%
05:00	0%	28%	67%	0%	28%	67%
06:00	0%	28%	67%	0%	28%	67%
07:00	71%	62%	67%	0%	28%	67%
08:00	47%	62%	83%	76%	42%	67%
09:00	0%	57%	35%	38%	58%	78%
10:00	0%	28%	0%	38%	92%	78%
11:00	0%	28%	0%	38%	92%	33%
12:00	0%	28%	0%	0%	28%	33%
13:00	0%	28%	0%	0%	28%	0%
14:00	0%	28%	0%	0%	28%	0%
15:00	0%	28%	0%	24%	28%	0%
16:00	0%	28%	0%	24%	28%	33%
17:00	0%	28%	0%	47%	42%	33%
18:00	24%	37%	35%	47%	64%	53%
19:00	47%	70%	58%	47%	92%	53%
20:00	94%	70%	100%	47%	92%	33%
21:00	100%	120%	100%	47%	92%	33%
22:00	100%	103%	100%	47%	92%	33%
23:00	94%	62%	83%	47%	92%	33%
00:00	61%	28%	67%	47%	92%	33%

Fuente: Adaptado de la la Tabla 6 "Energy input for typical households "Patterns of Residential Occupancy (Johnson, 1981).

4. Otros

- **Nivel de infiltraciones:** Se considerará un nivel de infiltraciones de 1 renovación de aire por hora.
- **Temperaturas de confort:** Las temperaturas de confort para el cálculo de la demanda serán las indicadas en la la Tabla 1.10 del numeral 1.1.3 "Confort Higrotérmico" de la Categoría Salud y Bienestar del presente documento.
- **Equipos de calefacción y refrigeración:** Siempre los espacios deberán ser simulados con los equipos de calefacción y refrigeración operando para alcanzar las temperaturas de confort. Se simulará el funcionamiento de los equipos de calefacción y refrigeración con una banda de temperatura de 0° con respecto a las temperaturas de confort.
- **Ventanas:** Los elementos de sombreado de ventana de uso manual no serán modelados. Los elementos permanentes de sombreado como soleras deberán ser modelados.

• Factor de adosamiento:

Como información de apoyo para un diseño de menor demanda tanto en calefacción como en enfriamiento se recomienda revisar el concepto de "Factor de adosamiento" que se describe en "Notas" del presente numeral.

• Informe de comportamiento "energi-térmico" de la vivienda:

Desarrollar un informe de simulación energí-térmica, que deberá contener el detalle de inputs considerados en la simulación, resultados de demandas solicitadas, planos y especificaciones correspondientes.

• Checklist N°2:

Completar el Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de lo requerido en etapa de diseño.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Completar el Checklist N°2B, para verificar la calidad de la construcción, en cuanto lo requerido en la etapa de diseño.
- Llevar a cabo una Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6, del presente documento), que demuestre el cumplimiento de lo requerido en las especificaciones técnicas. Esta debe contar con fotografías de las partidas correspondientes, con las fechas en las que fueron tomadas. Esta bitácora debe ser validada por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante en el libro de obras. Su fin es llevar un registro de inspección de las partidas más relevantes, para cumplimiento de los estándares constructivos con enfoque térmico, tales como, aislamiento y hermeticidad.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:**d. Monitoreo:**

- Al año de operación, se debe desarrollar un informe que presente el monitoreo mensual de consumo de energía para calefacción y enfriamiento del primer año de operación, demostrando el cumplimiento de lo propuesto en la etapa de diseño.
- Para llevar a cabo el monitoreo refiérase a metodología del numeral 2.4.1 “Sistema de medición y monitoreo” del presente documento.

EVIDENCIA REQUERIDA**EN ETAPA DE DISEÑO:****a. Reducción de demanda en calefacción****b. Reducción de demanda en enfriamiento:**

- Checklist N°2a, para Verificar el cumplimiento de la directriz. Este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante, y debe contar con los siguientes documentos, en caso que corresponda:
 - Informe de comportamiento energo-térmico de la vivienda.
 - Planos de arquitectura.
 - Especificaciones técnicas.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:**c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:**

- Checklist N°2B, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante.
- Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6, del presente documento), válida por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante, en el libro de obras.
- En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:**d. Monitoreo:**

- Checklist N°2c, para verificar después de un año de operación el cumplimiento de la directriz, válida por el mandante y que cuente con los siguientes documentos en caso que corresponda:
 - Informe de monitoreo mensual de consumo de energía para calefacción y enfriamiento por un año.
 - Control sobre mantención periódica de los sistemas de calefacción y enfriamiento, según lo solicitado en el Anexo 5.4, numeral 3. Energía “2.2. Control sobre Mantención Periódica de Sistemas de Calefacción, Agua Caliente Sanitaria y Enfriamiento”.
 - Aprobación y verificación del numeral 1.3.1. “Manual del Usuario de la Vivienda”.

NOTAS**• Factor de Adosamiento:**

Uno de los criterios de diseño que influyen en la reducción demanda de calefacción y de enfriamiento de una edificación es la cantidad de envolvente en contacto con el exterior, ya que a menor cantidad de superficie expuesta al exterior menor pérdida y/o ganancia de energía para controlar temperaturas internas. Este criterio de diseño debe que considerar medidas que eviten el sobrecalentamiento en los climas que exista este riesgo. Algunas medidas de control de sobrecalentamiento son: protecciones solares y ventilación para enfriamiento de los recintos.

Por lo tanto, como información referencial para diseñar viviendas con menor demanda en calefacción y refrigeración, se muestra en la la Tabla 2.6, sobre porcentajes de reducción de demanda de energía aproximados, para calefacción y refrigeración, en función de la cantidad de lados adosados a otras edificaciones. Esta información es de carácter referencial y solo es útil para apoyar la toma de decisiones en la primera etapa del diseño de una vivienda, pero no excluye la exigencia de simular la vivienda, según lo descrito en la metodología de la directriz “a” del presente numeral.

TABLA 2.6.: PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE DEMANDA EN FUNCIÓN DEL FACTOR DE ADOSAMIENTO

FACTOR DE ADOSAMIENTO	VIVIENDA AISLADA	VIV. PAREADA	DEP. MEDIA ALT	DEP. ALTURA
Factor de reducción de demanda	1	0,77	0,52	0,17

Fuente: Elaboración propia, basado en estudio sobre rangos de confort térmico y riesgos de sobrecalentamiento (Bustamante, 2015).

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- A la fecha de la presente publicación no existen requerimientos reglamentarios sobre desempeño energético óptimo para las viviendas en Chile.

DEFINICIONES

- **Demanda de calefacción y enfriamiento:** Energía estimada para suplir la diferencia entre pérdidas y ganancias de calor en períodos fríos o calurosos del año, considerando los fenómenos térmicos que se dan en una vivienda (basado en Bustamante, 2009).
- **Consumo energético de calefacción y enfriamiento:** Cantidad de energía utilizada para satisfacer la demanda energética para calefacción o refrigeración, dependiendo del rendimiento del sistema de clima. (Bustamante, 2009).
- **Método prescriptivo:** método que fija reglas o estándares mínimos o máximos para elementos en un edificio, entre los que se destacan para este caso, valores de transmitancia térmica para diferentes elementos de la envolvente, tasas de infiltración o requisitos de eficiencia para los sistemas mecánicos, tales como calentadores de agua y equipos de climatización (adaptado de AHFC, 2011).

REFERENCIAS

- AHFS, 2011. Comparative Analysis of Prescriptive, Performance-Based, and Outcome-Based Energy Code Systems, Alaska Housing Finance Corporation. US. Disponible en: https://www.ahfc.us/files/9013/5754/5384/cascadia_code_analysis_071911.pdf. Consultado el 19.07.16.
- ASHRAE, 2007. Norma ANSI/ASHRAE 90.1, 2007. Energy Standard for Buildings Except Low Rise Residential Buildings.
- Bustamante, 2009. Guía de Diseño para la Eficiencia energética en la Vivienda Social. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Bustamante, 2015. Estudio sobre rangos de confort térmico y riesgo de sobrecalentamiento en el contexto de la aplicación de nuevos estándares de desempeño térmico en viviendas. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile.
- ISO, 2008. Norma ISO 13790:2008, Cálculo del consumo de energía para calefacción y enfriamiento de espacios.
- Johnson, 1981. Patterns of Residential Occupancy. National Research Council of Canada, Division of Building Research.
- Minería, 2010. Decreto 331. Reglamento de la Ley N°20.365, que establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos.

2.1.2. SISTEMA DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS EN CHILE

OBJETIVO

Promocionar la eficiencia energética en la edificación residencial mediante la entrega de información objetiva por parte de los propietarios primeros vendedores a los potenciales compradores, sobre el comportamiento energético de las viviendas en calefacción, iluminación y uso de agua caliente.

DIRECTRICES

Para cumplir con el estándar en construcciones nuevas, ampliaciones y alteraciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Reducción de demanda y consumo energético.

- Hasta 2019: Se requiere una pre-calificación mínima de C para demanda de Arquitectura y de Consumo total de Energía.
- A partir del 2020: Se requiere una pre-calificación mínima de B para demanda de Arquitectura y de Consumo total de Energía.
- Cumplir como mínimo con los estándares indicados en la sub-Categoría 2.2 “Método Prescriptivo”.
- Cumplir con las demandas de calefacción indicadas en la directriz “a” del numeral 2.1.1, de la presente Categoría.
- Si la obligación reglamentaria fuese igual o superior a lo establecido en la presente directriz, se deberá mejorar el requerimiento a la siguiente letra más exigente.

b. Sobrecalentamiento

- En caso que el Indicador de Sobrecalentamiento de la CEV indique que existe riesgo de sobrecalentamiento, se deberá cumplir con los requerimientos de enfriamiento de la directriz “a” del numeral 2.1.1, Desempeño Energético Eficiente.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa



de diseño en obra, con respecto a Especificaciones Técnicas de la envolvente, equipos y características físicas de la arquitectura.

- Obtener Calificación Energética de Vivienda en letra igual o superior a la indicada en la pre calificación.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Monitoreo:

- Verificar, al año de operación, que el desempeño energético de la vivienda sea acorde a lo proyectado en la etapa de diseño mediante monitoreo de consumos de energía para climatización, iluminación y agua caliente sanitaria.

METODOLOGÍA

Solo aplica para proyectos de construcción nueva. Una vez que entre en vigencia la Calificación Energética para vivienda usada, aplicará para todo tipo de viviendas.

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Reducción de demanda y consumo energético

- **Especificaciones técnicas:** Las que deben contar con el detalle de la envolvente térmica de la envolvente opaca y transparente. Esto corresponde a valores de transmitancia de envolvente, masa térmica, relación entre superficie vidriada y opaca y porcentaje de ventanas por orientación, entre otros.
- **Planimetría:** Planos de arquitectura y detalles, a escala, que demuestren cumplimiento de lo establecido en las Especificaciones Técnicas y en el Informe de Precalificación.
- **Herramienta de cálculo de la Calificación Energética de Viviendas:** desarrollar los cálculos requeridos en la herramienta de cálculo del Sistema de Calificación Energética de Viviendas, disponible en: <http://calificacionenergetica.Minvu.cl/evaluacion-de-viviendas/>. Consultado el 18.07.2016. Los cálculos se basan en la metodología explicada en el Manual para la Calificación Energética de Viviendas en Chile. Disponible en: <http://calificacionenergetica.Minvu.cl/media/Resoluci%C3%B3n-Ex.-8016-13.11.13-aprueba-manual-CEV.pdf> Consultado el 18.07.2016.
- **Informe de Precalificación:**

Informe de evaluación de la eficiencia energética, otorgado por el Sistema de Calificación Energética de Viviendas, completado por evaluador energético acreditado.

Adicionalmente, se deberá demostrar que este informe cumple con los requerimientos prescriptivos de la sub Categoría 2.2 “Método Prescriptivo”.

• Checklist N°2:

Completar el Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de lo requerido en la etapa de diseño.

b. Sobrecalentamiento

- En caso que el Informe de Precalificación indique riesgo de sobrecalentamiento, se deberá demostrar cumplir con las medidas de enfriamiento, según lo señalado en la metodología de la directriz “a” del numeral 2.1.1, Desempeño Energético Eficiente.



Ilustración N°2

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Completar el Checklist N°2B, para verificar que la calidad de la construcción, en cuanto a lo requerido en la etapa de diseño, este documento debe ir firmado por el Arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante.
- Llevar a cabo una Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6, del presente documento), que demuestre el cumplimiento de lo requerido en las especificaciones técnicas. Esta debe contar con fotografías de las partidas correspondientes, con las fechas en las que fueron tomadas. La Bitácora debe ser válida por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante en el libro de obras. El fin de la bitácora es llevar un registro de inspección de las partidas más relevantes para el cumplimiento de los estándares constructivos con enfoque térmico, tales como, aislamiento y hermeticidad.

Ilustración N°2:
Logotipo Calificación Energética

- Una vez recepcionada la obra se gestionará la Etiqueta de Calificación Energética definitiva, otorgado por el Sistema de Calificación Energética de Viviendas, por medio de un evaluador energético acreditado.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Monitoreo:

- Al año de operación, desarrollar un informe de monitoreo de consumo de energía para climatización, iluminación y agua caliente sanitaria de los primeros doce meses de operación, que demuestre cumplimiento de lo propuesto en la etapa de diseño.
- Para llevar a cabo el monitoreo refiérase a metodología del numeral 2.4.1. “Sistema de medición y monitoreo” del presente documento.

EVIDENCIA REQUERIDA

ETAPA DE DISEÑO:

- Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de la directriz, este debe ir firmado por el Arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos para las siguientes directrices:

e. Reducción de demanda y consumo energético.

- Copia de la Etiqueta de Pre Calificación e informe de evaluación de eficiencia energética otorgado por el Sistema de Calificación Energética de Viviendas completado por un evaluador energético acreditado.
- Planos de Arquitectura, según metodología.
- Especificaciones Técnicas, según metodología.
- Informe de Precalificación.

f. Sobre calentamiento

- En caso que aplique según metodología, referirse a documentación solicitada en la directriz “a” del numeral 2.1.1, Desempeño Energético Eficiente.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

g. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2B, para Verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos, cuando corresponda:
 - Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento) validada por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
 - Etiqueta de Calificación
 - Informe de evaluación de eficiencia energética otorgado por el Sistema de Calificación Energética de Viviendas.
- En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

h. Monitoreo:

- Checklist N°2C, para verificar al año de operación, el cumplimiento de la directriz, validada por el mandante y que cuente con los siguientes documentos en caso que corresponda:
 - Informe de monitoreo mensual de consumo de energía para calefacción, enfriamiento, iluminación y agua caliente por un año.
 - Control sobre mantenimiento periódico de los sistemas de calefacción y enfriamiento, según lo solicitado en el Anexo 5.4, numeral 3. Energía “2.2. Control sobre mantenimiento periódico de sistemas de calefacción, agua caliente sanitaria y enfriamiento”.
 - Aprobación y verificación del numeral 1.3.1. “Manual del Usuario de la Vivienda”, que incluyan lo solicitado por las directrices.

NOTAS

- No aplica.



CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- A la fecha de la presente publicación, el sistema de la Calificación Energética tiene carácter voluntario, con una proyección a convertirse en un requerimiento obligatorio para Recepción Final en el mediano plazo.

DEFINICIONES

- **Calificación energética de una vivienda:** procedimiento destinado a determinar el nivel de eficiencia energética de una vivienda que ha sido evaluada en virtud de su requerimiento de energía. La calificación energética constituye una estimación teórica y comparativa de la vivienda respecto de una vivienda de referencia, la que se determinará en siete (7) niveles que se expresarán desde la letra A, que se asignará a aquellas viviendas de mayor eficiencia, hasta la letra G, para aquellas de menor eficiencia.

REFERENCIAS

- MINVU, 2013a. Manual para la Calificación Energética de Viviendas en Chile. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Chile. Disponible en: <http://calificacionenergetica.Minvu.cl/media/Manual-CEV2-2.0.pdf>. Consultado el 18.07.2016.
- MINVU, 2013. Herramienta de cálculo de la Calificación Energética de Viviendas. disponible en: <http://calificacionenergetica.Minvu.cl/evaluacion-de-viviendas/>. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Chile. Consultado el 18.07.2016.
- INN, 2014. NCh 853:2014 Componentes y elementos para la edificación - Resistencia térmica y transmitancia térmica - Método de cálculo.

2.2. MÉTODO PRESCRIPTIVO

2.2.1. ASOLEAMIENTO

OBJETIVO

Reducir el consumo energético en calefacción y enfriamiento, mejorar el confort térmico interno y evitar problemas de condensaciones y hongos en superficies frías, a través del diseño pasivo.

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar mínimo para construcciones nuevas, alteraciones y ampliaciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

Cumplir con al menos dos de las siguientes directrices:

a. Acceso de radiación directa en solsticio de invierno:

- En solsticio de invierno, asegurar que al menos el 90% de los recintos habitables reciban radiación directa, al menos una hora al día. Se deberán considerar en el análisis de asoleamiento los edificios u objetos que puedan generar sombra a 50 m de las fachadas norte, oriente y poniente.

b. Porcentajes de ventanas por orientación:

- La sumatoria de fachadas vidriadas oriente y poniente deben ser 50% menores que la sumatoria de las superficies vidriadas norte. Para fachadas sur, se deberá cumplir con lo señalado en la Tabla 2.13. del numeral 2.2.3. Envoltente transparente eficiente, de la presente Categoría.

c. Protecciones solares:

- Desde el Trópico de Capricornio para el norte: Asegurar que al menos el 90% de las superficies vidriadas sur estén sombreadas a medio día solar del solsticio de verano y que el 90% de las superficies vidriadas norte estén sombreadas a medio día solar de los equinoccios de primavera y verano.
- Desde el Trópico de Capricornio para el sur: Asegurar que al menos el 90%



de las superficies vidriadas norte estén sombreadas a medio día solar del solsticio de verano.

d. Relación con el entorno:

- Asegurar que el edificio o vivienda proyectada respete la directriz “a” del presente numeral, de las edificaciones de su entorno.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño en obra.

ETAPA DE OPERACIÓN:

f. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño.

METODOLOGÍA:

EN ETAPA DE DISEÑO:

Para verificar el cumplimiento de las directrices de diseño se deberá llevar a cabo un “Estudio de Asoleamiento”, el que debe usar como referencia el ángulo de inclinación solar (altura solar) del solsticio de invierno y verano en cada región, según se indica en la Tabla 2.7.

TABLA 2.7.: INCLINACIÓN SOLAR REFERENCIAL, A MEDIO DÍA SOLAR, PARA SOLSTICIOS DE INVIERNO Y VERANO, EN LAS CAPITALES DE LAS 15 REGIONES DE CHILE.

REGIÓN	CIUDAD	SOLSTICIO INVIERNO	SOLSTICIO VERANO
Región de Arica y Parinacota	Arica	48°	83,1°
Región de Tarapacá.	Iquique	46,2°	84,1°
Región de Antofagasta	Antofagasta	44,2°	85,3°

REGIÓN	CIUDAD	SOLSTICIO INVIERNO	SOLSTICIO VERANO
Región de Atacama	Copiapó	39,3°	83,9°
Región de Coquimbo	La Serena	36,5°	82,5°
Región de Valparaíso.	Valparaíso	33,2°	80°
Región Metropolitana.	Santiago	33°	79,1°
Región del O'Higgins	Rancagua	32,3°	78,5°
Región del Maule	Talca	31°	77,5°
Región del Biobío	Concepción	29,8°	76,3°
Región de la Araucanía,	Temuco	29°	74,5°
Región de los Ríos	Valdivia	26,7°	73,5°
Región de los Lagos	Puerto Montt	25°	71,8°
Región de Aysén	Coyhaique	20,8°	67,6°
Región de Magallanes.	Punta Arenas	13,3°	60°

Fuente: Elaboración propia, basada en <http://www.sunearthtools.com/>

Para cada una de las directrices, el estudio de asoleamiento requerirá los siguientes documentos:

a. Acceso de radiación directa en solsticio de invierno:

- Plano de emplazamiento del proyecto, a escala máxima 1:500, considerando edificaciones u objetos que puedan generar sombra a 50 m. de las fachadas norte, oriente y poniente.
- Corte de los recintos habitables (escala máxima 1:100), que cuenten con ingreso de radiación solar directa en solsticio de invierno, indicando claramente inclinación solar y horario de ingreso correspondiente.
- Planos de planta de la unidad de vivienda, a escala máxima 1:200, con el asoleamiento proyectado en el interior de los recintos habitables, de acuerdo a lo indicado en los cortes de asoleamiento y destacando horario de ingreso de radiación correspondiente.

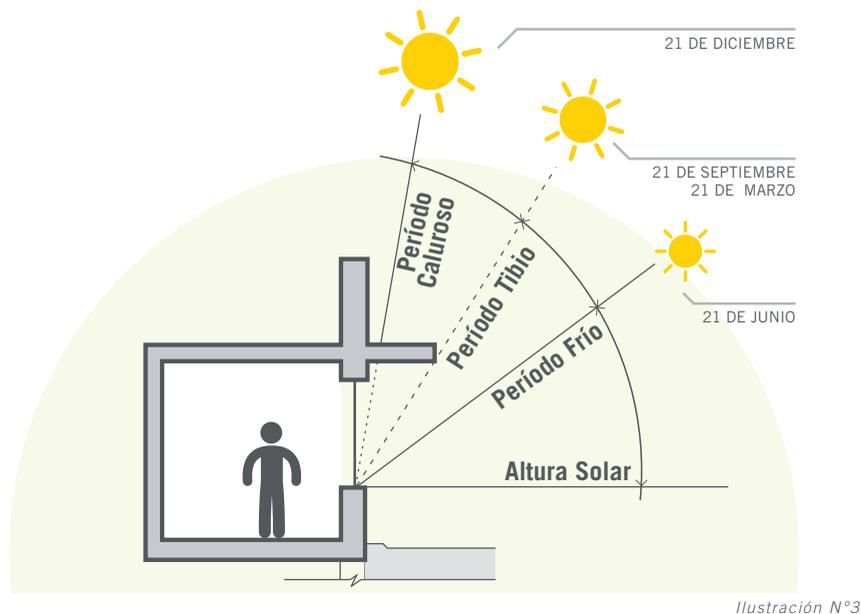


Ilustración N°3

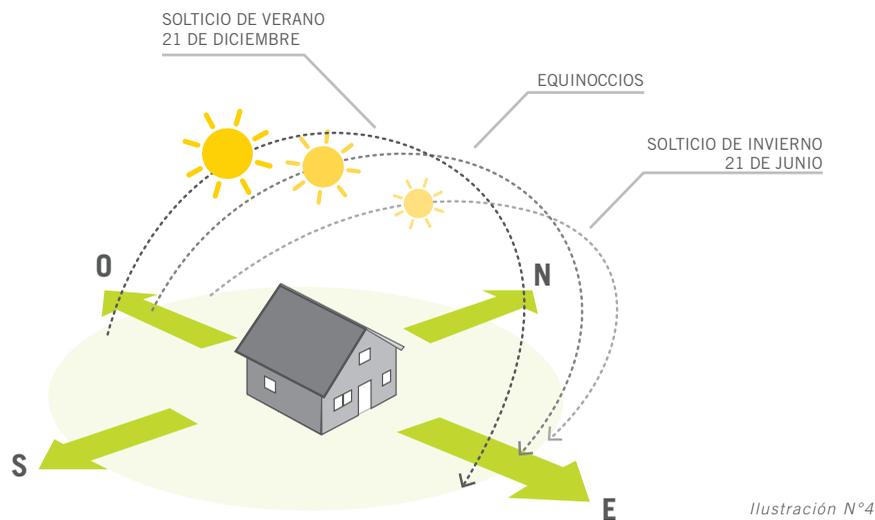


Ilustración N°4

Ilustración N°3:
Período de sobrecalefacciónIlustración N°4:
Porcentajes de ventanas por orientación**b Porcentajes de ventanas por orientación:**

- Desarrollar y presentar planos de elevaciones de la edificación, a escala máxima 1:100, y un cuadro que indique área de superficies vidriadas por orientación.

c. Protecciones solares:

- En solsticio de verano, asegurar que al menos el 90% de las ilustraciones vidriadas norte estén sombreadas a las 13:00 hrs. del día.
o Corte de los elementos vidriados que dan al norte, a escala máxima 1:100, indicando claramente inclinación solar a las 13:00 hrs. del día del solsticio de verano.
- Plano de planta de la unidad de vivienda, a escala máxima 1:200, con el sombreadamiento proyectado en los recintos habitables de orientación norte, a las 13:00 hrs. del día del solsticio de verano, de acuerdo a lo indicado en los cortes de los elementos vidriados.

d. Relación con el entorno:

- Plano de emplazamiento del proyecto, a escala máxima 1:500, considerando edificaciones a un radio de 50 m. desde cada fachada exterior del edificio o vivienda proyectada, con las sombras arrojadas en los siguientes tres horarios: 10:00 hrs., 13:00 hrs. y 16:00 hrs.
- Para validar el punto anterior, se deberán presentar los perfiles del edificio o vivienda proyectada, en orientaciones norte-sur y oriente-poniente, a escala máxima 1:200, que esboce las inclinaciones solares correspondientes a los horarios indicados en el punto anterior.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:**e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:**

- Llevar a cabo una Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6, del presente documento), que demuestre el cumplimiento de lo requerido en la directriz, con respecto a los porcentajes de áreas vidriadas por orientación, protecciones solares, relación con edificios cercanos, etc.. Esta debe contar con fotografías de las partidas correspondientes y con las fechas en las que fueron tomadas. Esta bitácora debe ser validada por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante en el libro de obras. Su fin es llevar un registro de inspección de las partidas más relevantes para cumplimiento de los estándares constructivos.
- Por medio de inspección visual y fotografías en los horarios pertinentes, verificar que el asoleamiento de la vivienda corresponde al proyectado en la etapa de diseño.

ETAPA DE OPERACIÓN:

f. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Por medio de inspección visual y fotografías en los horarios pertinentes, verificar después de un año de operación, que el asoleamiento de la vivienda corresponde al proyectado en la etapa de diseño.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

- Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos para las siguientes directrices:

a. Acceso de radiación directa en solsticio de invierno:

- Memoria de proyecto, según lo solicitado en el Anexo 6.2 del presente documento, que incluya:
 - Estudio de asoleamiento con:
 - Plano de emplazamiento del proyecto.
 - Planos de planta y cortes según se indica en metodología.
 - También puede ser demostrado por medio de imágenes gráficas de simulaciones dinámicas, en los horarios solicitados en la directriz. Para lo cual se deben utilizar simuladores de iluminación natural del “The Building Energy Software Tools Directory”.

b. Porcentajes de ventanas por orientación

- Planos y elevaciones indicando claramente distribución de porcentajes de ventanas por orientación y protecciones solares.
- Planos con detalle de ventanas, indicando número y tipo de elemento vidriado, además de características técnicas de las ventanas, tales como: tipo de marco, tipo de vidrio, transmitancia térmica, etc..
- Especificaciones técnicas ventanas.

c. Protecciones solares

- Plano de detalle de elementos de sombreado.
- Especificaciones Técnicas de elementos de sombreado.

d. Relación con el entorno

- Memoria de proyecto según lo solicitado en el Anexo 6.2 del presente documento, que incluya:
 - Plano de emplazamiento del proyecto, según metodología.
 - Perfiles norte-sur y oriente-poniente, según metodología.
 - También puede ser demostrado por medio de imágenes gráficas de simulaciones dinámicas, en los horarios solicitados en la directriz. Para lo cual se deben utilizar simuladores de iluminación natural del “The Building Energy Software Tools Directory”.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2B, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el Arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos en caso que corresponda:
 - Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento) validada por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
 - En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

f. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2C, para verificar después de un año de operación, se cumple con las directrices propuestas en diseño, este documento debe estar validado por el mandante.
 - Verificar existencia de “Manual del Usuario de la Vivienda”
 - Control sobre mantención de las superficies vidriadas y protecciones solares.

NOTAS:

- The Building Energy Software Tools Directory, publica el listado de los simuladores válidos para iluminación natural y artificial entre otros, Disponible en: http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/. Consultado el 12.08.16.



CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- A la fecha de la presente publicación no existen instrumentos reglamentarios a nivel nacional que regulen el acceso a asoleamiento de las viviendas. La O.G.U.C. en su artículo 4.1.2, solo cuenta con un requerimiento para acceso de luz natural y ventilación. Sin embargo, existe un requerimiento de asoleamiento para las viviendas sociales de la Quinta Región en el “Itemizado Técnico de Construcción Regional para el Programa Fondo Solidario de Elección de Vivienda”, Resolución 1005, 2015.

DEFINICIONES:

- **Diseño pasivo:** método utilizado en Arquitectura con el fin de obtener edificios que logren su acondicionamiento ambiental mediante procedimientos naturales. Utilizando el sol, las brisas y vientos, las características propias de los materiales de construcción, la orientación, entre otras
- **Protección solar móvil:** Protecciones solares que permitan impedir el ingreso de la radiación solar solo en los horarios que el usuario lo requiera.

REFERENCIAS

- SERVIU, 2015. Resolución 1005, 2015, Itemizado técnico de construcción regional para programa fondo solidario de elección de vivienda. Región de Valparaíso, Chile.
- USGBC, 2013. LEED v4 for Homes Design and Construction, Energy and Atmosphere Credit: Building Orientation for Passive Solar.

2.2.2. ENVOLVENTE OPACA EFICIENTE

OBJETIVO

Reducir el consumo energético en climatización y mejorar el confort térmico de las viviendas, a través de altos estándares de aislación e inercia térmica logrando una envolvente que responda a las exigencias climáticas del entorno.

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar mínimo para construcciones nuevas, alteraciones y ampliaciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Indicador de aislación térmica

- Cumplir con las transmitancias descritas en la Tabla 2.8. para los diferentes elementos de la envolvente, en las distintas zonas térmicas de Chile. Una vez que estos valores sean obligatorios se deberá lograr una mejora de un mínimo de 10% por sobre los valores anteriormente referidos.

b. Indicador de masa térmica:

- Respetar el estándar mínimo de masa térmica indicado en la Tabla 2.9, de manera de velar por un óptimo desempeño energético de la vivienda.

c. Puentes térmicos:

- Op.1.: Evitar puentes térmicos.
- Op.2.: En caso de existir puentes térmicos, estos no deberán tener una transmitancia térmica mayor al doble de la transmitancia del elemento al que pertenecen.

d. Desempeño energético eficiente

- Cumplimiento de la directriz “a” del numeral 2.1.1. del presente documento.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, fortaleciendo la inspección de obras sobre las partidas vinculadas a la presente directriz.



ETAPA DE OPERACIÓN:**f. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:**

- Verificar al año de operación cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño enfocados a que la vivienda conserve la calidad térmica de la envolvente.

METODOLOGÍA**ETAPA DE DISEÑO:****a. Indicador de aislación térmica:**

- Para determinar los valores de transmitancia térmica (U), se podrá utilizar alguno de los siguientes métodos:
 - i) Certificado de ensayo de la solución constructiva, emitido por un laboratorio nacional o internacional.
 - ii) Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del Minvu.
 - iii) Cálculo según normas que se indican en la referencia.

TABLA 2.8.: VALORES-DE TRANSMITANCIA TÉRMICA U [W/(M²K)] Y RESISTENCIA TÉRMICA (R100)

ZONA TÉRMICA ²	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Techos	0.84	0.47	0.47	0.38	0.33	0.28	0.25	0.25	0.25
Muros	2.10	0.80	0.80	0.80	0.60	0.45	0.40	0.35	0.35
Pisos ventilados	3.60	0.70	0.87	0.70	0.60	0.50	0.39	0.39	0.32
Pisos sobre terreno -R100 [(m²K)/W]*100	---	45	45	45	45	91	91	91	91
Puertas	---	2,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7

Fuente: Propuesta de actualización de la reglamentación térmica, Art. 4.1.10 de la OGUC. 2016.

2 La zonificación térmica se encuentra descrita en Anexo 2.1.

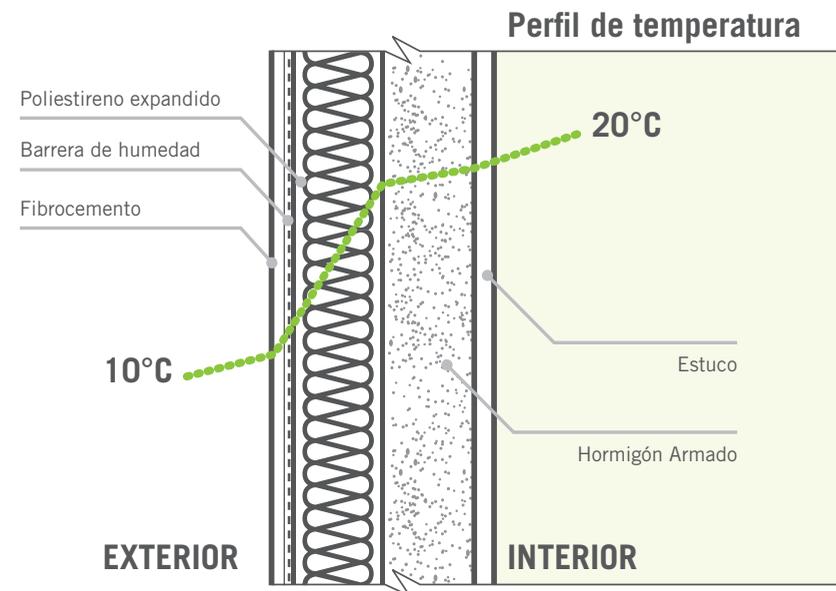


Ilustración N°5

- Se deberá entregar un informe con los cálculos de transmitancia de los diferentes elementos.
 - Las zonas térmicas están detalladas en el Anexo 2.1.
 - Valores de conductividad se podrán obtener de las Tablas indicadas en el Anexo 2.2.

b. Indicador de Masa Térmica:

- La forma de obtener el indicador de “Masa Térmica” es calculando la capacidad calorífica del o los elementos. Este cálculo debe considerar la sumatoria de todas las capas del elemento, partiendo de la superficie que está en contacto con el aire interior de la edificación y terminando bajo cualquiera de las siguientes condiciones:
 1. Si el total de espesor de las capas excede los 100 mm.
 2. Si se alcanza el punto medio de la construcción.
 3. Si se alcanza una capa de aislación (definida con conductividad $\leq a$

Ilustración N°5:
Efecto térmico de la aislación por el exterior del muro.

0,08 W/mK. Este último es muy importante, ya que en caso de haber aislación por el interior de la vivienda, se reduce considerablemente el efecto de la capacidad calorífica del material que está al exterior.

ECUACIÓN 2.1.: PARA EL CÁLCULO DE CAPACIDAD CALORÍFICA:

$$x = \Sigma(\rho_i \times c_i \times d_i) / 1000$$

Donde:

x : capacidad calorífica del elemento constructivo

ρ_i : densidad del material de la capa i del elemento constructivo [kg/m³]

c_i : calor específico del material de la capa i del elemento constructivo [J/kgK]

d_i : espesor de la capa i del elemento constructivo [m]

- Se podrá calcular la capacidad calorífica de la solución constructiva a partir de la siguiente ecuación:
- Los valores de calor específico de materiales o soluciones constructivas se podrán obtener de las Tablas del Anexo 2.2.

TABLA 2.9.: VALORES PARA PARÁMETROS DE MASA TÉRMICA (PMT).

ÍNDICE DE MASA TÉRMICA		CAPACIDAD CALORÍFICA (KJ/M ² K)
L	Liviano	0 - 70
M	Mediano	70 - 200
P	Pesado	200 - 400

Fuente: Elaboración propia, basada en " Estudio sobre rangos de confort térmico y riesgo de sobrecalentamiento en el contexto de la aplicación de nuevos estándares de desempeño térmico en viviendas" (Bustamante, 2015)

- Una vez que se obtenga la capacidad calorífica, se verificará su Índice de Masa Térmica según la información de la la Tabla 2.9.

TABLA 2.10.: EJEMPLOS DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS Y SU ÍNDICE DE MASA TÉRMICA.

ÍNDICE DE MASA TÉRMICA		SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA DE MUROS
L	Liviano	Tabiquería en madera o perfilería metálica
M	Mediano	Albañilería de ladrillo de 140 mm de espesor
P	Pesado	Muros de hormigón armado de 200mm de espesor.

Fuente: Elaboración propia, basada en " Estudio sobre rangos de confort térmico y riesgo de sobrecalentamiento en el contexto de la aplicación de nuevos estándares de desempeño térmico en viviendas" (Bustamante, 2015)

- Como referencia se muestran ejemplos de soluciones constructivas y su Índice de Masa Térmica.

TABLA 2.11.: MASA TÉRMICA MÍNIMA NECESARIA POR ZONA TÉRMICA.

ZONA TÉRMICA	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Índice mínimo de Masa térmica	L	M	L	M	L	L	L	P	L

Fuente: Elaboración propia, basada en " Estudio sobre rangos de confort térmico y riesgo de sobrecalentamiento en el contexto de la aplicación de nuevos estándares de desempeño térmico en viviendas" (Bustamante, 2015)

- Una vez verificado el Índice de Masa Térmica, se verificará si cumple con el índice solicitado para la zona térmica correspondiente.
 - Se deberá entregar un informe con los cálculos de Índice de Masa Térmica de los diferentes elementos.



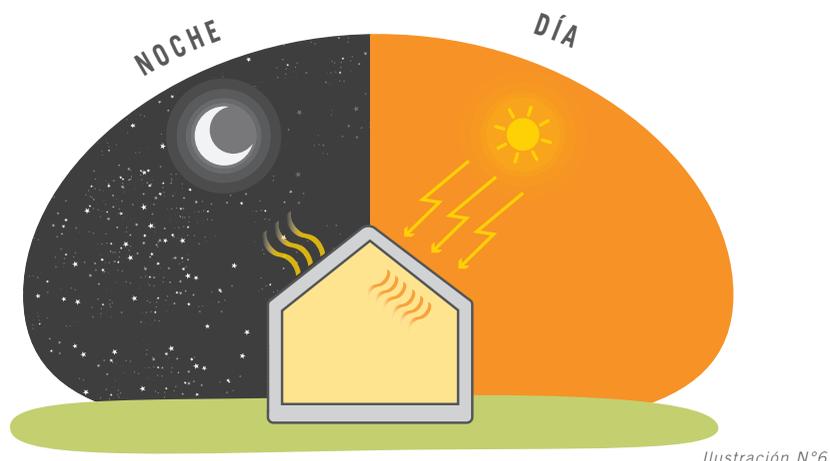


Ilustración N°6

c. Puentes térmicos:

- Para el cálculo se deberán seguir los procedimientos indicados en las normas NCh 2136-1 y NCh 3368, que se indican en referencia.

Informe de cálculo de transmitancias térmicas de los puentes térmicos de toda la envolvente, el informe debe contar con la firma del profesional responsable y debe demostrar cumplimiento de la directriz.

- Completar el Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de lo requerido en etapa de diseño.

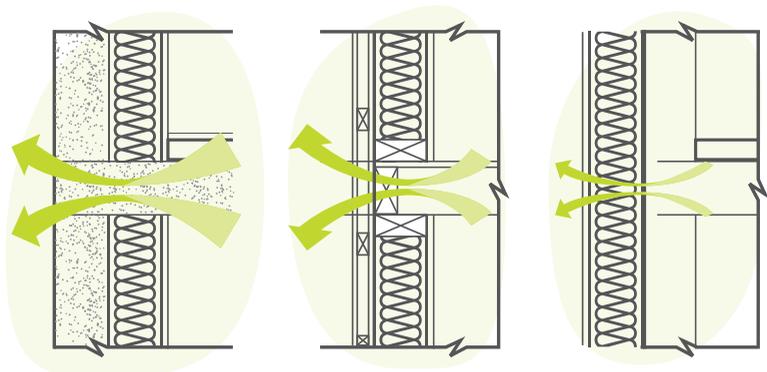


Ilustración N°7

Ilustración N°6:
Efecto de inercia térmica, provocado según niveles o índices de masa térmica.

Ilustración N°7:
1.- Aislación interior muro, pérdidas considerables.
2.- Aislación exterior tabique, pérdidas débiles.
3.- Aislación exterior, pérdidas despreciables.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Completar el Checklist N°2B, para verificar la calidad de la construcción en cuanto a lo requerido en etapa de diseño.
- Llevar a cabo una Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), que demuestre el cumplimiento de lo requerido en la directriz con respecto de la calidad de construcción y montaje de los materiales que velen por un buen comportamiento térmico, específicamente instalación de aislación térmica, calidad de masa térmica, terminaciones en puentes térmicos (revisar detalle checklist N°2b). Ésta debe contar con fotografías de las partidas correspondientes y con las fechas en las que fueron tomadas. La Bitácora debe ser validada por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante en el libro de obras. El fin de la bitácora es llevar un registro de inspección de las partidas más relevantes para el cumplimiento de los estándares constructivos.

ETAPA DE OPERACIÓN:

e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Al año de operación, completar el Checklist N°2C, para verificar que la calidad de la construcción, en cuanto a los indicadores de la presente directriz se mantienen en las mismas condiciones que cuando fue recepcionada la obra.
- Contar con Plan de Mantenimiento y Operación en base a la estructura propuesta en el Anexo 5.4. de la Categoría N°5 Impacto Ambiental del presente documento.
- Verificar que los residentes cuentan con el Manual del Usuario de la Vivienda, según estructura propuesta en numeral 1.3.1. de la Categoría N°1 Salud y Bienestar del presente documento.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

- Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos para las siguientes directrices:

- **Documento requerido para todas las directrices de diseño:**

- Especificaciones Técnicas de la envolvente con sus valores de transmitancia y capacidad calorífica.



a. Indicador de aislación térmica:

- Informe de cálculo de transmitancias térmicas de toda la envolvente, basado en la metodología. El informe debe contar con la firma del profesional responsable.

b. Indicador de masa térmica:

- Informe de cálculo de masa térmica, que debe contar con la firma del profesional responsable.

c. Puentes térmicos:

- Informe de cálculo de transmitancias térmicas de los puentes térmicos de toda la envolvente, que debe contar con la firma del profesional responsable.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:**d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:**

- Checklist N°2B, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante.
- Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento). Este documento debe ir válido por la ITO, por el Arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
- En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:**e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:**

- Checklist N°2C, para verificar al año de operación, que la vivienda ha conservado las características térmicas con las que fue recepcionada incluso en caso que la vivienda haya sufrido modificaciones, adicionalmente se deberá contar con los siguientes documentos.
 - Incorporar control sobre mantención periódica del envolvente eficiente en el Plan de Mantención y operación, según se indica en metodología
 - Verificación de que los residentes cuenten con el “Manual del Usuario de la Vivienda”, según metodología.

NOTAS

- **Ejemplos de Puentes Térmicos:** Sobrecimientos, encuentro muros perimetrales con piso, encuentro muros perimetrales con cielo y/o cubierta, encuentro muros perimetrales con ventanas, estructura tabiquería, estructura de cielo, estructura de cubierta.
- La Zonificación Térmica se indica en el Anexo 2.1. denominado “Zonificación Térmica”, basado en el estudio “Propuesta de actualización Art. 4.1.10 de la OGUC”³ (2013).

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- La reglamentación térmica vigente a la fecha de esta publicación corresponde a la publicada el año 2007 y se encuentra en el Artículo 4.1.10 de la O.G.U.C. Sin embargo, se estima que se publicará en el mediano plazo la tercera actualización de esta reglamentación. En el presente documento se presentan los valores de transmitancia térmica propuestos por la reglamentación mencionada anteriormente.

DEFINICIONES

- **Envolvente térmica:** Elementos perimetrales de las edificaciones que las separan del ambiente exterior (aire, terreno, agua u otro edificio no acondicionado), de un espacio contiguo abierto o un espacio no acondicionado.
- **Puentes térmicos:** Parte de la envolvente térmica de la edificación en que la resistencia térmica uniforme es drásticamente modificada por:
 - a) Penetración total o parcial de la envolvente térmica del edificio por materiales con una conductividad térmica distinta, como elementos estructurales o tuberías de las instalaciones; y/o
 - b) Una diferencia entre las áreas interna y externa, como la que ocurre en las conexiones de muros/pisos/techos y los elementos que conforman los vanos de la edificación.
- **Resistencia térmica total:** Inverso de la transmitancia térmica del elemento. Suma de las resistencias de cada capa especial del elemento. Se expresa en (m²K)/W.
- **Transmitancia térmica, U:** Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del

3 Bustamante W. & Encina F. 2013, Propuesta de actualización art. 4.1.10 de la OGUC. MINVU.



elemento y por grado de diferencia de temperaturas entre los ambientes separados por dicho elemento. Se expresa en $[W/(m^2K)]$.

- **Inercia térmica:** Capacidad que tiene la masa de conservar la energía térmica recibida e ir liberándola progresivamente. Esta capacidad depende de la masa, densidad y calor específico del material (IECA, 2016).
- **Parámetro de masa térmica (PMT):** Suma de la capacidad calorífica del área de todos los elementos de la envolvente, dividida por el área total de piso. Este valor tiene un impacto en los cálculos de calefacción y refrigeración (BRE, 2014).

REFERENCIAS

- BRE, 2014, The Government's Standard Assessment Procedure for Energy Rating of Dwellings. SAP 2012 versión 9.92, DECC, UK.
- Bustamante, 2015. Estudio sobre rangos de confort térmico y riesgo de sobrecalentamiento en el contexto de la aplicación de nuevos estándares de desempeño térmico en viviendas. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Chile
- IECA, 2016. ¿Qué es la Inercia Térmica? Instituto Español de Cemento y sus aplicaciones. Disponible en: https://www.ieca.es/reportaje.asp?id_rep=692. Consultado el 19.07.16.
- INN, 2014. NCh 853:2014: Componentes y elementos para la edificación - Resistencia térmica y transmitancia térmica - Método de cálculo.
- INN, 2008. NCh 3136_1:2008: Puentes térmicos en construcción de edificios - Flujos de calor y temperaturas superficiales - Cálculos detallados. Instituto Nacional de Normalización. Chile.
- INN, 2015. NCh 3368:2015. Puentes térmicos en la edificación - Transmitancia térmica lineal - Métodos simplificados y valores por defecto. Instituto Nacional de Normalización. Chile.
- INN, 2008. NCh 3137_1:2008: Comportamiento térmico de ventanas, puertas y contraventanas – Cálculo de transmitancia térmica – Parte 1 Generalidades. Instituto Nacional de Normalización. Chile.
- INN, 2008. NCh 3137_2:2008: Comportamiento térmico de ventanas, puertas y contraventanas – Cálculo de transmitancia térmica – Parte 2: Método numérico para marcos. Instituto Nacional de Normalización. Chile.
- INN, 2008. NCh 3117/2008: Comportamiento térmico de edificios – transmisión de calor por el terreno – Métodos de cálculo. Instituto Nacional de Normalización. Chile.

- ISO, 2008. Norma ISO 13.790:2008. Cálculo del consumo de energía para la calefacción y enfriamiento de espacios.
- Muñoz, C.; Bobadilla, A., 2012. Simulación y evaluación de puentes térmicos: Soluciones constructivas típicas aprobadas por la Norma Térmica para elementos verticales en estructura de madera y metálicos en la Zona 4. Simulaciones con Therm y Usai y evaluación con Método de Cámara Térmica. Revista de la Construcción vol. 11 N°2. Santiago de Chile.



2.2.3. ENVOLVENTE TRANSPARENTE EFICIENTE

OBJETIVO

Reducir el consumo energético en climatización y mejorar el confort térmico de las viviendas, a través de altos estándares de aislación, captación y protección solar de la envolvente transparente, logrando que responda a las exigencias climáticas del entorno.

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar mínimo para construcciones nuevas, alteraciones y ampliaciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Transmitancia térmica (U):

- Cumplir como mínimo con los valores indicados en la Tabla 2.12. sobre transmitancia térmica para envolvente transparente.

b. Porcentaje de ventanas:

- Referirse a la Tabla 2.13. Porcentaje máximo de superficie vidriada por orientación según transmitancias recomendadas por zona y metodología correspondiente.

c. Sombreamiento:

- Cumplir con los requerimientos de sombreado según se indican en la directriz “c” del numeral 2.2.1. Asoleamiento.

d. Desempeño energético eficiente

- Cumplimiento de la directriz “a” del numeral 2.1.1. del presente documento.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, fortaleciendo la inspección de obras sobre las partidas vinculadas a la presente directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

f. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar al año de operación, el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, enfocado en que la vivienda conserve la calidad térmica de la envolvente transparente.

METODOLOGÍA

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Transmitancia térmica (U):

- Para determinar los valores de transmitancia térmica (U) de la envolvente transparente, se podrá utilizar alguno de los siguientes métodos:
- Certificado de ensayo de la solución constructiva, emitido por un laboratorio nacional o internacional.
- Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico del Minvu.
- Cálculo según normas que se indican en la referencia.

TABLA 2.12.: VALORES DE TRANSMITANCIA TÉRMICA PARA ENVOLVENTE TRANSPARENTE, SEGÚN ZONAS TÉRMICAS

ZONA TÉRMICA	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2014 Valores-U [W/(m ² K)]	5.8	3.6	3.6	3.6	3.0	3.0	2.4	2.4	2.4

Fuente: Propuesta de actualización de la reglamentación térmica, Art. 4.1.10 de la OGUC. 2016.

- Las zonas térmicas están detalladas en el Anexo 2.1, de la presente Categoría.

b. Porcentaje de ventanas:

TABLA 2.13: PORCENTAJE MÁXIMO DE SUPERFICIE VIDRIADA POR ORIENTACIÓN, SEGÚN TRANSMITANCIAS RECOMENDADAS POR ZONA.

ZONA TÉRMICA	N	S	E-O	TRANSMITANCIA (U W/m ² K)
A	50%	40%	30%	5,8
B	60%	60%	40%	3,6
C	50%	50%	40%	3,6
D	50%	40%	30%	3,6
E	50%	40%	30%	3,0
F	50%	35%	25%	3,0
G	40%	30%	15%	2,4
H	30%	10%	10%	2,4
I	30%	10%	10%	2,4

Fuente: Elaboración propia a partir de: Propuesta de actualización de la reglamentación térmica, Art. 4.1.10 de la OGUC y Estudio sobre rangos de confort térmico y riesgo de sobrecalentamiento en el contexto de la aplicación de nuevos estándares de desempeño térmico en viviendas.



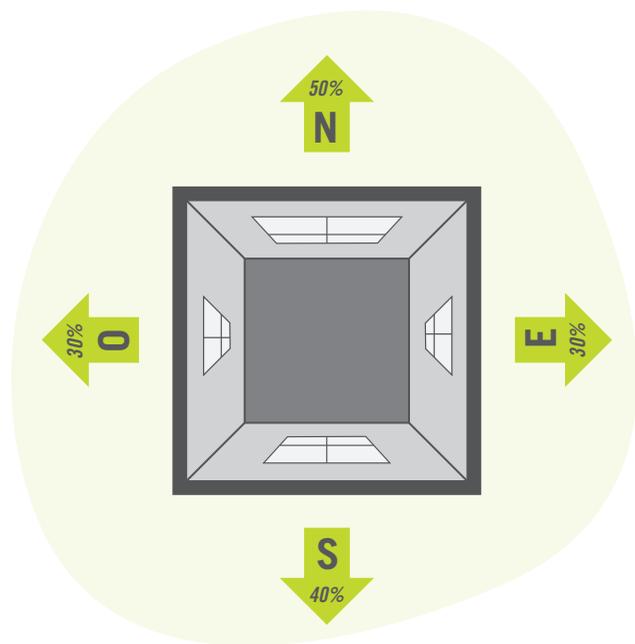


Ilustración N°8

- La Tabla 2.13. establece porcentajes de superficies vidriadas por orientación que responden a un óptimo para el control de temperaturas internas tanto para períodos de frío como de calor. Estas superficies no consideran sombras y responden a las transmitancias recomendadas para cada zona, según Tabla 2.12.

Para aumento de superficie vidriada se deben tener las siguientes consideraciones:

- De la zona B a la I, aumentar exigencia transmitancia térmica de las superficies vidriadas y opacas, si es necesario, para control de pérdidas térmicas en períodos fríos. Se deberá asegurar el cumplimiento de la directriz “a” del numeral 2.1.1, de la presente Categoría.
- De la zona A a la F, incorporar elementos que den sombra por el exterior a las superficies vidriadas, tal como se indica en numeral 2.2.1, Asoleamiento, de la presente Categoría. Se deberá asegurar el cumplimiento de la directriz “a” del numeral 2.1.1, de la presente Categoría.

Ilustración N°8:
Ejemplo porcentaje de ventanas por orientación Zona A.

- Se deberán desarrollar planos de plantas y elevaciones con cuadros de superficies de ventanas por orientación. Se deberá indicar; transmitancia térmica de las ventanas y el detalle de los elementos que den sombra a las mismas.

• Superficies vidriadas en las cubiertas

En el caso de considerar superficies vidriadas en las cubiertas o techos de las viviendas no se deberá superar el 2% de la superficie de cubierta. Además se deberá tener las siguientes consideraciones:

- Orientación: Entre la zona térmica A a la F, se recomienda impedir el acceso de la radiación directa, orientando estas superficies vidriadas hacia el sur o colocando protecciones solares externas.
- Aislación térmica: La transmitancia térmica de los elementos vidriados deberá ser igual a la indicada en la Tabla 2.12, del presente numeral.
- Con las consideraciones anteriormente descritas se deberá asegurar el cumplimiento de la directriz “a” del numeral 2.1.1, de la presente Categoría.

c. Sombreamiento

- Según metodología de la directriz “c” del numeral 2.2.1. Asoleamiento.

Documentos que se requerirán para las directrices a, b y c:

- Se debe desarrollar un informe con los cálculos de transmitancia de elementos vidriados y porcentajes de superficies vidriadas por orientación y/o en cubierta.

d. Desempeño energético eficiente

- Cumplimiento de la directriz “a” del numeral 2.1.1. del presente documento.
- Completar el Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de lo requerido en etapa de diseño.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Completar el Checklist N°2B, para verificar que la calidad de la construcción en cuanto a lo requerido en la etapa de diseño.
- Llevar a cabo una Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6, del presente documento), que demuestre el cumplimiento de lo requerido en la directriz, con relación a la calidad del montaje de los elementos vidriados, características técnicas de las ventanas y porcentaje de ventanas por orientación y elementos que permitan sombreado. La Bitácora debe contar con fotografías de las partidas correspondientes y con fechas en las que fueron tomadas. Esta debe ser válida

por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante, en el libro de obras. El fin de la bitácora es llevar un registro de inspección de las partidas más relevantes para cumplimiento de los estándares constructivos.

- Completar el Checklist N°2B, de verificación general de cumplimiento de la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

f. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Al año de operación, completar el Checklist N°2C, para verificar que la calidad de la construcción, en cuanto a lo requerido en la presente directriz, se mantiene en las mismas condiciones que cuando fue recepcionada la obra.
- Contar con Plan de Mantenimiento y Operación en base a la estructura propuesta en el Anexo 5.4. de la Categoría N°5 Impacto Ambiental del presente documento.
- Verificar que los residentes cuentan con el Manual del Usuario de la Vivienda, según estructura propuesta en numeral 1.3.1. de la Categoría N°1 Salud y Bienestar del presente documento.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

- Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de la directriz, este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos para las siguientes directrices:

- **Documentos que se requieren para todas las directrices de diseño:**

- Especificaciones Técnicas de los elementos vidriados, indicando sus valores de transmitancia y detallando sistemas de cierre.
- Informe con los cálculos de transmitancia de elementos vidriados y porcentajes de superficies vidriadas por orientación y/o en cubierta.

a. Transmitancia térmica (U):

- Informe con los cálculos de transmitancia de elementos vidriados.

b. Porcentaje de ventanas

- Planos de planta y elevación indicando porcentajes de ventanas por orientación.

- Planos de ventanas indicando número y tipo de elemento vidriado, características técnicas de las ventanas, tales como: Tipo de marco, tipo de vidrio, transmitancia térmica, etc...

c. Sombreamiento

- Cumplir con la directriz “c” del numeral 2.2.1. “Asoleamiento”.

d. Desempeño energético eficiente

- Cumplimiento de la directriz “a” del numeral 2.1.1. del presente documento.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2B, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante.
- Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita. Este documento debe ir validado por la ITO, por el Arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
- En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

f. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño

- Checklist N°2C, para verificar al año de operación el cumplimiento de la directriz, en cuanto a verificar que la vivienda ha conservado las características térmicas de los elementos vidriados con que fue recepcionada, incluso en caso que la vivienda haya sufrido modificaciones, se debe contar con los siguientes documentos:
 - Incorporar control sobre mantenimiento periódica del envolvente eficiente en el Plan de Mantenimiento y operación, según se indica en metodología.
 - Verificación de que los residentes cuenten con el “Manual del Usuario de la Vivienda”, según metodología.

NOTAS

- Los datos en las Tablas anteriores son resultado del trabajo realizado por el Minvu.



CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- A la fecha de la presente publicación el artículo 4.1.10 de la O.G.U.C. establece un porcentaje máximo de superficies vidriadas por zona térmica referido a una transmitancia térmica, pero no por elevación sino por un global de los elementos verticales de la envolvente. En el presente numeral se presentan los valores de transmitancia térmica más exigentes y que se basan en los estudios de actualización de la reglamentación térmica y además se proponen superficies de ventanas.

DEFINICIONES

- **Transmitancia térmica (U):** Flujo de calor que pasa por una unidad de superficie del elemento y por un grado de diferencia de temperatura entre los ambientes separados por dicho elemento. Se expresa en W/m²K.

REFERENCIAS

- Bustamante: 2013, Propuesta de actualización de la reglamentación térmica, Art. 4.1.10 de la OGUC. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Chile.
- Bustamante, 2015. Estudio sobre rangos de confort térmico y riesgo de sobrecalentamiento en el contexto de la aplicación de nuevos estándares de desempeño térmico en viviendas. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Chile.
- INN, 2008. NCh 3137_1:2008: Comportamiento térmico de ventanas, puertas y contraventanas – Cálculo de transmitancia térmica – Parte 1 Generalidades.
- INN, 2008. NCh 3137_2:2008: Comportamiento térmico de ventanas, puertas y contraventanas – Cálculo de transmitancia térmica – Parte 2: Método numérico para marcos.
- INN, 2008. NCh 3117/2008: Comportamiento térmico de edificios – transmisión de calor por el terreno – Métodos de cálculo.
- Minvu, 2015. Artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Chile.

2.2.4. PROTECCIONES SOLARES Y TÉRMICAS

OBJETIVO

Reducir el consumo energético en climatización y mejorar el confort térmico de las viviendas, a través del uso de elementos exteriores que las protejan, tanto del ingreso de radiación excesiva en períodos de calor, como del control de pérdidas de calor en períodos fríos, otorgándole flexibilidad a la operación de la vivienda frente a las exigencias climáticas del entorno.

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar mínimo para construcciones nuevas, alteraciones y ampliaciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Protecciones solares:

- Considerar protecciones solares exteriores móviles, fijas o vegetales en las fachadas oriente y poniente, desde la zona térmica A a la zona F.
- Las protecciones solares con orientación norte deben responder a los requerimientos establecidos en las directrices a, b y c del numeral 2.2.1 “Asoleamiento”, de la presente Categoría.

b. Protecciones térmicas:

- Considerar protecciones exteriores térmicas para superficies vidriadas expuestas a climas fríos y ventosos, dando prioridad a los climas desde la zona térmica D a la zona I.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, fortaleciendo la inspección de obras sobre las partidas vinculadas a la presente directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar al año de operación, el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño.



METODOLOGÍA

EN ETAPA DE DISEÑO:

- Completar el Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de lo requerido en etapa de diseño.

a. Protecciones solares:

b. Protecciones térmicas:

- Desarrollo de planos de elevaciones de las fachadas, a escala máxima 1:100, indicando claramente soluciones de protecciones solares y/o térmicas.
- Desarrollo de planos de detalles, a escala máxima 1:20, de las protecciones y de su mecanismo de funcionamiento, en caso que sean móviles.
- Desarrollar Especificaciones Técnicas de las protecciones correspondientes.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Completar el Checklist N°2B, para verificar que la calidad de la construcción en cuanto a lo requerido en la etapa de diseño.
- Llevar a cabo una Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), que demuestre el cumplimiento de lo requerido en la directriz, respecto de la calidad técnica y de montaje de las protecciones especificadas. Esta bitácora debe contar con fotografías de las partidas correspondientes y con las fechas en las que fueron tomadas, además debe ser validada por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante, en el libro de obras.

El fin de la bitácora es llevar un registro de inspección de las partidas más relevantes, para cumplimiento de los estándares constructivos.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Al año de operación, completar el Checklist N°2C, para verificar que la calidad de la construcción en cuanto a los indicadores de la presente directriz se mantienen en las mismas condiciones que cuando fue recepcionada la obra.
- Contar con Plan de Mantenimiento y Operación en base a la estructura propuesta en el Anexo 5.4. de la Categoría N°5 Impacto Ambiental del presente documento.

- Verificar que los residentes cuentan con el Manual del Usuario de la Vivienda, según estructura propuesta en numeral 1.3.1. de la Categoría N°1 Salud y Bienestar del presente documento.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

- Checklist N°2A, para Verificar el cumplimiento de la directriz. Este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos para las siguientes directrices:

a. Protecciones solares:

b. Protecciones térmicas:

- Especificaciones Técnicas de las protecciones propuestas.
- Planos de arquitectura generales, indicando en las elevaciones las protecciones propuestas.
- Plano de detalle de las protecciones.
- Para fachadas con orientación Norte, cumplir con lo solicitado por las directrices a, b y c del numeral 2.2.1 “Asoleamiento” de la presente Categoría.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2B, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante.
- Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita, que muestren la correcta instalación de los elementos vidriados. Este documento debe ir validado por la ITO, por el Arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
- En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán re entregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.



EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2C, para verificar al año de operación el cumplimiento de la directriz, en cuanto a verificar que la vivienda ha conservado las características de protecciones de asoleamiento y/o térmicas con las que fue recepcionada incluso en caso que la vivienda haya sufrido modificaciones, se debe contar con los siguientes documentos:
 - Control sobre mantención periódica del envolvente eficiente, según Plan de Mantención y operación, según metodología.
 - Verificación de que los residentes cuenten con el “Manual del Usuario de la Vivienda”, según metodología.

NOTAS:

- No aplica.

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- En la actualidad, no existe ninguna exigencia reglamentaria en Chile relacionada con las protecciones solares y/o térmicas para superficies vidriadas u opacas.

DEFINICIONES

- **Protecciones solares exteriores:** Corresponden a elementos que se instalan por el exterior de la edificación, cuya función es controlar el ingreso de radiación solar no deseada, evitando el sobrecalentamiento de los recintos interiores. Estas protecciones pueden ser vegetales, móviles o fijas y pueden ser instaladas en forma horizontal o vertical según los requerimientos de protección necesarios. Se muestran algunos ejemplos a continuación:

a. Ejemplos de protecciones solares vegetales

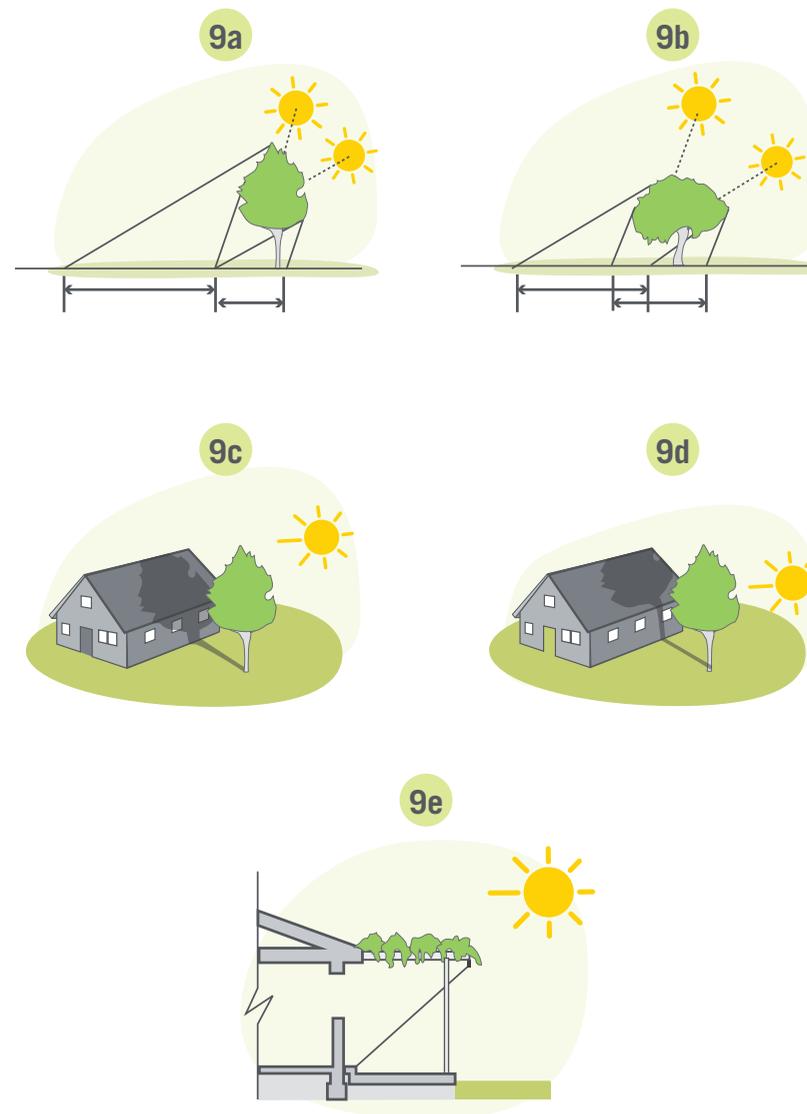


Ilustración N°9

Ilustración N°9:
9a, 9b, 9c, 9d y 9e Uso de vegetación para protección solar en fachadas y ventanas de orientación norte. Dibujos esquemáticos. La efectividad de todo sistema de protección solar depende de la latitud del lugar, junto con otros factores como los obstáculos del entorno, incluyendo la geografía.
Fuente: Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social (Bustamante, 2009).

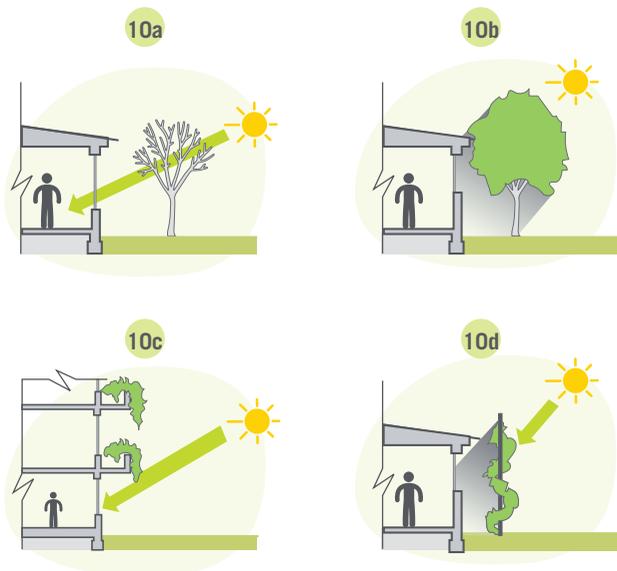


Ilustración N°10

b. Ejemplos de protecciones solares horizontales para orientación norte:

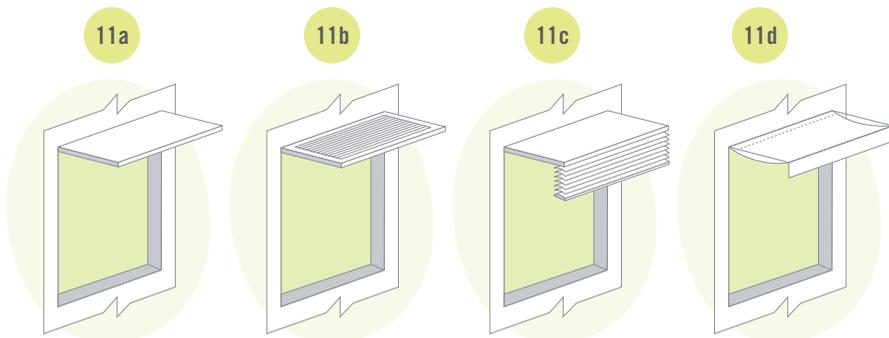


Ilustración N°11

Ilustración N°10:
10, 10b, 10c y 10d, Protección solar vertical para orientación oriente y poniente de ventanas con uso de vegetación. El árbol es de hoja caduca de modo que es de alta permeabilidad a la radiación solar en invierno.
Fuente: Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social (Bustamante, 2009).

Ilustración N°11:
11.a.- Alero horizontal. 11.b.- Alero persiana horizontal. 11.c.- Alero de persiana horizontal en plano vertical. 11.d.- Toldo.

c. Ejemplos de protecciones solares verticales para orientaciones oriente y poniente:

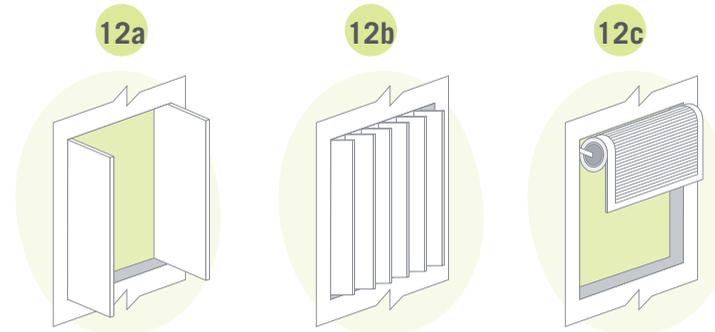


Ilustración N°12

• **Protecciones térmicas exteriores:** Corresponden a elementos que se instalan por el exterior de la edificación, cuya función es controlar la pérdida de calor en períodos fríos. Algunos ejemplos corresponden a persianas o postigos de madera o térmicos (que contienen aislación).

• **Fachadas ventiladas opacas:** Corresponden a fachadas opacas que cuentan con elementos separados a la superficie exterior, cuyo fin es proteger de la radiación directa a las fachadas (principalmente oriente y poniente), reduciendo las cargas de refrigeración a la vivienda o edificación. Pero además pueden ser de gran utilidad para climas fríos y ventosos, ya que protegen la envolvente, reduciendo las pérdidas térmicas por convección de la edificación.

REFERENCIAS

• Bustamante, 2009. Guía de Diseño para la Eficiencia energética en la Vivienda Social. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Ilustración N°12:
12.a.- Alero vertical o postigos. 12.b.- Celosías verticales. 12.c.- Alero vertical o postigos



2.2.5. INFILTRACIONES

OBJETIVO

Minimizar el consumo de energía en climatización, causada por filtraciones de aire no controladas, asegurando que la edificación logre un estándar aceptable de hermeticidad.

DIRECTRICES

Para cumplir con el estándar mínimo para construcciones nuevas, alteraciones y ampliaciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Hermeticidad desde el diseño:

- Especificar medidas de diseño que reduzcan las pérdidas energéticas por infiltración y que aseguren el cumplimiento de lo exigido en la directriz “b” del presente numeral. Refiérase a la metodología para mayor información.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

b. Verificación de clase de infiltración

- La envolvente térmica de las edificaciones de uso residencial, excluyendo los complejos de puerta y ventana, deberán tener una clase de infiltración de aire medido a 50Pa igual o menor a la clase de infiltración señalada en la la Tabla N°2.14, para la provincia que le corresponda al proyecto de arquitectura.
- Los complejos de ventana y puerta de las edificaciones de uso residencial deberán tener un grado de estanquidad al aire medido a 100Pa igual o mayor al señalado en la la Tabla N°2.15 para la zona que le corresponda al proyecto de arquitectura, de acuerdo con los planos de zonificación térmica contenidos en el Anexo 2.1 del presente documento.

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, fortaleciendo la inspección de obras sobre las partidas vinculadas a la presente directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar, al año de operación, el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, enfocados a que la vivienda conserve la calidad térmica de la envolvente.

METODOLOGÍA

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Hermeticidad desde el diseño:

- Desarrollar planos de detalles de hermeticidad de los diferentes elementos que componen la envolvente de la unidad de vivienda, tales como:
 - a. Medidas para el sellado de ventanas
 - b. Medidas para el sellado de puertas
 - c. Medidas para el sellado entre muros perimetrales y cielos
 - d. Medidas para el sellado entre muros perimetrales y techos
 - e. Medidas para el sellado entre muros perimetrales y pisos
 - f. Medidas para el sellado entre muros perimetrales.

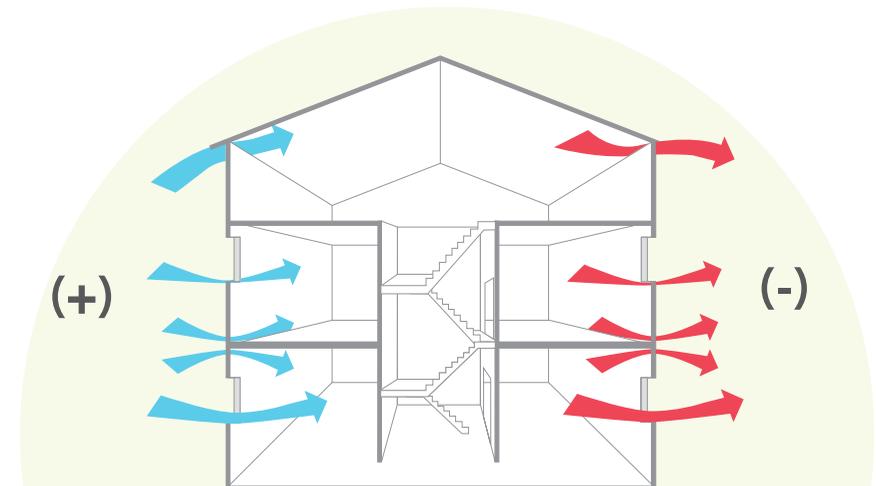


Ilustración N°13

Ilustración N°13:
Esquema de infiltración producida por el viento.

- Se recomienda revisar soluciones constructivas del “Manual de Hermeticidad al Aire” que se indica en la referencia del presente numeral.
- Completar el Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de lo requerido en etapa de diseño.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

b. Verificar clase de infiltración:

- Para la verificación del cumplimiento del requerimiento de esta directriz (véase Tabla 2.14.), se deberá realizar el test de hermeticidad, denominado Blower door, el cual deberá realizarse según la norma: NCh 3295:2013 Construcción – Determinación de la tasa de fuga mediante el método de presurización mediante ventilador (norma basada en ASTM E779-10).
- La clase de infiltración será medida excluyendo (sellando) los dispositivos previstos para ventilar.

TABLA 2.14.: CLASE DE INFILTRACIÓN AL AIRE MÁXIMA PERMITIDA PARA LA ENVOLVENTE TÉRMICA DE LAS EDIFICACIONES, EXCLUYENDO DE ESTA LOS COMPLEJOS DE PUERTA Y VENTANA.

PROVINCIA	CLASE DE INFILTRACIÓN AL AIRE	
	50PA	ACH
	Arica, Iquique, Tocopilla, Chañaral, Isla de Pascua	---
Parinacota, Tamarugal, El Loa, Coihaique, Aisén, General Carrera, Capitán Prat, Última Esperanza, Magallanes, Tierra del Fuego, Antártica.	4,00	
Copiapó, Los Andes, Talca, Concepción, Arauco, Cautín, Valdivia, Ranco, Osorno, Llanquihue, Palena, Chiloé.	5,00	
Limarí, Valparaíso, Santiago, Cordillera, Maipo, Melipilla, Talagante, Cachapoal, Cardenal Caro, Colchagua.		8,00
Elqui, Choapa, Quillota, San Felipe de Aconcagua, San Antonio, Marga Marga, Chacabuco, Curicó, Linares, Cauquenes, Ñuble, Biobío.		
Antofagasta, Huasco, Petorca.		

Fuente: Estudio de Actualización Artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

- Para verificación de cumplimiento de los requerimientos para puertas y ventanas, referirse a la Tabla 2.15.

TABLA N° 2.15.: GRADO DE ESTANQUEIDAD AL AIRE MÍNIMA PARA COMPLEJOS DE PUERTA Y VENTANA.

ZONA TÉRMICA	GRADO DE ESTANQUEIDAD	
	100PA	M3/H M2
	A	---
B	30	
C	30	
D	10	
E	10	
F	10	
G	7	
H	7	
I	7	

Fuente: Estudio de Actualización Artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

- Los grados de estanquidad señalados en la la Tabla se encuentran definidos en la norma chilena INN NCh888, como se señala a continuación:
 - **Estanqueidad grado 30 a (normal):** En cualquier tipo de ventana, el caudal de aire que se infiltra a través de las juntas debe ser igual o inferior a 30 m³/(h m²) de superficie de hoja practicable, para una diferencia de presión entre el exterior y el interior de 100 Pa (ver NCh446).
 - **Estanqueidad grado 10 a (especial):** En cualquier tipo de ventana, el caudal de aire que se infiltra a través de las juntas debe ser igual o inferior a 10 m³/(h m²) de superficie de hoja practicable, para una diferencia de presión entre el exterior y el interior de 100 Pa (ver NCh446).
 - **Estanqueidad grado 7 a (reforzado):** En cualquier tipo de ventana, el caudal de aire que se infiltra a través de las juntas debe ser igual o inferior a 7 m³/(h m²) de superficie de hoja practicable.
- Se deberá entregar un ensayo de laboratorio o ficha técnica válida por un tercer, que documente la estanquidad de puertas y ventanas, según norma NCh 3297:2013.
- Desarrollar Especificaciones Técnicas de las medidas de sellados propuestas.

- Fichas técnicas de elementos que cuenten con información sobre hermeticidad y que sirvan de respaldo para validar lo señalado en los planos y en las Especificaciones Técnicas.

- Verificar por medio del Checklist N°2A, el cumplimiento de esta directriz y que se cuente con los documentos señalados en evidencia requerida.

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2B, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el Arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos en caso que corresponda:

- Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita, que muestren la correcta instalación de las medidas de sellado de ventanas, puertas y muros. Este documento debe ir validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
- Copia del certificado del test de hermeticidad, denominado Blower door.

- En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán re entregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2C, para verificar, al año de operación, el cumplimiento de la directriz y confirmar si la vivienda ha conservado las características de hermeticidad con las que fue recepcionada, incluso en caso que la vivienda haya sufrido modificaciones.
- Contar con Plan de Mantenimiento y Operación en base a la estructura propuesta en el Anexo 5.4. de la Categoría N°5 Impacto Ambiental del presente documento.
- Verificar que los residentes cuentan con el Manual del Usuario de la Vivienda, según estructura propuesta en numeral 1.3.1. de la Categoría N°1 Salud y Bienestar del presente documento.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Hermeticidad desde el diseño:

- Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de la directriz, este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos:

- Especificaciones Técnicas de las medidas de sellados de ventanas, puertas y muros.
- Plano de detalles de las medidas de sellados de ventanas, puertas y muros.
- Fichas técnicas de productos o elementos que cuenten con información de utilidad para el control de hermeticidad.
- Cuando esté disponible, para este producto, presentar un “Etiquetado energético y de hermeticidad de ventanas y puertas”.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

b. Verificar clase de infiltración:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2B, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el Arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos en caso que corresponda:

- Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita. Este documento debe ir validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
- Copia del certificado del test de hermeticidad, denominado Blower door.
- Ensayo de laboratorio o ficha técnica válida por un tercer, que documente la estanqueidad de puertas y ventanas, según norma NCh 3297:2013.

- En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán re entregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2C, para verificar al año de operación el cumplimiento de la



directriz, en cuanto a verificar que la vivienda ha conservado las características de hermeticidad con las que fue recepcionada incluso en caso que la vivienda haya sufrido modificaciones, contar con los siguientes documentos:

- Incorporar control sobre mantención periódica del envolvente eficiente en el Plan de Mantención y operación, según se indica en metodología.
- Verificación de que los residentes cuenten con el “Manual del Usuario de la Vivienda”, según metodología.

NOTAS

- No aplica.

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- A la fecha de publicación del presente documento, no se cuenta con reglamentos que regulen la hermeticidad de las edificaciones en Chile. Los valores presentados en el presente numeral se basan en el estudio de actualización de la reglamentación térmica.

DEFINICIONES

● **Test Blower door:** Es un test de Hermeticidad o Estanqueidad del edificio, utilizado para determinar el nivel de permeabilidad de la envolvente de un edificio. Este test es realizado mediante un potente ventilador, acoplado generalmente a la puerta principal de la vivienda o edificio, la cual es reemplazada por un sello hermético. El método consiste en presurizar o despresurizar el edificio, siendo la despresurización el método más común. De esta manera, se genera un diferencial de presión entre el interior y el exterior y se construye una gráfica de diferencial de presión (Pa) v/s caudal de infiltración (m³/h). Así es factible determinar la hermeticidad de la edificación en estudio (Melgosa, 2012). Para este método de verificación, se consideran las medidas de aire/hora que se obtienen como resultado de someter la edificación a un diferencial de presión de 50 Pa (CITEC, 2014).

REFERENCIAS

- CITEC, 2014, Manual de hermeticidad al aire de edificaciones, UBB, Chile.
- INN, 2013. NCh 3294:2013 Materiales de construcción – Determinación de permeabilidad al aire de materiales – Método de prueba estándar (Norma basada en ASTM E2178-13).

- INN, 2013. NCh 3295:2013 Aislación térmica - Determinación de la permeabilidad del aire en edificios - Método de presurización por medio del ventilador. Instituto Nacional de Normalización. Chile.
- INN, 2013. NCh 3296:2013. Puertas y ventanas - Permeabilidad al aire – Clasificación. Instituto Nacional de Normalización. Chile.
- INN, 2013. NCh 3297:2013. Puertas y ventanas – Permeabilidad al aire – Método. Instituto Nacional de Normalización. Chile.
- INN, 2001. NCh892 Of.2001. Arquitectura y Construcción. Ensayo de estanqueidad al aire. Instituto Nacional de Normalización. Chile.
- INN, 2000. NCh 890, Arquitectura y Construcción. Ventanas. Ensayos de resistencia al viento. Instituto Nacional de Normalización. Chile
- Melgosa, 2012. Ensayo de hermeticidad (Blower Door). Disponible en: <http://www.ebuilding.es/data/archivo/Presentacion-Test-Blower-Door.pdf>. Consultado el 29.07.2016.



2.3. EQUIPOS Y ARTEFACTOS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

2.3.1. SISTEMAS DE CALEFACCIÓN ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

OBJETIVO

Asegurar que los sistemas de calefacción y enfriamiento de espacios, junto con los de generación de agua caliente sanitaria estén dimensionados adecuadamente en función de las características de la vivienda y sean energéticamente eficientes en su operación.

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar mínimo para construcciones nuevas, alteraciones y ampliaciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

Cumplir con al menos dos de las siguientes directrices:

a. Demanda energética en calefacción

- Si una vez evaluado el proyecto se obtiene que la unidad vivienda demanda menos de 10 kWh/m² año se puede considerar como vivienda pasiva desde la perspectiva de calefacción, por lo que no requerirá de sistema de calefacción.
- En caso que se requiera sistema de calefacción, el promedio de demanda de calefacción anual por m² debe ser menor a lo indicado en la Tabla 2.1., de la directriz “a” del numeral 2.1.1, Desempeño Energéticamente Eficiente, de la presente Categoría.

b. Consumo de energía para sistemas de agua caliente sanitaria (ACS):

- Se deberá lograr una reducción de un 5% en el consumo de energía para calentamiento de ACS, por medio de equipos de generación de ACS eficientes y/o hábitos de de operación.
- En caso de utilización de energía solar térmica, se deberá lograr una reducción de consumo según lo establecido en la la Tabla 2.16.

c. Especificación de sistemas de calefacción/ACS centralizados:

- En caso que la vivienda cuente con sistema de calefacción/ACS centralizados, ▶

asegurar que cuenten con un sistema de calefacción integrado, evitando la contaminación intradomiciliaria.

- Las eficiencias nominales de los sistemas de calefacción o ACS deberán ser iguales o mayores a las indicadas en las Tablas 2.17 y 2.18 respectivamente.
- En el caso de los sistemas de calefacción que además puedan operar en modo frío, deberán cumplir con los rendimientos mínimos establecidos en la la Tabla 2.24.
- La aislación de cañerías, ductos, estanques y losas radiantes deberán ser igual o mayor a las indicadas a las Tablas 2.19 y 2.24, de la presente metodología.
- En sistemas de generación de ACS centralizados, en los cuales se abastezca a más de un servicio, se deberá dimensionar el consumo de hora punta como un 50% del consumo medio diario. La energía disponible en los volúmenes de acumulación más la potencia del intercambiador de calor deben ser capaces de satisfacer la demanda de hora punta. El objetivo de este punto es lograr un dimensionamiento menor de las calderas, y hacer que estas operen en sus puntos óptimos de operación.

d. Calefacción / generación ACS individual

- Solo se podrán especificar calefactores a leña eficientes o a pellet, en zonas rurales o viviendas sociales en zonas autorizadas bajo las condiciones técnicas que se indican en metodología.

e. Controles y Monitoreo

- El sistema de monitoreo deberá especificarse de acuerdo a lo indicado en el numeral 2.4.1 de la presente Categoría.

f. Refrigerantes:

- En el caso de equipos de calefacción que utilicen líquidos refrigerantes para su operación, se deberá cumplir con las directrices descritas en el numeral “5.1.2. Gases Efecto Invernadero” del presente documento.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

g. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, fortaleciendo la inspección de obras sobre las partidas vinculadas a la presente directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

h. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos ▶



en la etapa de diseño enfocados a que el sistema de calefacción y de ACS estén funcionado de acuerdo a lo diseñado.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

h. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño enfocados a que el sistema de calefacción y de ACS estén funcionado de acuerdo a lo diseñado.

METODOLOGÍA

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Demanda energética en calefacción

- Para llevar a cabo estos cálculos se deberá realizar lo indicado en la metodología de la directriz “a” del numeral 2.1.1, Desempeño Energético Eficiente, de la presente Categoría.

b. Consumo de energía para sistemas de agua caliente sanitaria (ACS):

Para calcular la reducción de consumo solicitado en la presente directriz se deberá considerar los siguientes datos de entrada y metodología de cálculo:

- Datos de entrada ⁴:
 - Q_{uni} : Consumo de ACS persona para un sistema unifamiliar: 40 litros/día
 - Q_{multi} : Consumo de ACS persona para un sistema multifamiliar: 30 litros/día.
 - $T_{agua-salida}$: 45°. Fuente: Título Segundo, Reglamento de ley 20.365.
 - $T_{agua-entrada}$: T° agua de entrada para cada comuna, según “ANEXO VI de “Norma Técnica que determina algoritmo para la verificación de la contribución solar mínima de los Sistemas Solares Térmicos acogidos a la franquicia tributaria de la Ley N° 20.365 “
 - $T_{agua-salida}$: Temperatura de agua salida, se considera 45°.
 - η_{base} : Eficiencia del sistema de generación de ACS del caso base: calefón convencional a gas, con una eficiencia nominal de 0,88.

⁴ Fuente: Título Segundo, Reglamento de ley 20.365.

- Eficiencia del sistema de generación de ACS del caso propuesto: Según Tabla 2.18 del presente numeral.

1. Cálculo de energía requerida para calentamiento de agua, caso base

E : Línea base de energía requerida para levantar la temperatura del volumen de agua, desde la temperatura de red hasta los 45° de temperatura de salida.

PARA EL CASO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES:

$$E_{uni} = \frac{4,18 \cdot (T_{agua-salida} - T_{agua-entrada}) \cdot \eta_{personas} \cdot Q_{uni} \cdot 365}{3600 \cdot \eta_{base}}$$

PARA EL CASO DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES:

$$E_{multi} = \frac{4,18 \cdot (T_{agua-salida} - T_{agua-entrada}) \cdot \eta_{personas} \cdot Q_{multi} \cdot 365}{3600 \cdot \eta_{base}}$$

2. Cálculo de energía requerida para calentamiento de agua, caso propuesto

La disminución de energía requerida en el caso propuesto, con respecto al caso base se calcula de la siguiente manera:

ECUACIÓN 2.2.: CÁLCULO DE ENERGÍA REQUERIDA PARA LEVANTAR N GRADOS DE TEMPERATURA DE UN VOLUMEN DE AGUA REQUERIDO:

$$E_{prop} = \frac{4,18 \cdot (T_{agua-salida} - T_{agua-entrada}) \cdot \eta_{personas} \cdot Q_{prop} \cdot 365}{3600 \cdot \eta_{prop}}$$

Donde:

- Q_{prop} : Consumo de agua caliente por persona que se obtendría en el caso propuesto, y
- η_{prop} : Eficiencia nominal del artefacto utilizado en el caso propuesto.



3. Agua caliente sanitaria solar:

En caso de utilizar Sistemas solares térmicos para calentamiento de agua caliente sanitaria se deberá cumplir con los ahorros indicados en la siguiente tabla:

TABLA 2.16.: PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA PARA ACS, UTILIZANDO SST

ZONA TÉRMICA	PORCENTAJE DE AHORRO MÍNIMO DE ENERGÍA UTILIZANDO SST
	[%]
A	75
B	66
C	57
D	48
E	39
F	30
G	20
H	10
I	10

Fuente: Elaboración propia, basada en Contribución solar mínima para cada zona climática, del Reglamento de la Ley N° 20.365.

- Para evaluar eficiencia del sistema propuesto se deberá trabajar con los rendimientos descritos en la la Tabla 2.18. “Rendimientos generales mínimos de los equipos eficientes de generación de ACS”.

c. Especificación de Sistemas de calefacción/ACS centralizados:

1. Las eficiencias nominales:

- El dimensionamiento de los sistemas de calefacción deberá considerar como temperatura de diseño aquella correspondiente al percentil 99%. Esta temperatura es aquella en la cual solo 88 horas del año presentan temperaturas inferiores. Esta temperatura de diseño se puede obtener de datos climáticos horarios, o bien tomando como referencia la la Tabla 3A del capítulo 26 de ASHRAE 1997 fundamentals.
- El dimensionamiento del sistema de ACS deberá realizarse utilizando las temperaturas de agua fría de red indicadas en la Norma Técnica de la Ley 20.365 para todas las comunas de Chile, y a una temperatura de agua caliente de 45°.
- Las eficiencias nominales de los sistemas de calefacción o ACS deberán ser iguales o mayores a las indicadas en las Tablas 2.17 y 2.18 respectivamente:

TABLA 2.17.: RENDIMIENTOS GENERALES MÍNIMOS DE LOS EQUIPOS DE CALEFACCIÓN, BASADA EN EL PODER CALORÍFICO INFERIOR (PCI O LHV). CONFIGURACIÓN CENTRALIZADA

RENDIMIENTOS MÍNIMOS	RENDIMIENTO BASE	RENDIMIENTO ÓPTIMO	UNIDAD
Caldera a gas de condensación solo calefacción	0,97	1,0	Rendimiento promedio PCI
Bomba de calor suelo - aire o suelo agua	3,1	4,0	COP modo calefacción
Boba de calor agua - agua o agua - aire	3,6	4,0	COP modo calefacción
Bomba de calor aire - agua o aire - aire	3,2	4,0	COP modo calefacción
Caldera mixta de condensación	0,97	1,0	Rendimiento promedio PCI
Caldera biomasa	0,9	0,94	Rendimiento promedio PCI
Caldera a gas para calefacción	0,9	0,94	Rendimiento promedio PCI

Fuente: ASHRAE 90.1 2007, Tablas 6.8.1B y 6.8.1F, Etiquetado de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía.

- Para otras tecnologías, se deberá demostrar un rendimiento por sobre 1 y que el sistema cumpla con la directriz “b” del numeral 1.1.1, Calidad de Aire Interior, de la Categoría Salud y Bienestar y la directriz “c” del numeral 5.1.1, de la Categoría Impacto Ambiental.

TABLA 2.18.: RENDIMIENTOS GENERALES MÍNIMOS DE LOS EQUIPOS EFICIENTES DE GENERACIÓN DE ACS.

RENDIMIENTOS MÍNIMOS	RENDIMIENTO BASE	RENDIMIENTO ÓPTIMO	UNIDAD
Caldera de condensación	0,97	1,01	Rendimiento promedio PCI
Bomba de calor suelo - aire o suelo agua	3,1	4,0	COP modo calefacción
Boba de calor agua - agua o agua - aire	3,6	4,0	COP modo calefacción
Bomba de calor aire - agua o aire - aire	3,2	4,0	COP modo calefacción

Fuente: ASHRAE 90.1, 2007. Tablas 6.8.1B y 6.8.1F, Etiquetado de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía.



- Para otras tecnologías se deberá demostrar un rendimiento óptimo por sobre 1 y que el sistema cumpla con la directriz “b” del numeral 1.1.1 “Calidad de aire interior” de la Categoría Salud y Bienestar y la directriz “c” del numeral 5.1.1. de la Categoría Impacto Ambiental.

2. Aislación para cañerías:

- Las cañerías por donde circula el agua o aire caliente deben tener un nivel mínimo de aislación térmica, de acuerdo a lo indicado en las Tablas 2.19, 2.20 y 2.21.
- Los tramos de cañería ubicados en la intemperie, deberán contar con aislación térmica resistente a la radiación UV.

TABLA 2.19.: REQUERIMIENTOS DE AISLACIÓN TÉRMICA PARA CAÑERÍAS POR DONDE CIRCULA FLUIDO CALIENTE POR EL INTERIOR DE LAS EDIFICACIONES.

DIÁMETRO EXTERIOR (mm)	ESPESOR (EN MM)		
	TEMPERATURA MÁXIMA DEL FLUIDO (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Fuente: Tabla 1.2.4.2.1. Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE).
Ministerio de Industria, Energía y Turismo. España.

TABLA 2.20.: REQUERIMIENTOS DE AISLACIÓN TÉRMICA PARA CAÑERÍAS POR DONDE CIRCULA FLUIDO CALIENTE POR EL EXTERIOR DE LAS EDIFICACIONES.

DIÁMETRO EXTERIOR (mm)	TEMPERATURA MÁXIMA DEL FLUIDO (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60
$140 < D$	45	50	60

Fuente: Tabla 1.2.4.2.2. Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE).
Ministerio de Industria, Energía y Turismo. España.

Los espesores de aislación indicados en la Tablas 2.19 y 2.20, corresponden a espesores para un material de referencia con una conductividad de 0,04 . Si se utiliza otro material con una conductividad distinta, el espesor de la aislación se debe estimar utilizando la siguiente ecuación:

ECUACIÓN 2.3.:

$$d = \frac{D}{2} \cdot \left[\exp \left(\frac{\kappa}{\kappa_{ref}} \cdot \ln \left(\frac{D + 2 d_{ref}}{D} \right) \right) \right]$$

Donde:

- d : corresponde al espesor mínimo de la aislación utilizada para la cañería, en [mm]
- D : corresponde al diámetro exterior de la cañería a ser aislada, en [mm]
- κ : corresponde a la conductividad térmica del material a ser utilizado, en [W/m •K]
- κ_{ref} : corresponde a la conductividad térmica del material de referencia, en este caso equivale a 0,04[W/m •K]

3. Aislación para ductos de aire:

- En el caso de ductos de aire (como en bombas de calor aire-aire o agua aire), se utilizarán los siguientes espesores de aislamiento:

TABLA 2.21: REQUERIMIENTOS DE ESPESORES DE AISLACIÓN PARA DUCTOS DE AIRE CALIENTE:

EN INTERIORES (mm)	EN EXTERIORES (mm)
20	30

Fuente: Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE).
Ministerio de Industria, Energía y Turismo. España.

4. Aislación para tanques de acumulación:

- Los tanques de acumulación deberán preferentemente ser verticales y esbeltos, además deberán contar con un nivel de aislación térmica de acuerdo a lo indicado en la la Tabla 2.20.

TABLA 2.22.: ESPESOR REQUERIDO PARA AISLACIÓN TÉRMICA EN ESTANQUES DE ACUMULACIÓN

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA [W/m·K]	EN EXTERIORES [mm]V
0,04	50
Otro	$e = 50 \cdot \frac{\lambda}{0,04}$

Fuente: Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE).
Ministerio de Industria, Energía y Turismo. España.

Donde:

e : corresponde al espesor de aislación, en

λ : corresponde a la conductividad térmica del material aislante, en [W/m·K]

Además de lo anterior, los ductos que conduzcan aire, deberán tener un nivel de sellado a infiltraciones de acuerdo a lo indicado en ASHRAE 90.1, Categoría 6.4.4.2.

5. Losa radiante:

- Las temperaturas máximas de operación para losa radiante serán menores a 45° C.
- Cuando se instale losa radiante, los espesores de aislación para el suelo serán estimados de acuerdo a lo mostrado en la la Tabla 2.21:

TABLA 2.23.: ESPESORES DE AISLACIÓN PARA LOSA RADIANTE

USO DEBAJO DEL SUELO CALEFACCIONADO	$U = \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$	ESPESOR MÍNIMO NECESARIO		
		$\lambda = 0,025 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$	$\lambda = 0,035 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$	$\lambda = 0,04 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$
Local Calefaccionado	1,33	19	26	30
Local sin Calefaccionar o Sobre Tierra	0,8	31	44	50
T° recinto subyacente $\geq 0^{\circ}C$	0,8	31	44	50
$-5^{\circ}C \leq T^{\circ}$ recinto subyacente $< 0^{\circ}C$	0,67	38	53	60
$-15^{\circ}C \leq T^{\circ}$ recinto subyacente $< -5^{\circ}C$	0,5	50	70	80

Fuente: UNE- EN 1264-4:2002. Calefacción por suelo radiante. Sistemas y componentes.
Parte 4: Instalación.

- Se deberá desarrollar un informe de cálculo y diseño del sistema de calefacción de espacios y de generación de agua caliente sanitaria, el cual debe ser desarrollado y firmada por un ingeniero competente aprobado por la SEC.

- Completar el Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de lo requerido en la etapa de diseño.

d. Calefacción / generación ACS individual

- Especificar calefactores a leña eficientes o a pellet, en zonas rurales o viviendas sociales de acuerdo a las siguientes condiciones técnicas:
 - Para zonas que no cuenten con “Plan de descontaminación ambiental” (PDA), según lo publicado por Ministerio de Medio Ambiente.
 - En Especificaciones Técnicas indicar doble cámara de combustión.
 - Cumplir con los niveles de emisión establecidos en el numeral 1.1.1. Calidad del aire interior, del presente documento.

e. Controles y Monitoreo

- El sistema de monitoreo deberá especificarse de acuerdo a lo indicado en el numeral 2.4.1. de la presente Categoría.
- Cada recinto deberá tener control independiente del sistema de calefacción.
- Los controles de distribución deben ajustar los niveles de operación del sistema para proporcionar el confort necesario y minimizar el consumo energético del sistema de calefacción.

f. Refrigerantes:

- Referirse a la metodología de la directriz “c” del numeral 5.1.2, Gases Efecto Invernadero, de la Categoría N° 5, Impacto Ambiental, presente documento.

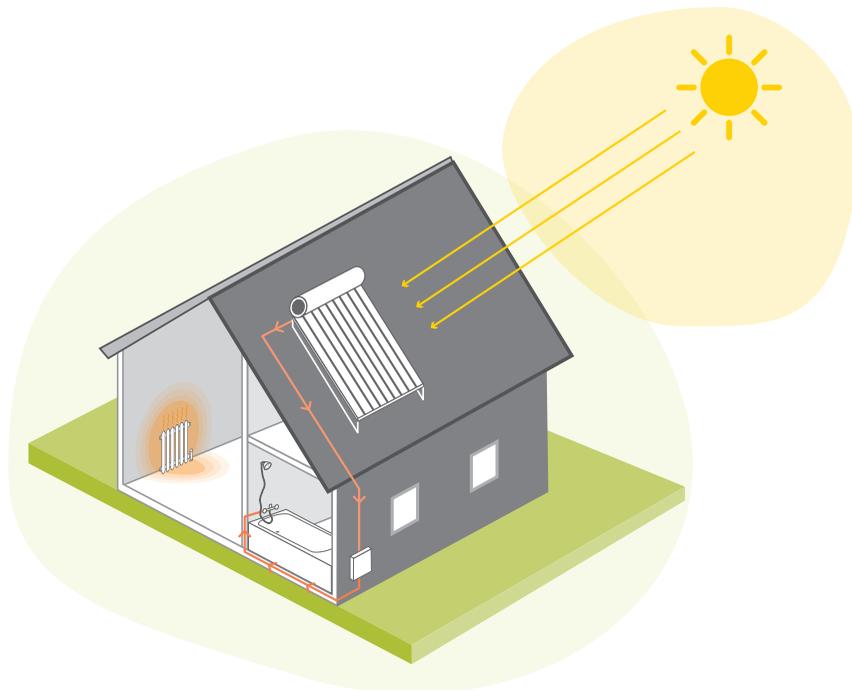


Ilustración N°14

Ilustración N°14:
Esquema de sistema de calefacción eficiente y calentamiento de agua con sistema solar térmico.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

g. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Completar el Checklist N°2B, para verificar que la calidad de la construcción en cuanto a lo requerido En etapa de diseño.
- La instalación debe ser realizada por personal competente aprobado por la SEC.
- La instalación debe ser específica para el sistema y debe realizarse según instrucciones del fabricante.
- Llevar a cabo una Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6, del presente documento), que demuestre el cumplimiento de lo requerido en la directriz con respecto a la calidad técnica y de instalación del sistema de calefacción de espacios y de generación de agua caliente sanitaria. Ésta debe contar con fotografías de las partidas correspondientes y con fechas en las que fueron tomadas. La Bitácora debe ser validada por el Arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante en el libro de obras. El fin de la bitácora es llevar un registro de inspección de las partidas más relevantes para cumplimiento de los estándares constructivos.

INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

- Se deberán realizar pruebas y ajustes de puesta en marcha del sistema (calderas, tuberías, bombas, controles, etc.) para determinar posteriormente la correcta operación de este, según norma ANSI/ARI/ASHRAE ISO 13256-1:1998 (2005).
- Se deberá verificar, cuando corresponda, las presiones de trabajo, las temperaturas de acumulación, las temperaturas de ida y retorno, etc.
- Se deberá registrar los resultados de funcionamiento del sistema y las pruebas realizadas.

ETAPA DE OPERACIÓN:

h. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Al año de operación, completar el Checklist N°2C, para verificar la calidad del funcionamiento de los equipos.
- Se deberá desarrollar un informe de monitoreo mensual de operación de los sistemas de calefacción de espacios y de generación de agua caliente sanitaria.
- Contar con Plan de Mantenimiento y Operación en base a la estructura propuesta



en el Anexo 5.4. de la Categoría N°5 Impacto Ambiental del presente documento.

- Verificar que los residentes cuentan con el Manual del Usuario de la Vivienda, según estructura propuesta en numeral 1.3.1. de la Categoría N°1 Salud y Bienestar del presente documento.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

- Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos, según las siguientes directrices:

a. Demanda energética en calefacción

- Cumplir con evidencia requerida para calefacción, en directriz “a” del numeral 2.1.1. “Desempeño Energético Eficiente” de la presente Categoría.

b. Consumo de energía para sistemas de agua caliente sanitaria (ACS):

- Informe de cálculo de consumo base y consumo eficiente proyectado, según metodología, y firmado por el profesional competente.
- En caso de incluir energía solar térmica, basar informe consumo base y eficiente proyectado, según la zona térmica solicitada en tabla 2.16
- Especificaciones Técnicas de sistemas ACS de acuerdo a lo indicado en la presente metodología.
- Planos del proyecto y sistemas propuestos ACS
- Planos de detalle ACS
- Fichas técnicas de los equipos y/o de las partes del sistema ACS.

c. Especificación de sistemas de calefacción/ACS centralizados:

- Informe de cálculo de consumo base, consumo eficiente proyectado y dimensionamiento del sistema, según metodología, y firmado por el profesional competente, dando cumplimiento a:
 - Numeral 2.2.5 etapa de diseño,
 - Tablas 2.17 y 2.18 del presente documento.
 - En sistemas ACS centralizados para más de un servicio, se deberá dimensionar

el consumo de hora punta como un 50% del consumo medio diario.

- Especificaciones Técnicas de equipos de calefacción/ACS centralizado que operen en frío según lo solicitado por la Tabla 2.24 del presente documento .
- Especificaciones Técnicas de las aislaciones según aplicación y lo solicitado por las Tablas 2.19 a 2.23 del presente documento.
- Planos de sistemas de calefacción.
- Planos o fichas técnicas de los equipos y/o de las partes del sistema.

d. Calefacción / generación ACS individual

- Especificaciones Técnicas de los equipos de calefacción/ACS, que incluyan:
 - Fichas técnicas de los equipos a leña eficientes y/o pellet con doble cámara de combustión (cuando corresponda).
- Planos de sistemas de calefacción y ACS.
- Documentar que la zona no cuente con PDA del MMA.
- Cumplimiento del numeral 1.1.1, “Calidad del aire interior” del presente documento.

e. Controles y Monitoreo

- Cumplir con las directrices “a” y “b” del numeral 2.4.1. de la presente Categoría.

f. Refrigerantes:

- En el caso de equipos de calefacción que utilicen líquidos refrigerantes para su operación, se deberá cumplir con la directriz “c” del numeral “5.1.2. Gases Efecto Invernadero” de la Categoría Impacto Ambiental del presente documento.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

g. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2B, para Verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos en caso que corresponda:
 - Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita. Este documento debe ir validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.



- Copia de las facturas de compra del sistema de calefacción y ficha técnica correspondiente.
- Certificado SEC de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.
- En caso de contar con sistemas de calefacción, se deberán adjuntar los Planos as built del sistema, indicando los puntos de distribución.
- En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

h. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2C, para verificar al año de operación el cumplimiento de la directriz, comprobando que los sistemas de calefacción de espacios y de generación de agua caliente sanitaria operen de acuerdo a como fueron diseñados y recepcionados. Este documento debe ir firmado por el mandante, además se debe contar con los siguientes documentos:
 - Cumplimiento con directrices “a” y “b” del numeral 2.4.1. de la presente categoría
 - Informe de monitoreo horario del consumo de energía en calefacción de espacios y calentamiento de agua caliente sanitaria de la vivienda, que indique el valor de consumo anual, según el numeral 2.4.1. de la presente Categoría.
 - Control sobre mantención periódica de los sistemas calefacción / ACS, según lo solicitado en el Anexo 5.4, numeral 3.
 - Aprobación y verificación del numeral 1.3.1. “Manual del Usuario de la Vivienda”.

NOTAS

- Los sistemas de generación de Agua Caliente Sanitaria (ACS) que se diseñen con apoyo de sistemas de energías renovables, deberán cumplir además con lo indicado en el numeral 2.3.5.

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- A la fecha de publicación del presente documento no existe reglamentación en Chile que regule la eficiencia energética de sistemas de calentamiento de aire y agua.

DEFINICIONES

- **Coefficiente de Rendimiento (COP):** es una expresión de la eficiencia de una bomba de calor. Cuando se calcula el COP de una bomba de calor, se compara la salida de calor del condensador (Q) con la potencia suministrada al compresor (W).
- **Poder Calorífico Inferior (PCI):** Es la energía que se puede obtener de la combustión de un combustible, sin tomar en cuenta el calor latente contenido en el vapor de agua generado en la combustión.
- **Calorímetro:** Instrumento que permite medir la energía generada en un proceso de calefacción de agua. Esto lo hace a través de la medición de una temperatura de entrada, una temperatura de salida y un caudal.

REFERENCIAS

- AENOR, 2002. UNE- EN 1264-4:2002. Calefacción por suelo radiante. Sistemas y componentes. Parte 4: Instalación. Asociación Española de Normalización.
- AENOR, 2002. UNE-EN 1264-4:2002. Calefacción por suelo radiante. Sistemas y componentes. Parte 4: Instalación. Asociación Española de Normalización.
- ASHRAE, 2007. Norma ANSI/ASHRAE 90.1. 2007. Categoría 6. Energy Standard for Buildings Except Low Rise Residential Buildings.
- ASHRAE, 2005. Norma ANSI/ARI/ASHRAE ISO 13256-1:1998 (2005) Water-source Heat Pumps - Testing and Rating for Performance - Part 1: Water-to-Air and Brine-to-Air Heat Pumps (Estimación del COP para bombas de calor agua-aire).
- ASHRAE, 2000, Systems and Equipment Handbook (SI).
- ASHRAE, 2004. ANSI/ASHRAE 55-2004 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.
- IDEA, 2010. Guía Técnica Agua Caliente Sanitaria Central, Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía, España.
- ISO, 2008. Norma ISO 13790:2008. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios.
- ISO, 1998. NORMA ISO 13256-2:1998, Water-source heat pumps -- Testing and rating for performance -- Part 2: Water-to-water and brine-to-water heat pumps (Estimación del COP para bombas de calor agua-agua).
- ISO, 15042:2011. Multiple split-system air-conditioners and air-to-air heat pumps



- Testing and rating for performance (Estimación del desempeño para bombas de calor aire aire).

- Johnsons, 1981. Patterns Of Residential Occupancy - B.N.. National Research Council Of Canada, Division Of Buiding Research.
- Secretaría de Estado de Energía, 2013. Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. España.
- UNE, 2010. UNE-EN 1264-4:2010. Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies. Parte 4: Instalación.

2.3.2. SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES

OBJETIVO

Asegurar que los sistemas de refrigeración de espacios operen de forma eficiente.

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar para construcciones nuevas, alteraciones y ampliaciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Demanda energética en enfriamiento

- Si una vez evaluado el proyecto se obtiene que la unidad vivienda demanda menos de 10 kWh/m² año se puede considerar como vivienda pasiva desde la perspectiva de enfriamiento.
- En caso que se requiera sistema de enfriamiento, el promedio de demanda de enfriamiento anual por m² debe ser menor a lo indicado en la Tabla 2.2., de la directriz “a” del numeral 2.1.1., “Desempeño Energéticamente Eficiente,” de la presente Categoría.

b. Especificación de Sistemas de enfriamiento:

- Los sistemas de enfriamiento que operan en frío/calor deberán cumplir con los COP en modo calor de la Tabla 2.17 y además con los requisitos de COP en modo frío expuestos en la Tabla 2.24.
- El sistema de enfriamiento instalado deberá contar con un etiquetado de eficiencia energética Categoría A o superior.
- La aislación de cañerías y ductos deberán ser igual o mayor a las indicadas a las Tablas 2.25 a la 2.27, de la presente metodología.

c. Controles y monitoreo:

- El sistema de enfriamiento debe estar diseñado para permitir el control de las áreas zonificadas por cada ocupante dentro de cada vivienda, según lo solicitado en la metodología.

d. Refrigerantes:

- Refiérase a la directriz “c” del numeral “5.1.2. Gases Efecto Invernadero” de la Categoría Impacto Ambiental, del presente documento.



EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:**e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:**

- Verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, fortaleciendo la inspección de obras sobre las partidas vinculadas a la presente directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:**f. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:**

- Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño enfocados a que el sistema de enfriamiento esté funcionado de acuerdo a lo diseñado y a lo recepcionado en obra.

METODOLOGÍA

EN ETAPA DE DISEÑO:**a. Demanda energética en enfriamiento**

- Para realizar estos cálculos se deberá llevar a cabo lo indicado en la metodología para enfriamiento de la directriz “a” del numeral 2.1.1, Desempeño Energético Eficiente, de la presente Categoría.

b. Especificación de Sistemas de calefacción/ACS centralizados:

- Los sistemas de enfriamiento y calefacción, deberán ser diseñados en forma complementaria.
- Desarrollar memoria de cálculo con el dimensionamiento del sistema de enfriamiento, para su operación en modo frío, con capacidad para climatizar al menos el 97% de las temperaturas (inferior y superior) y dimensionamiento de la demanda de frío en los distintos recintos en los cuales se considera distribución. La memoria debe ser desarrollada y firmada por un ingeniero competente, aprobado por la SEC.
- Desarrollar Especificaciones Técnicas del equipo y/o ficha técnica, que confirme el rendimiento del sistema de refrigeración.

1. Rendimientos mínimos:

- El dimensionamiento de los sistemas de refrigeración deberá considerar como temperatura de diseño correspondiente al percentil 2%, que corresponde a la temperatura en la cual solo 175 horas del año presentan temperaturas más bajas. Esta

temperatura de diseño se puede obtener de datos climáticos horarios, o bien tomando como referencia la la Tabla 3B del capítulo 26 de ASHRAE 1997 fundamentals.

- Los rendimientos mínimos de los sistemas de enfriamiento deberán ser iguales o mayores a las indicadas a continuación en la la Tabla 2.24:

TABLA 2.24. RENDIMIENTOS MÍNIMOS PARA EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN

RENDIMIENTOS MÍNIMOS	RENDIMIENTO BASE	RENDIMIENTO ÓPTIMO	UNIDAD
Equipos aire acondicionado Split solo frío	3,2	3,8	COP
Equipos de aire acondicionado ventana solo frío	3,2	3,5	COP
Bomba de calor suelo - aire o suelo agua	3,9	4,2	COP modo frío
Boba de calor agua - agua o agua - aire	3,2	4,2	COP modo frío
Bomba de calor aire - agua o aire - aire	3,2	3,8	COP modo frío

Fuente: ASHRAE 90.1. Tabla 6.8.1A, Etiquetado Eficiencia Energética Ministerio de Energía.

2. Aislación para cañerías:

- Las cañerías por donde circula el fluido caloportador deberán contar con un nivel de aislación de acuerdo a lo indicado en las Tabla 2.25 a la 2.27.

TABLA 2.25.: REQUERIMIENTOS DE AISLACIÓN TÉRMICA PARA CAÑERÍAS QUE CIRCULAN FLUIDO FRÍO POR EL INTERIOR DE EDIFICIOS.

DIÁMETRO EXTERIOR (MM)	ESPESOR (EN mm)		
	TEMPERATURA MÁXIMA DEL FLUIDO (°C)		
	-10... 0	> 0...10	>10
$D \leq 35$	30	25	20
$35 < D \leq 60$	40	30	20
$60 < D \leq 90$	40	30	30
$90 < D \leq 140$	50	40	30
$140 < D$	50	40	30

Fuente: Tabla 1.2.4.2.3. Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. España.

TABLA 2.26.: REQUERIMIENTOS DE AISLACIÓN TÉRMICA PARA CAÑERÍAS QUE CIRCULAN FLUIDO FRÍO POR EL EXTERIOR DE EDIFICIOS.

DIÁMETRO EXTERIOR (mm)	ESPESOR (EN mm)		
	TEMPERATURA MÁXIMA DEL FLUIDO (°C)		
	-10... 0	> 0...10	>10
$D \leq 35$	50	40	40
$35 < D \leq 60$	60	50	40
$60 < D \leq 90$	60	50	50
$90 < D \leq 140$	70	60	50
$140 < D$	70	60	50

Fuente: Tabla 1.2.4.2.4. Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. España.

- Los tramos de cañería ubicados en la intemperie, deberán contar con aislación térmica resistente a la radiación UV.

3. Aislación para ductos:

TABLA 2.27. RENDIMIENTOS DE ESPEORES DE AISLACIÓN PARA DUCTOS DE AIRE FRÍO

EN INTERIORES (mm)	EN EXTERIORES (mm)
30	40

Fuente: Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. España.

- Completar el Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de lo requerido en etapa de diseño.

c. Controles y Monitoreo

- Los controles deben ajustar los puntos puntos de operación establecidos, de tal forma que minimicen el consumo de energía del sistema de enfriamiento bajo distintas cargas de operación, condiciones climáticas y temperatura del aire circundante.
- Se deberá instrumentar el sistema de enfriamiento de manera que permita monitorear su consumo eléctrico, además de las temperaturas de ida y retorno del fluido térmico. El sistema de monitoreo deberá especificarse de acuerdo a lo indicado en el numeral 2.4.1. de la presente Categoría.

- Referirse a evidencia requerida del numeral 2.4.1. de la presente Categoría.

d. Refrigerantes:

- En el caso de equipos de calefacción que utilicen líquidos refrigerantes para su operación, se deberá cumplir con las directrices descritas en el numeral “5.1.2. Gases Efecto Invernadero” del presente documento.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Completar el Checklist N°2B, para verificar la calidad de la construcción en cuanto a lo requerido en la etapa de diseño.
- La instalación debe ser realizada por un personal competente aprobado por la SEC.
- La instalación debe ser específica para el sistema y debe realizarse según instrucciones del fabricante.
- Llevar a cabo una Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6 del presente documento), que demuestre el cumplimiento de lo requerido en la directriz respecto de la calidad técnica y de instalación del sistema de enfriamiento de espacios. Esta debe contar con fotografías de las partidas correspondientes y con fechas en las que fueron tomadas. Esta bitácora debe ser validada por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante, en el libro de obras, y su fin es llevar un registro de inspección de las partidas más relevantes, para cumplimiento de los estándares constructivos.

INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

- Se deberán realizar pruebas y ajustes de puesta en marcha del sistema para determinar posteriormente la correcta operación de este, según norma ANSI/ARI/ASHRAE ISO 13256-1:1998 (2005).
- Se deberá verificar, cuando corresponda, las presiones de trabajo, las temperaturas de acumulación, las temperaturas de ida y retorno, etc.
- Se deberá registrar los resultados de funcionamiento del sistema y las pruebas realizadas.



ETAPA DE OPERACIÓN:

f. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Al año de operación, completar el Checklist N°2C, para verificar la calidad del funcionamiento de los equipos.
- Se deberá desarrollar un informe del monitoreo mensual de operación de los sistemas de enfriamiento de espacios y de generación de agua caliente sanitaria.
- Contar con Plan de Mantenimiento y Operación en base a la estructura propuesta en el Anexo 5.4. de la Categoría N°5 Impacto Ambiental del presente documento.
- Verificar que los residentes cuentan con el Manual del Usuario de la Vivienda, según estructura propuesta en numeral 1.3.1. de la Categoría N°1 Salud y Bienestar del presente documento.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

- Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y contar con los siguientes documentos, según las directrices expuestas a continuación:

a. Demanda energética en enfriamiento

- Cumplir con la evidencia requerida para enfriamiento, solicitada en la directriz “a” del numeral 2.1.1, Desempeño Energético Eficiente, de la presente Categoría (Informe de comportamiento energitético).

b. Especificación de sistemas de enfriamiento:

- Informe de cálculo con el dimensionamiento de la demanda de frío de los recintos y del sistema de enfriamiento según metodología.
- Especificaciones Técnicas del equipo y/o ficha técnica, que confirme el rendimiento del sistema de refrigeración, incluyendo:
 - Lo solicitado por las Tablas 2.17 y 2.24 del presente documento.
 - Etiquetado de eficiencia energética A o superior.
 - Aislaciones según lo solicitado por las Tabla 2.25 a 2.27 del presente documento.

- Planos de detalle.
- Fichas técnicas de los equipos, aislaciones y/o de las partes del sistema.

c. Controles y Monitoreo

- Cumplir con las directrices “a” y “b” del numeral 2.4.1. de la presente Categoría.

d. Refrigerantes:

- En el caso de equipos de calefacción que utilicen líquidos refrigerantes para su operación, se deberá cumplir con la directriz “c” del numeral “5.1.2. Gases Efecto Invernadero” de la Categoría Impacto Ambiental del presente documento.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2B, para Verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos en caso que corresponda:
 - Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita. Este documento debe ir validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
 - Copia de las facturas de compra del sistema de enfriamiento y ficha técnica correspondiente.
 - Etiquetado energético SEC.
 - Certificado SEC de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.
 - Planos del sistema, indicando los puntos de distribución.
- En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

f. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2C, para verificar al año de operación, el cumplimiento de la directriz, en cuanto a confirmar que los sistemas de enfriamiento operen de acuerdo a como fueron diseñados y recepcionados. Este documento debe ir firmado por el arquitecto



patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos en caso que corresponda:

- Cumplimiento de las directrices “a” y “b” del numeral 2.4.1. de la presente Categoría
- Verificar existencia de medidas de control sobre mantención periódica de los sistemas enfriamiento, según lo solicitado en Anexo 5.4, numeral 3
- Verificación de que los residentes cuenten con el “Manual del Usuario de la Vivienda”, según metodología. Informe de monitoreo horario anual del consumo de energía en enfriamiento de la vivienda, que indique el valor de consumo anual, según el numeral 2.4.1. de la presente Categoría.

NOTAS

- Se recomienda tener un dispositivo de velocidad variable instalado en los compresores, bombas y ventiladores y que se aislen y encierren las tuberías expuestas con tubos de PVC.
- El Ministerio de Energía gestiona el sistema de etiquetación para aparatos eléctricos. Las calificaciones tienen un rango de A hasta G. Es obligatorio que los aparatos tengan etiquetas con su calificación a la vista.
- Para más información sobre la etiquetación de aparatos electrónicos véase:

www.sec.cl - Protocolos de productos dla SECTor eléctrico

- The Building Energy Software Tools Directory, publica el listado the simuladores válidos para comportamiento térmico y energético, entre otros, evaluados por el método establecido en la norma ASHRAE 140.

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- A la fecha de publicación del presente documento el Ministerio de Energía cuenta con un sistema de etiquetación para aparatos eléctricos y de enfriamiento por aire. Sin embargo no están normados requerimientos óptimos para eficiencia energética de los equipos de enfriamiento.

DEFINICIONES

- No aplica.

REFERENCIAS

- ASHRAE, 2007. Norma ANSI/ASHRAE 90.1.2007. Categoría 6. Energy Standard for Buildings Except Low Rise Residential Buildings.
- ASHRAE, 2000. Systems and Equipment Handbook (SI).
- ASHRAE, 2004. Norma ANSI/ASHRAE 55-2004 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.
- ISO, 2008. Norma ISO 13790:2008, Cálculo del consumo de energía para calefacción y enfriamiento de espacios.
- ISO, 1994. Norma ISO 5151:1994, Comportamiento de acondicionadores de aire y bombas de calor sin ductos – Métodos de ensayo y clasificación.
- ISO, 2008. Norma ISO 13790:2008, Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios.
- ISO, 1998. Norma ISO 13256-2:1998, Water-source heat pumps - Testing and rating for performance - Part 2: Water-to-water and brine-to-water heat pumps (Estimación del COP para bombas de calor agua-agua).
- ISO, 2011. Norma ISO 15042:2011, Multiple split-system air-conditioners and air-to-air heat pumps - Testing and rating for performance (Estimación del desempeño para bombas de calor aire aire).
- INN, 2007. NCh 3081:of2007 Eficiencia Energética – Equipos de Aire Acondicionado – Clasificación y Etiquetado.
- Secretaría de Estado de Energía, 2013. Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. España.
- UNE, 2010. UNE-EN 1264-4:2010. Sistemas de calefacción y refrigeración de circulación de agua integrados en superficies. Parte 4: Instalación.



2.3.3. ESTÁNDARES DE ILUMINACIÓN INTERIOR

OBJETIVO

Reconocer y promover la especificación de artefactos de iluminación eficientes en recintos interiores de las viviendas, junto con el uso eficiente de iluminación durante la operación

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar mínimo para construcciones nuevas, alteraciones y ampliaciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

Cumplir al menos con 6 de las siguientes directrices de la etapa de diseño:

a. Promover luz natural:

- Diseñar las viviendas maximizando el uso de iluminación natural, reduciendo el uso de iluminación artificial durante las horas del día. Para ello, se debe cumplir con la directriz “a” del numeral 1.1.5, Confort Lumínico y Visual, de la Categoría Salud y Bienestar, del presente documento.
- Especificar circuitos eléctricos zonificados, de modo de minimizar el uso de iluminación artificial en lugares que no sea requerido.

b. Proporcionar iluminación artificial eficiente (en áreas comunes y no comunes):

- Especificar tecnologías eficientes tales como iluminación LED, lámparas fluorescente lineales T5 o nuevas tecnologías que demuestren eficiencia igual o mejor a las indicadas en la la Tabla 2.28.
- Especificar balastos electrónicos de factor de potencia superior a 0,4 para todas las lámparas de descarga (por ejemplo, lámparas fluorescentes y haluros metálicos). Refiérase a la Tabla 2.29. del presente numeral para información adicional.

c. Rendimiento luminoso:

- Especificar lámparas con rendimiento luminoso ≥ 70 lm/W. Para información referencial, ver Tabla 2.28 . y planilla de cálculo 01a Anexo 2.3 del presente documento.

d. Índice de protección IP:

- Especificar equipos de iluminación con índice de protección IP adecuados según

su ubicación. Para ver valores mínimos recomendados por recinto. Refiérase a Tabla 2.30 y para información adicional refiérase a Tabla 2.31

e. Desempeño energético (W/m²):

- Especificar iluminación interior de baja densidad de potencia (W/m²), para valores máximos recomendados por recinto refiérase a Tabla 2.32. y planilla de cálculo 02a Anexo 2.3 del presente documento.

f. Impacto ambiental:

- Especificar como mínimo 50% de lámparas no contaminantes, según se indica en la metodología.

g. Alimentación por energía solar fotovoltaica

- En caso de utilizar energía solar fotovoltaica se deberá disponer de un circuito de iluminación independiente de corriente continua para iluminación LED, de manera optimizar ambas tecnologías.

h. Sistemas de control

- Desarrollar un proyecto de control y monitoreo, según lo solicitado por la metodología.

i. Certificación técnica

- Todas las lámparas y controladores deberán contar con las certificaciones técnicas de seguridad y ambientales que se indican en la metodología.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

j. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, fortaleciendo la inspección de obras en las partidas vinculadas al presente numeral.

k. Iluminación eficiente En la instalación de faena:

- En la instalación de faena se deberán utilizar tecnologías de iluminación artificial eficientes, basadas en las directrices descritas en etapa de diseño del presente numeral.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

l. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar, al año de operación, el cumplimiento de los requisitos establecidos en la etapa de diseño, enfocados a velar que los equipos estén operando de acuerdo a lo proyectado y recepcionado.



METODOLOGÍA

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Promover luz natural:

1) Desarrollo de un proyecto de Arquitectura que cuente con simulación lumínica natural, según metodología de la directriz “a” del numeral 1.1.4, Confort Lumínico y Visual, de la Categoría Salud y Bienestar, del presente documento.

- Planos de iluminación, a escala máxima de 1:200, que deberán contener: Posición de todos los equipos de iluminación y altura de montaje, cuadro de superficies por recinto y simbología de equipos, especificando descripción, ubicación, cantidad y potencia unitaria.

2) Todos los circuitos eléctricos deberán estar zonificados. Para cumplimiento de este requerimiento se deberán entregar los siguientes documentos:

- Planos de instalación eléctrica indicando claramente los circuitos zonificados por uso y/o optimización de iluminación artificial en función de la iluminación natural de los recintos.
- Especificaciones de equipos y circuitos.
- El proyecto eléctrico deberá ir acompañado del estudio de iluminación natural de los recintos que demuestre la distribución interna de la misma en al menos 3 horarios del día, tal como se solicita en directriz “a” del numeral 1.1.4 Confort Lumínico y Visual”, de la Categoría “Salud y Bienestar” del presente documento.

b. Proporcionar iluminación artificial eficiente (en áreas comunes y no comunes):

- Especificar lámparas que cumplan con las siguientes características de eficiencia.

1) Uso de tecnologías eficientes, tales como las indicadas en la la Tabla 2.28.

TABLA 2.28.: VALORES REFERENCIALES DE POTENCIA (W), LÚMENES (lm), RENDIMIENTO LUMINOSO (lm/W) ÓPTIMO Y TIPO DE BALASTO POR LÁMPARA.

LÁMPARA	POTENCIA (W)	LÚMENES (lm)	RENDIMIENTO LUMINOSO (lm/W)	BALASTO
LED	2	200	100	
	5	500	100	
	10	1000	100	
Fluorescente compacto	26	1800	69	electrónico
	32	2400	75	electrónico
	36	2800	78	electrónico
	80	6000	75	electrónico
Tubo fluorescente T5	28	2900	104	electrónico
	35	3450	99	electrónico

Fuente: Elaboración propia, Eleek Lamping Guide. Disponible en http://www.eleekinc.com/latest-versions/lamping-guide/Eleek-Lamping_Guide_v12.pdf. Consultada el 11.08.16.

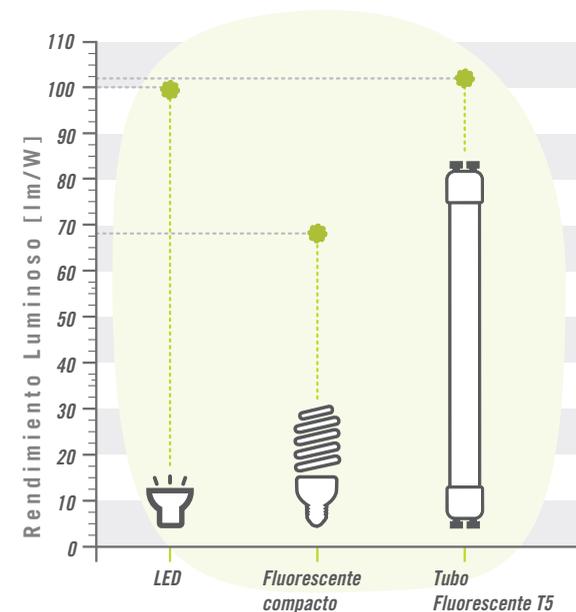


Ilustración N°15

Ilustración N°15:
Rendimiento luminoso

2) Especificar balastos electrónicos de factor de potencia superior a 0,4 para todas las lámparas de descarga.

2.29: VALORES DE FACTOR DE POTENCIA (COS Φ) MÍNIMOS PARA BALASTOS

TIPO DE CARGA	COS Φ
Lámparas fluorescentes (compensadas)	0,9
Otras lámparas de descarga (haluros metálicos)	0,4 – 0,6

Fuente: Figura L6, Guía de diseño de instalaciones eléctricas 2008, Schneider Electric

c. Rendimiento luminoso

- Para el cálculo de iluminación artificial especificar lámparas con rendimiento luminoso ≥ 70 lm/W, utilizando información de la Tabla 2.28 en la planilla 01 del Anexo 2.3 que se basa en la siguiente ecuación.

ECUACIÓN 2.4:

$$\text{Rendimiento luminoso} = \frac{\text{lúmenes}}{\text{Watt}}$$

d. Índice de protección IP:

- Especificar equipos de iluminación y lámparas que cumplan como mínimo con los grados de protección IP especificados en las Tablas 2.30 y 2.31, dependiendo del recinto donde se va a instalar.

TABLA 2.30.: ÍNDICE DE PROTECCIÓN IP MÍNIMO RECOMENDADO POR RECINTO

RECINTO	GRADO DE PROTECCIÓN IP
Baños	IP44
Comedor, salas estar, pasillos	IP20
Cocina	IP21
Dormitorio	IP20
Patios y terrazas cubiertas	IP44
Bodegas	IP21

Fuente: Elaboración propia, basada en Norma UNE 20460

TABLA 2.31.: ÍNDICE DE PROTECCIÓN IP MÍNIMO RECOMENDADO POR RECINTO

CUERPOS EXTRAÑOS		AGUA	
0	Sin protección	0	Sin protección
1	Protegido contra el ingreso de cuerpos extraños de $\varnothing \geq 50$ mm	1	Protegido contra la caída vertical de gotas de agua
2	Protegido contra el ingreso de cuerpos extraños de $\varnothing \geq 12,5$ mm	2	Protegido contra la caída vertical de gotas de agua con una inclinación de hasta 15°
3	Protegido contra el ingreso de cuerpos extraños de $\varnothing \geq 2,50$ mm	3	Protegido contra la caída de lluvia
4	Protegido contra el ingreso de cuerpos extraños de $\varnothing \geq 1,0$ mm	4	Protegido contra las salpicaduras de agua
5	Protegido contra la entrada de polvo	5	Protegido contra chorros de agua
6	Estanco al polvo	6	Protegido contra chorros fuertes de agua
		7	Protegido contra inmersión temporal en agua
		8	Protegido contra inmersión prolongada en agua

Fuente: Tabla 1.II y 1.III, Norma Chilena Eléctrica 4/2003

Nota:

- Primer dígito: contra acceso de cuerpos extraños
- Segundo dígito: contra acceso de agua

e. Desempeño energético (W/m²):

- Especificar que los recintos cuenten con iluminación interior de baja densidad de potencia (W/m²), para valores máximos recomendados por recinto refiérase a Tabla 2.32.

TABLA 2.32.: DENSIDADES DE POTENCIA EN ILUMINACIÓN REFERENCIALES.

RECINTOS	W/M ²
Comedor	6
Cocina	8
Dormitorio	5
Corredor	5
Baños	6
Otros recintos interiores	5

Fuente: Elaboración propia.



- Completar planilla de cálculo 02a del Anexo 2.3, demostrando el cumplimiento de la densidad de potencia (W/m²) por cada recinto interior para cada lámpara instalada según directrices y metodología.

f. Impacto ambiental:

- Especificar un mínimo de 50% de las lámparas del proyecto como no contaminantes, que cuenten con certificación de “Restricción de Sustancias Peligrosas” (RoHS) u otra que demuestre que no contiene mercurio u otros componentes tóxicos.

g. Alimentación por energía solar fotovoltaica

- Especificar lámparas de bajo voltaje con su circuito independiente, que se alimente directamente del sistema de energía solar fotovoltaica. Este sistema deberá contar con baterías de respaldo.
- Plano de detalle generación solar fotovoltaica, según punto 2 de la metodología de la directriz “a” del numeral 2.3.5. del presente documento, que incluya:
 - Circuito de alimentación para iluminación eficiente independiente.

h. Sistemas de control

- Todos los circuitos eléctricos deberán estar zonificados, a modo de minimizar el uso de iluminación artificial en lugares que no sea requerida.
- Para el manejo de la iluminación de las áreas comunes, se dará prioridad al uso de controladores (reguladores, interruptores con activación por detección de presencia y apagado automático y/o fotosensores).
- Especificar sistemas de control para áreas comunes dando prioridad al uso de controladores (reguladores, interruptores con activación por detección de presencia y apagado automático y/o fotosensores).
- En caso que los controladores no sean compatibles con las lámparas y equipos propuestos, se deberán especificar, como mínimo, interruptores manuales de circuito de combinación escalera 9-24 en todos los recintos de uso intermitente, como escaleras y pasillos.

i. Certificación técnica

- Como parte de la documentación de las lámparas y controladores se deberá contar con certificaciones técnicas de seguridad: CE, UL, que permitan corroborar el cumplimiento de las directrices requeridas en este tema. En Notas se describen cada una de estas certificaciones.
- Como parte de la documentación de las lámparas y controladores se deberá contar con certificaciones técnicas ambientales: TÜV, RoHS, FCC, que permitan corroborar

el cumplimiento de las directrices requeridas en este tema. En Notas se describen cada una de estas certificaciones.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

j. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

k. Iluminación eficiente en la instalación de faena:

- Checklist N°2B, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el Arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos en caso que corresponda:
 - Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6, del presente documento), donde se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita. Este documento debe ir validado por la ITO, por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
 - Copia de las facturas de compra de los equipos, lámparas y accesorios de los circuitos de iluminación.
 - Fichas técnicas de los equipos y lámparas correspondientes.
 - Etiquetado energético SEC.
 - Certificado SEC de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.
 - Planos del proyecto de iluminación y eléctrico completo indicando claramente los circuitos.
- En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

l. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2C, para verificar al año de operación el cumplimiento de las directrices especificadas en el proyecto y recepcionadas en obra. Este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante. La verificación consistirá en confirmar si se conserva la misma cantidad y calidad de equipos.
- En caso de la existencia de una administración se deberá documentar los horarios o procedimientos implementados para optimización del uso de la iluminación artificial.



EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

- Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos en caso que corresponda:

a. Promover luz natural:

- Cumplimiento con la directriz “a” del numeral 1.1.5. “Confort Luminico y visual” del presente documento.
- Planos de arquitectura general, a escala máxima de 1:100.
- Informe de análisis de iluminación natural.
- Planos de iluminación, a escala máxima de 1:200, según se indica en metodología.
- Planos de instalación eléctrica, a escala máxima de 1:200, indicando claramente los circuitos zonificados por uso y/o por optimización de iluminación artificial, en función de la iluminación natural de los recintos.
- Especificaciones Técnicas de luminarias, equipos, sistemas de control y accesorios.

b. Proporcionar iluminación artificial eficiente (en áreas comunes y no comunes):

c. Rendimiento luminoso

d. Índice de protección IP:

- Especificaciones Técnicas y fichas de todas las lámparas, que describan los requerimientos indicados en el presente tema, tales como, lúmenes por equipo, índice de protección y tipo de balasto, si aplica, junto con la certificación correspondiente.
- Planillas de cálculo 01a del Anexo 2.3, demostrando el cumplimiento de los criterios de rendimiento luminoso (lm/W), para cada lámpara instalada según directrices y metodología.

e. Desempeño energético (W/m²):

- Planos de proyecto de iluminación indicando densidad de potencia por recinto.
- Especificaciones Técnicas y fichas de todas las lámparas, que describan los requerimientos indicados en el presente tema, tales como, lúmenes por equipo, índice de protección y tipo de balasto, si aplica, junto con la certificación correspondiente
- Planillas de cálculo 01 y 02 del Anexo 2.3, demostrando el cumplimiento

de densidad de potencia (W/m²) por cada recinto interior para cada lámpara instalada según directrices y metodología.

f. Impacto ambiental:

- Certificados que demuestren que la lámpara no cuenta con componentes tóxicos según se indica en metodología.
- Especificaciones Técnicas de luminarias
- Fichas Técnicas de luminarias no contaminantes

g. Alimentación por energía solar fotovoltaica:

- Especificaciones Técnicas de sistema solar fotovoltaico completo con circuito y lámparas de bajo voltaje
- Plano de detalle generacion solar fotovoltaica, según metodología.

h. Sistemas de control

- Planos de circuitos eléctricos y controladores detallados, que deberán contener:
 - Posición de todos los controladores y altura de montaje en relación a la iluminación propuesta, y simbología de controladores especificando descripción, ubicación y radio de alcance.
 - Posición de todos los equipos de iluminación y altura de montaje especificando descripción, ubicación y alcance.
 - Especificaciones Técnicas de sistemas de control
 - Fichas técnicas de sistemas de control

i. Certificación técnica

- Especificaciones Técnicas del proyecto iluminación interior
- Fichas Técnicas de luminarias
- Al menos una certificación técnica de seguridad y una ambiental según se indica en metodología.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

j. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

l. Iluminación eficiente en la instalación de faena:

- Checklist N°2b, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el Arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos en caso que corresponda:



- Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por Anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
 - Fichas técnicas de los equipos y lámparas correspondientes.
 - Etiquetado energético SEC.
 - Certificado SEC de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.
 - Facturas de compra de los equipos, lámparas y accesorios de los circuitos de iluminación
 - Planos As built del proyecto de iluminación y eléctrico completo indicando claramente los circuitos.
- En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

k. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2C, para verificar al año de operación el cumplimiento de las directrices especificadas en el proyecto y recepcionadas en obra.
- En caso de la existencia de una administración se deberá documentar los horarios o procedimientos implementados para optimización del uso de la iluminación artificial.
- Verificar existencia de medidas de control sobre mantenimiento periódica de los sistemas de iluminación, según lo solicitado en Anexo 5.4, numeral 3.
- Verificación de que los residentes cuenten con el “Manual del Usuario de la Vivienda”, según metodología.

NOTAS

- **Certificación TÜV (Technischer Überwachungs-Verein):** Certificación alemana que garantiza que los productos cumplen con altas exigencias en parámetros de sostenibilidad y protección medioambiental (Fuente: <http://www.tuv-sud.es/>).
- **Marca CE (Conformité Européenne):** Marca por parte del fabricante, que garantiza que los productos cumplen con los requisitos legales y técnicos en materia de seguridad de los Estados miembros de la Unión Europea. (Fuente: <http://ec.europa.eu/growth/single-market/ce-marking/>)

- **Certificación RoHS (Restriction of use of Hazardous substances):** Certificación de la Unión Europea que garantiza que los productos eléctricos y electrónicos no contienen plomo u otras sustancias peligrosas, tanto para las personas como para el medio ambiente (Fuente: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:32002L0095>).

- **Certificación UL (Underwriters Laboratories):** Certificación de EEUU que garantiza que los productos han sido testeados por un laboratorio de pruebas reconocido nacionalmente (Nationally Recognized Testing Laboratory, o NRTL), cumpliendo con las normas de seguridad generalmente aceptadas para el producto (Fuente: <https://www.osha.gov/dts/otpca/nrtl/index.html>).

- **Certificación FCC (Federal Communications Commission):** Certificación de EEUU que garantiza que los productos eléctricos cumplen con una limitación en las emisiones electromagnéticas, reduciendo las interferencias electromagnéticas dañinas (Fuente: <https://www.fcc.gov/>).

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

A la fecha de publicación del presente documento, no existen normativas ni reglamentos que regulen la eficiencia energética de la iluminación interior dla SEctor residencial en Chile.

DEFINICIONES

- **Balastos electrónicos de alto factor de potencia:** Circuitos auxiliares que limitan la corriente a un valor determinado para cada lámpara. Se caracterizan por encender las lámparas de descarga en alta frecuencia (sobre 20KHz), lo que se traduce en la eliminación del parpadeo de la lámpara en el encendido y el ruido audible, aumentando su rendimiento, control de la potencia de salida, mayor vida útil y reducido volumen (Aenor, 2004).

- **Rendimiento luminoso (lm/W):** El rendimiento luminoso o coeficiente de eficacia luminosa de una fuente de luz, indica el flujo luminoso que emite la misma por cada unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención. Su unidad de medida es el lumen por Watt (lm/W) (IES. 2010).

- **Índice de protección IP:** Sistema de clasificación alfa-numérica de los diferentes grados de protección aportados al equipamiento eléctrico y electrónico, por los



contenedores que resguardan los componentes del equipo. Un grado de protección IPXX indica lo siguiente:

- Las letras IP indican al estándar (del inglés: Ingress Protection o Protección de ingreso).
 - El valor del primer dígito indica el nivel de protección ante cuerpos extraños (polvo); y
 - El valor del segundo dígito indica el nivel de protección frente a líquidos (agua) (IES. 2010).
- **Densidad de potencia (W/m^2):** La densidad de potencia indica la potencia eléctrica consumida por unidad de superficie. Su unidad de medida es Watt por metro cuadrado (W/m^2) (IES. 2010),
 - **Reguladores de luz:** Dispositivos utilizados para atenuar el brillo de una fuente luminosa, mediante la modificación de la forma de onda por un cambio de tensión aplicado a la lámpara. Se le denomina también dimer (del inglés: Dimmer) (IES. 2010).
 - **Detectores de movimiento:** Dispositivos utilizados para encender o apagar un centro luminoso (luminaria o grupo de luminarias). Funcionan registrando la radiación térmica (detector infrarrojo) o el sonido (detector ultrasónico) de su entorno o zona de detección. Si se registra algún cambio en la zona de detección, el detector de movimiento lo transforma en una señal eléctrica mensurable y el centro luminoso se enciende (IES. 2010).
 - **Fotosensores:** Sensor integrado en la luminaria, que mide de manera continua los niveles de iluminancia (lux) que hay por debajo de ella. El sensor regula la emisión del flujo luminoso de la lámpara en función de los niveles de iluminancia totales que detecta: A mayores niveles de iluminación natural, menor flujo luminoso emite la luminaria, y por tanto, menos potencia eléctrica consume (IES. 2010).
 - **Circuito de combinación escalera 9-24:** Circuito de alumbrado que permite controlar, desde dos puntos diferentes, los estados de encendido y apagado de un centro luminoso (luminaria o grupo de luminarias). Se utiliza principalmente en escaleras, pasillos y habitaciones con doble acceso, entre otros (SEC. 2003).
 - **Lumen (lm):** Unidad de medida del flujo luminoso emitido por una fuente de luz. El flujo luminoso contempla la sensibilidad de percepción del ojo humano a las diferentes longitudes de onda de la luz, o espectro visible (380-780nm), discriminando la radiación electromagnética que no es visible por el ojo humano (IES. 2010).

REFERENCIAS

- SSL, 2008. The SSL Lighting Handbook. The Society of Light and Lighting. CIBSE (Chartered Institute of Building Service Engineers). Reino Unido.
- BS, 2008. Norma BS 8206-2:2008 Lighting for buildings. Code of practice for daylighting.
- ASHRAE, 2010. Norma ANSI/ASHRAE 90.1. 2010. Energy Standard for Buildings Except Low Rise Residential Buildings.
- SEC, 2003. Norma Chilena Eléctrica 4/2003, Electricidad en instalaciones de consumo en baja tensión, Chile.
- AENOR, 2004. Norma UNE 20460-5-523:2004. Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Selección e instalación de los materiales eléctricos. Categoría 523: Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.
- Schneider, 2008. Guía de diseño de instalaciones eléctricas. Según normas internacionales IEC. Schneider Electric. España.
- IES, 2010. 10th Edition Of The Lighting Handbook. Illuminating Engineering Society. USA.
- SEC, 2003. Nch ELEC. 4/2003. Electricidad en instalaciones de consumo de baja tensión. Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Chile.



2.3.4. ESTÁNDARES PARA ILUMINACIÓN EXTERIOR

OBJETIVO

Reconocer y promover la especificación y operación de artefactos de iluminación eficientes para áreas exteriores.

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar mínimo para construcciones nuevas, ampliaciones y alteraciones, en proyectos colectivos o viviendas unifamiliares con superficie por sobre 140 m² construidos, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

Cumplir al menos con 6 de las siguientes directrices de la etapa de diseño:

a. Proporcionar iluminación artificial eficiente (en áreas comunes y no comunes):

- Cumplir con la directriz “b” del numeral 2.3.3.

b. Rendimiento luminoso:

- Cumplir con la directriz “c” del numeral 2.3.3.

c. Índice de protección IP:

- Especificar equipos de iluminación con índice de protección IP adecuados según su ubicación indicadas en la la Tabla 2.33 (valores mínimos recomendados por recinto). Para información adicional, refiérase a la Tabla 2.31.

d. Desempeño energético (W/m²):

- Especificar iluminación exterior de baja densidad de potencia (W/m²), para valores máximos recomendados por recinto refiérase a la Tabla 2.34.

e. Impacto ambiental:

- Cumplir con la directriz “f” del numeral 2.3.3.

f. Alimentación por energía solar fotovoltaica:

- Cumplir con la directriz “g” del numeral 2.3.3.

g. Sistemas de control

- Cumplir con la directriz “h” del numeral 2.3.3.

h. Contaminación lumínica:

- Cumplir con la directriz “a” del numeral 5.1.5. Contaminación Lumínica, de la Categoría 5 Impacto Ambiental, del presente documento.

i. Requerimientos mínimos de iluminancia:

- Cumplir con la directriz “e” del numeral 1.1.4 “Confort lumínico de la Categoría N°1 “Salud y Bienestar”.

j. Certificación técnica

- Cumplir con la directriz “i” del numeral 2.3.3.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

k. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, fortaleciendo la inspección de obras en las partidas vinculadas al presente numeral.

l. Iluminación eficiente en la instalación de faena:

- En la instalación de faena se deberán utilizar tecnologías de iluminación artificial eficientes basadas en las directrices descritas en la etapa de diseño del presente numeral.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

m. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño enfocados en velar por que los equipos estén operando de acuerdo a lo proyectado y recepcionado.

METODOLOGÍA

EN ETAPA DE DISEÑO:

A demás de los requisitos establecidos en el presente documento, se deberá cumplir con los siguientes documentos normativos chilenos:

- Minenergía. 2014. D.S.01 del 2014. Reglamento de Alumbrado Público de Vías de Transito Vehicular. Ministerio de Energía Chile.
- Minenergía. 2015. D.S.51 del 2015. Reglamento de Alumbrado Público de Bienes Nacionales de Uso Público Destinados a Transito Peatonal. Ministerio de Energía Chile.



- SEC, 2003. Nch ELEC 4/2003. Electricidad en instalaciones de consumo de baja tensión. Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Chile.

Como requerimiento general, se deberá desarrollar:

- Planos de iluminación exterior y sistemas de control, a escala máxima de 1:200, indicando ubicación y altura de los equipos.
- Planos de instalación eléctrica, a escala máxima de 1:200, indicando claramente los circuitos zonificados por uso y/o optimización de iluminación artificial.
- Especificaciones de luminarias, equipos, sistemas de control y accesorios, indicando su eficiencia en lumen por Watt de circuito, para todas las lámparas, junto con los sistemas de control aplicables a cada artefacto o grupo de artefactos.
- Informe con resultados de simulación que demuestren el cumplimiento de los estándares mínimos indicados en las Tablas anteriores.
 - Documento con curvas fotométricas de todos los equipos de iluminación exteriores de acuerdo a su posición, orientación e instalación. Refiérase al numeral 5.1.3. de la Categoría Impacto Ambiental, del presente documento.
 - Especificaciones y fichas técnicas de sensores de movimiento seleccionados.

a. Proporcionar iluminación artificial eficiente (en áreas comunes y no comunes):

- Cumplir con la metodología de la directriz “b” del numeral 2.3.3, de la presente Categoría.

b. Rendimiento luminoso:

- Cumplir con la metodología de la directriz “c” del numeral 2.3.3, de la presente Categoría.

c. Índice de protección IP:

- Especificar equipos de iluminación y lámparas que cumplan, como mínimo, con los grados de protección IP especificados a continuación:

TABLA 2.33.: ÍNDICE DE PROTECCIÓN IP MÍNIMO RECOMENDADO POR RECINTO

RECINTO	GRADO DE PROTECCIÓN IP
Patios y terrazas cubiertas	IP44
Bodegas	IP21
Estacionamientos	IP21
Patios y terrazas	IP55

Fuente: Elaboración propia, basada en Norma UNE 20460

d. Desempeño energético (W/m²):

- Desarrollar el proyecto de iluminación exterior indicando densidad de potencia sobre las áreas iluminadas.
- Completar planilla de cálculo O2 del Anexo 2.3., demostrando el cumplimiento de la densidad de potencia (W/m²) para cada área exterior iluminada.

TABLA 2.34.: DENSIDADES DE POTENCIA MÁXIMAS EN ILUMINACIÓN EXTERIOR DE EDIFICIOS

RECINTO EXTERIOR	DENSIDAD DE POTENCIA LUMÍNICA (W/m ²)
Paisajismo	0,53
Marquesina de entrada	2,7
Entradas y salidas de edificios (por ml de puerta)	66 W/ml
Estacionamientos descubiertos	1,6
Caminos peatonales, menores de 3 m de ancho	2,3
Fachada de la edificación	8,2
Bajo toldos o aleros	13,5
Otros exteriores	

Fuente: Tabla 9.4.3b ASHRAE 90.1 2007 y 2010

e. Impacto ambiental:

- Cumplir con la metodología de la directriz “f” del numeral 2.3.3, de la presente Categoría.

f. Alimentación por energía solar fotovoltaica:

- Cumplir con metodología de la directriz “g” del numeral 2.3.3, de la presente Categoría.

g. Sistemas de control

- Cumplir con la metodología de la directriz “h” del numeral 2.3.3, de la presente Categoría.
- Los equipos de iluminación exterior deberán ser controlados mediante temporizadores o interruptores fotoeléctricos y detectores de movimiento, a modo de optimizar su operación durante las horas de uso.

h. Contaminación lumínica:

- Cumplir con la metodología del numeral “5.1.5. Contaminación Lumínica” de la Categoría 5 Impacto ambiental, del presente documento.

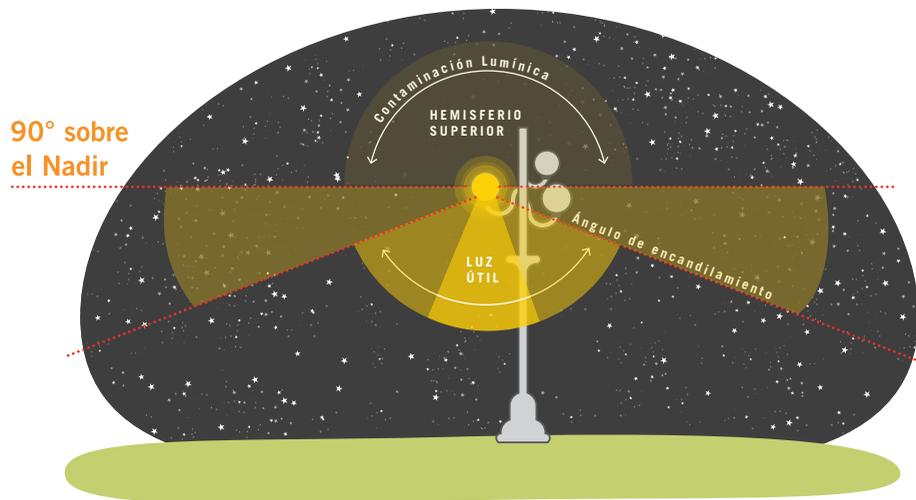


Ilustración N°16

i. Requerimientos mínimos de iluminancia:

- Cumplir con metodología de la directriz “e” del numeral 1.1.4 “Confort lumínico de la Categoría N°1 “Salud y Bienestar”.

j. Certificación técnica

- Cumplir con la directriz “i” del numeral 2.3.3. de la presente Categoría.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:**k. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:**

- Verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, fortaleciendo la inspección de obras en las partidas vinculadas al presente numeral.

l. Iluminación eficiente en la instalación de faena:

- En la instalación de faena se deberán utilizar tecnologías de iluminación artificial eficientes basadas en las directrices descritas en la etapa de diseño del presente numeral.

Ilustración N°16:
Condiciones óptimas para diseño de iluminación exterior

EN ETAPA DE OPERACIÓN:**m. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:**

- Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño enfocados en velar por que los equipos estén operando de acuerdo a lo proyectado y recepcionado.

EVIDENCIA REQUERIDA**EN ETAPA DE DISEÑO:**

- Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos en caso que corresponda:

Documentos requeridos para todas las directrices de diseño:

- Informe de iluminación artificial exterior, con los resultados de los cálculos o simulaciones.
- Planos de iluminación, a escala máxima de 1:200, según se indica en metodología.
- Planos de instalación eléctrica, a escala máxima de 1:200, indicando claramente los circuitos zonificados por uso y/o por optimización de iluminación artificial en función de la iluminación natural de los recintos.
- Especificaciones de luminarias, equipos, sistemas de control y accesorios.

a. Proporcionar iluminación artificial eficiente (en áreas comunes y no comunes):

- Cumplir con la directriz “b” del numeral 2.3.3. de la presente Categoría.

b. Rendimiento luminoso:

- Cumplir con la directriz “c” del numeral 2.3.3. de la presente Categoría.

c. Índice de protección IP:

- Especificaciones Técnicas y fichas de todas las lámparas.

d. Desempeño energético (W/m²):

- Proyecto de iluminación, indicando densidad de potencia por recinto.
- Planillas de cálculo O2 del Anexo 2.3, demostrando el cumplimiento de densidad de potencia (W/m²) por cada recinto interior para cada lámpara instalada según directrices y metodología.

e. Impacto ambiental:

- Certificados que demuestren que la lámpara no cuenta con componentes tóxicos según se indica en metodología.
- Fichas técnicas de luminarias exteriores

f. Alimentación por energía solar fotovoltaica

- Cumplir con metodología de la directriz “g” del numeral 2.3.3, de la presente Categoría.

g. Sistemas de control

- Cumplir con la directriz “h” del numeral 2.3.3. de la presente Categoría.

h. Contaminación lumínica:

- Cumplir con numeral “5.1.5. Contaminación Lumínica” de la Categoría 5 Impacto ambiental, del presente documento.

i. Requerimientos mínimos de iluminancia:

- Cumplir con la directriz “e” del numeral 1.1.4 “Confort lumínico de la Categoría N°1 “Salud y Bienestar”.

j. Certificación técnica

- Cumplir con la directriz “i” del numeral 2.3.3.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:**k. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:****l. Iluminación eficiente en la instalación de faena:**

- Checklist N°2B, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos en caso que corresponda:
 - Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por Anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
 - Copia de las facturas de compra de los equipos, lámparas y accesorios de los circuitos de iluminación.
 - Fichas técnicas de los equipos, sensores y lámparas correspondientes.
 - Etiquetado energético SEC.
 - Certificado SEC de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.
 - Planos as built del proyecto de iluminación y eléctrico completo indicando claramente los circuitos.

- En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento de lo indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:**I. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:**

- Checklist N°2C, para verificar al año de operación el cumplimiento de las directrices especificadas en el proyecto y recepcionadas en obra y contar con los siguientes documentos:
 - Verificar existencia de medidas de control sobre mantención periódica de los sistemas de iluminación, según lo solicitado en Anexo 5.4, numeral 3.
 - En caso de la existencia de una administración se deberá documentar los horarios o procedimientos implementados para optimización del uso de la iluminación artificial.
 - Verificación de que los residentes cuenten con el “Manual del Usuario de la Vivienda”, según metodología.

NOTAS

- Las lámparas fluorescentes tubulares y compactas típicamente cumplen con este requerimiento. Las lámparas GLS tungsteno con conexión de bayoneta, lámparas halógenas de tungsteno o con base de tornillo Edison no cumplen con este requerimiento.

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- A la fecha de publicación del presente documento, existen diferentes normativas de iluminación exterior que regulan circulaciones peatonales, vehiculares, contaminación lumínica e instalaciones eléctricas, las cuales se usaron como referencia para el presente documento



DEFINICIONES

- **Artefactos con un controlador integrado exclusivo:** Son todos los artefactos apropiados como lámpara, base, equipo de control y una carcasa, reflector, pantalla o difusor. Este artefacto es exclusivo, en el sentido que solo puede contener lámparas con una eficacia lumínica mayor de 40 lúmenes por Watt de circuito. El artefacto puede contener una o más lámparas (Aenor, 2004).
- **Fotocelda (Sensor de luz diurna):** Sensor que se acciona mediante la intensidad de luz incidente, utilizado como interruptor fotoeléctrico (Aenor, 2004).
- **Fotoceldas integradas:** Dispositivo electrónico integrado en la luminaria, capaz de producir corriente eléctrica al ser expuesto a la luz ambiental. Este efecto permite producir el voltaje suficiente para recargar una batería, permitiendo el encendido de la fuente de luz durante la noche y su apagado durante el día, mediante un (interruptor fotoeléctrico) (Aenor, 2004).
- **Interruptor fotoeléctrico:** Dispositivo electrónico integrado en la luminaria, que detecta la luz ambiental mediante fotoceldas integradas, y permite el encendido y apagado automático de la fuente de luz (Aenor, 2004).
- **Interruptor de tiempo:** Interruptor con un reloj integrado para prender y apagar en tiempos programados (Aenor, 2004).
- **Temporizador:** Sistema de control de tiempo que se utiliza para abrir y cerrar un circuito eléctrico (encender y apagar centros luminosos) en momentos predeterminados del día. Pueden funcionar mediante programación manual o astronómica (Aenor, 2004).

REFERENCIAS

- Aenor, 2004. Norma UNE 20460-5-523:2004, Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5: Selección e instalación de los materiales eléctricos. Categoría 523: Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.
- Ashrae, 2010. Norma ANSI/ASHRAE 90.1. 2007/2010. Energy Standard for Buildings Except Low Rise Residential Buildings, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. USA.
- BS, 2008. Norma BS 8206-2:2008 Lighting for buildings. Code of practice for daylighting.
- IES, 2010. 10th Edition Of The Lighting Handbook. Illuminating Engineering Society. USA.
- MMA.2012. DS. N°43/12 "Norma de emisión para la regulación de la contaminación

lumínica, Ministerio de Medio Ambiente, Chile.

- MEFR, 1998. D.S. N° 686 Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- Minenergía, 2014. D.S.01 del 2014. Reglamento de Alumbrado Público de Vías de Transito Vehicular. Ministerio de Energía Chile.
- Minenergía, 2015. D.S.51 del 2015. Reglamento de Alumbrado Público de Bienes Nacionales de Uso Público Destinados a Transito Peatonal. Ministerio de Energía Chile.
- Schneider, 2008. Guía de diseño de instalaciones eléctricas, según normas internacionales IEC. Schneider Electric. España.
- SEC, 2003. Nch ELEC 4/2003. Electricidad en instalaciones de consumo de baja tensión. Superintendencia de Electricidad y Combustibles. Chile.
- SSL, 2008. The SSL Lighting Handbook. The Society of Light and Lighting. CIBSE (Chartered Institute of Building Service Engineers). Reino Unido.



2.3.5. SISTEMAS DE ENERGÍAS RENOVABLES

OBJETIVO

Promover el uso de energías renovables que suministren una proporción del consumo de energética de una edificación, fomentando la generación distribuida y el autoabastecimiento.

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar mínimo para construcciones nuevas, alteraciones y ampliaciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Aporte en energías renovables:

- Velar por que las tecnologías de energías renovables suministren al menos el 10% del consumo energético total de la vivienda en zona urbana al 2020, el 20% al 2030 y 50% al 2050, mediante el suministro de electricidad, calefacción de espacios o de agua caliente sanitaria.
- En el caso de las viviendas en zonas rurales se solicita suministrar como mínimo del total de la energía requerida un 20% al 2020, el 30% al 2030 y 50% al 2050

b. Certificaciones

- Los equipos deberán contar con las certificaciones de seguridad y desempeño correspondientes, emitidas por laboratorios autorizados por la SEC, o a través de certificaciones reconocidas a nivel internacional (ISO, IEC, CE, etc.)

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, fortaleciendo la inspección de obras sobre las partidas vinculadas a la presente directriz.

d Aporte en energías renovables en obra:

- Uso de un mínimo de 10% de energía renovable en la instalación de faena para electricidad, calefacción de espacios o de agua.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Verificar, al año de operación, el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, enfocados a que los sistemas de energías renovables estén operando correctamente y que se estén logrando los ahorros proyectados en etapa de diseño.

METODOLOGÍA

- Las energías renovables que se pueden implementar en edificación residencial incluyen:

1. Sistemas solares térmicos (SST)
2. Sistemas solares Fotovoltaicos (PV)
3. Energía Eólica
4. Sistemas de cogeneración de calor y energía
5. Sistema de calefacción con geotermia de baja entalpía
6. Biomasa
7. Mini o micro hidro.

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Aporte en energías renovables:

- Evaluar el desempeño del sistema de generación utilizando datos climatológicos válidos por el Ministerio de Energía.
- El desarrollo de los proyectos de energía renovable debe ser desarrollado por profesionales competentes que demuestren preparación técnica y/o experiencia en estos temas.

1. *Sistemas Solares Térmicos (SST)*

- El dimensionamiento del Sistema Solar Térmico se hará de acuerdo a la metodología y los parámetros establecidos en la “Norma Técnica” de la ley N°20.365, para lo cual podrá utilizar la herramienta de cálculo (método f-chart) dispuesta por el Ministerio de Energía.
- La contribución solar mínima, respecto al nivel de radiación solar de la comuna



TABLA 2.35.: CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA PARA SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS

RADIACIÓN GLOBAL MEDIA ANUAL (H) [kWh/m ² ·año]	CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA EXIGIDA [%]
1948 ≤ H	75
1791 ≤ H < 1948	66
1454 ≤ H < 1701	57
1208 ≤ H < 1454	48
961 ≤ H < 1208	39
961 < H	30

Fuente: Norma Técnica que determina algoritmo para la verificación de la contribución solar mínima de los Sistemas Solares Térmicos acogidos a la franquicia tributaria de la Ley N° 20.365

donde esté ubicada en la vivienda será de acuerdo a la siguiente Tabla:

- Se debe contemplar un sistema de respaldo dimensionado de manera que permita satisfacer la demanda de ACS en los momentos en que el recurso no esté disponible. El sistema de respaldo debe cumplir con las directrices para sistemas de generación de ACS de la numeral 2.3.1. del presente documento.
- Sin perjuicio de lo anterior, el volumen de acumulación deberá ser optimizado para una temperatura de uso del orden de 45°. En el caso de los sistemas solares, se recomienda utilizar entre 40 y 70 litros de acumulación por cada metro cuadrado de colector instalado.
- Las ciudades que estén al sur de Concepción favorecerán la utilización de colectores solares del tipo “Tubos al Vacío” tanto para agua caliente sanitaria (ACS) como para calefacción.
- Las ciudades que estén al norte de Concepción favorecerán la utilización de colectores solares del tipo plano para agua caliente sanitaria (ACS) y tipo Heat-Pipe para calefacción.
- Herramienta de cálculo f-chart: http://www.programasolar.cl/images/stories/documentos/algoritmo_fchart%20v3.xls

2. Sistemas Fotovoltaicos

- Los sistemas que inyecten a la red deben estar diseñados de acuerdo a los requerimientos técnicos establecidos por la “Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación en Baja Tensión” de la ley 20.571.
- Se recomienda realizar un análisis técnico, económico y ambiental que permita hacer una comparativa de las ventajas o desventajas de utilizar baterías que

permitan el almacenamiento de energía, versus la inyección de electricidad a la red.

- Los módulos deberán contar al menos con las certificaciones IEC 61216 o IEC 616146 y con IEC 61730, que se explican en “Notas”.

3. Sistemas eólicos

- Se favorecerá la implementación de sistemas eólicos en las locaciones que tengan un factor de planta $\geq 0,25$ de acuerdo a la herramienta “Explorador Eólico” del Ministerio de Energía, a menos que un análisis técnico y económico muestre su ventaja competitiva con respecto a otra tecnología como la fotovoltaica.
- Los sistemas eólicos para uso residencial se utilizarán preferentemente en sectores rurales con baja densidad poblacional. Solo se utilizará en sectores urbanos cuando existan mediciones que demuestren que la velocidad del viento es la adecuada para cumplir con un factor de planta $\geq 0,25$.

- Los sistemas que inyecten a la red deben estar diseñados de acuerdo a los requerimientos técnicos que establezca la “Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación en Baja Tensión” de la ley 20.571.

4. Sistemas de cogeneración eficiente

- Los sistemas de cogeneración a nivel distrital, deberán tener un rendimiento de al menos un 80%.
- Los sistemas de micro cogeneración (micro CHP) deberán tener un rendimiento de al menos un 90%.
- Los sistemas que inyecten a la red deben estar diseñados de acuerdo a los requerimientos técnicos establecidos por la “Norma Técnica de Conexión y Operación de Equipamiento de Generación en Baja Tensión” de la ley 20.571.
- La factibilidad y la tecnología de generación para los sistemas de cogeneración será de acuerdo a la relación entre la demanda de calor y la demanda de electricidad y sus precios, de acuerdo a los lineamientos establecidos por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética en la “Guía para la Calificación del Potencial de Cogeneración” o bien de acuerdo a los lineamientos de Combined Heat and Power Partnership de la Environmental Protection Agency, Disponible en: <http://www.epa.gov/chp>. Consultado el 03.08.16.
- Documentos técnicos de referencia se podrán descargar desde: <https://www.epa.gov/chp/documents-and-tools>. Consultado el 03.08.16.



5. Sistemas de geotermia de baja entalpía

- Las eficiencias y requerimientos de los sistemas de climatización que utilicen la tierra como fuente/sumidero de calor serán los indicados en los numerales 2.3.1 y 2.3.2 como “Bomba de calor suelo-aire o suelo-agua”.
- Los sistemas de baja entalpía deberán estar diseñados en conjunto con una distribución que requiera bajas temperaturas (como losa radiante o radiadores trabajando a bajas temperaturas) en conjunto con un alto estándar de aislación y hermeticidad de la vivienda.
- Documentación técnica para la implementación de geotermia a escala residencial se recomienda: “Guía técnica: Diseño de sistemas de intercambio geotérmico de circuito cerrado”, de la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR).
- Más información en: <https://www.epa.gov/rhc/geothermal-heating-and-cooling-technologies>.



Ilustración N°17

Ilustración N°17:
Casa con Sistema solar térmico, sistema fotovoltaico y geotermia.

6. Biomasa

- Las calderas y calefactores a biomasa deberán cumplir con los requisitos establecidos en ella numeral 2.3.1 del presente documento y con los niveles de emisión indicados en la directriz “b” del numeral 1.1.1., “Calidad del Ambiente Interior,” y la directriz “c” del numeral 5.1.1., “Material Particulado y otros Contaminantes del Aire a Escala Local,” del presente documento.
- Cuando existan planes de descontaminación ambiental u otras normativas que pudieran restringir el uso de biomasa o requerir mayores exigencias sobre la eficiencia y el nivel de emisiones de calefactores o calderas que utilicen biomasa, estas predominarán por sobre los requerimientos del código de construcción sustentable.
- Se debe procurar el uso de leña certificada para la operación de calderas y/o calefactores.

7. Mini o Micro Hidro

- Los sistemas que inyecten a la red deben estar diseñados de acuerdo a los requerimientos técnicos establecidos por la normativa técnica de la ley 20.571.
- Se recomienda realizar un análisis técnico, económico y ambiental que permita hacer una comparativa de las ventajas o desventajas de utilizar baterías que permitan el almacenamiento de energía, versus la inyección de electricidad a la red.
- Se debe considerar la distancia entre la planta y el lugar de consumo, de manera que la caída de voltaje permita que este se mantenga dentro de los límites establecidos por la NCH 4. Si la caída de voltaje debida a la transmisión no permite esto, se debe instalar un transformador.
- Se deberán realizar los estudios previos de caudal, descarga y altura de caída para determinar las características de la turbina.
- Preferentemente se diseñará el sistema para un factor de planta mayor a 80% y para el mayor factor de carga posible.

b. Certificaciones

- Los equipos deberán contar con las certificaciones de seguridad y desempeño correspondientes, emitidas por laboratorios autorizados por la SEC, o a través de certificaciones reconocidas a nivel internacional (ISO, IEC, CE, etc.)

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Completar el Checklist N°2B, para verificar la calidad de la construcción en cuanto a lo requerido en la etapa de diseño.
- Llevar a cabo una Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6, del presente documento), que demuestre el cumplimiento de lo requerido en la directriz con respecto a la calidad de técnica de los equipos, la instalación y puesta en marcha del sistema. Esta debe contar con fotografías de las partidas correspondientes y con las fechas en las que fueron tomadas. Esta debe ser validada por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante en el libro de obras. El fin de la bitácora es llevar un registro de inspección de las partidas más relevantes para cumplimiento de los estándares constructivos.
- La instalación debe ser realizada por un personal competente aprobado por la SEC.
- La instalación debe ser específica para el sistema y debe realizarse según instrucciones del fabricante.

d. Instalación y puesta en marcha

- Se deberán realizar pruebas y ajustes de puesta en marcha del sistema para determinar posteriormente la correcta operación de este, según norma ANSI/ARI/ASHRAE ISO 13256-1:1998 (2005).
- Se deberá verificar, cuando corresponda, las presiones de trabajo, las temperaturas de acumulación, las temperaturas de ida y retorno, etc.
- Se deberán registrar los resultados de funcionamiento del sistema y las pruebas realizadas.

ETAPA DE OPERACIÓN:

e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Al año de operación, completar el Checklist N°2C, para verificar que el sistema esté operando en las mismas condiciones en las que fue proyectado y recepcionado y se le deberá adjuntar:
 - Un informe del monitoreo mensual de acuerdo a metodología del numeral 2.4.1, para la etapa de operación.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

- Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el Arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos en caso que corresponda:

a. Aporte en energías renovables:

- Informe de cálculos o simulación dinámica del aporte energético conseguido a través de la utilización de energías renovables. El informe debe indicar los datos climáticos utilizados para la simulación y los parámetros técnicos utilizados.
- Especificaciones Técnicas del sistema de energías renovables propuesto.
- En el caso de inyectar electricidad a la red, se deben presentar los formularios de conexión solicitados a la SEC.

b. Certificaciones

- Certificados de cumplimiento con normativas de seguridad, rendimiento y otros, emitidos por organismos de certificaciones nacionales o internacionales.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2B, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el Arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos en caso que corresponda:
 - Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6. del presente documento), donde se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita, validado por la ITO, por el Arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
 - Fichas técnicas de los equipos.
 - Certificado SEC de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.
 - Planos as built del proyecto.
 - Informe favorable ITO de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.
- En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.



EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Checklist N°2C, para verificar al año de operación el cumplimiento de la directriz, se debe contar con los siguientes documentos:
 - Informe del monitoreo mensual de operación de los sistemas, de acuerdo a evidencia requerida en el numeral 2.4.1. para etapa de operación.
 - Control sobre mantención periódica de los sistemas de energías renovables, según lo solicitado en el Anexo 5.4, numeral 3
 - Aprobación y verificación del numeral 1.3.1. “Manual del Usuario de la Vivienda” de la Categoría Salud y Bienestar del presente documento.

NOTAS

- La SEC es la institución a cargo del registro, acreditación y control de la implementación de sistemas de energía renovable. Actualmente está creando un registro de equipos autorizados, y se espera que los técnicos instaladores también se registren.

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

- A la fecha de la publicación del presente documento se cuenta con instrumentos que regulan las instalaciones para la SECTor residencia, principalmente de energía solar térmica y fotovoltaica.

DEFINICIONES

- **Colector solar plano:** Colector diseñado para aplicaciones de aprovechamiento térmico con temperaturas inferiores a 100°C. En estos colectores, la radiación solar incidente sobre la cubierta transparente alcanza al absorbedor que transfiere la energía al fluido de trabajo (Minvu).
- **Colector solar de tubos al vacío:** Estos colectores están conformados por tubos de vidrio en cuyo interior se produce el vacío. El vacío funciona como un aislante térmico disminuyendo significativamente las pérdidas de calor por conducción y convección (MINVU).
- **Colector solar Heat Pipe:** el tubo de vacío lleva en su interior una placa absorbidora de cobre-aluminio con un tubo hueco cerrado por los dos extremos, sometido también al vacío y con una pequeña cantidad de una mezcla de alcohol dentro del mismo. Al calentarse, esta mezcla se evapora ascendiendo hasta el extremo a menor

temperatura, donde se enfría al ceder su calor latente al agua del circuito primario y, por tanto, se condensa y desciende de nuevo por gravedad (Minvu).

- **Cogeneración:** La cogeneración o CHP por las siglas de Combined Heat and Power, es la generación simultánea de energía mecánica o electricidad y energía térmica útil, a partir de una fuente de energía (AChEE). Existen diversas tecnologías para poder lograr esto, como turbinas de vapor, turbinas a gas y motores diésel. El uso de la cogeneración a nivel local supone un ahorro de energía debido a que se evitan las pérdidas por transporte de electricidad desde las centrales.

- **Micro CHP:** Corresponden a tecnologías de cogeneración de potencias pequeñas, aptas para el uso residencial y que llegan a potencias de hasta 50 kW.

- **Factor de planta:** Es la relación entre la energía que el sistema efectivamente aporta durante un año, versus la energía que podría generar funcionando en condiciones nominales. Por ejemplo, una central de 1 MW de potencia nominal debería generar durante las 8.760 horas del año 8.760 MWh (8.760 hrs x 1 MW), pero dadas las condiciones de viento para un año particular generó solo 0,3 MWh, por lo que su factor de planta es de $0,3 \text{ MWh}/1\text{MWh} = 0,3$.

REFERENCIAS

Generales:

- Falvey M. & Ibarra M. 2014 Energías Renovables en Chile – El potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé. Ministerio de Energía de Chile.

1. Sistemas solares térmicos (SST):

- Minvu, 2014. Itemizado Técnico Para Sistemas Solares Térmicos – Minvu. Chile.
- Minvu, Manual de Sistemas Solares Térmicos. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Chile.
- Minergia, 2010. Decreto 331. 2010. Aprueba Reglamento de la Ley N° 20.365, que establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos. Ministerio de Energía. Chile.
- Minergia, 2010. Resolución Exenta N°502, Norma Técnica que determina algoritmo para la verificación de la contribución solar mínima de los sistemas solares térmicos acogidos a la franquicia tributaria de la Ley N° 20.365.
- CDT, 2007. Sistemas solares térmicos. Manual de diseño para el calentamiento de agua. Chile.

2. Sistemas solares Fotovoltaicos (PV)

- Minergia, 2014. Norma técnica, conexión y operación de equipamiento de generación en baja tensión de Ley 20.571. Ministerio de Energía. Chile.



3. *Sistemas eólicos*

- Minergía. Explorador eólico. Ministerio de Energía. Disponible en: <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/>. Consultado el 03.08.16.
- Minergía, 2014. Norma técnica, conexión y operación de equipamiento de generación en baja tensión de ley 20.571. Ministerio de Energía. Chile.
- Chilerenovables, 2016. Disponible en: <http://www.chilerenovables.cl/sepa-lo-que-es-el-factor-de-planta-de-una-central-electrica/>

4. *Sistemas de cogeneración eficiente*

- Combined heat and power partnership, United States Environmental Protection Agency. Disponible en: <http://www.epa.gov/chp/project-development/stage1.html> Consultado el 03.08.16.
- AChEE. Plataforma de apoyo para el desarrollo de la Cogeneración Eficiente, Agencia Chilena de Eficiencia Energética. Chile. Disponible en: <http://www.cogeneracioneficiente.cl>. Consultado el 03.08.16.
- AChEE. Guía para la Calificación del Potencial de Cogeneración. Plataforma de apoyo para el desarrollo de la Cogeneración Eficiente, Agencia Chilena de Eficiencia Energética. Chile. Disponible en: <http://www.cogeneracioneficiente.cl/guia-evaluacion-proyecto/>. Consultado el 03.08.16.

5. *Geotermia:*

- ATECYR 2012“.Guía técnica: Diseño de sistemas de intercambio geotérmico de circuito cerrado”, de la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR). España. Disponible en:

http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Climatizacion_14_Bomba_%20de_calor_geotermica_09.pdf

6. *Biomasa*

- Minenergía, 2014. Guía práctica para el buen uso de la leña. Ministerio de Energía. Chile.
- MMA, 2014, Planes de descontaminación. Ministerio de Medio Ambiente. Chile.

2.4. PLAN DE GESTIÓN Y MONITOREO ENERGÉTICO EN OPERACIÓN

2.4.1. SISTEMAS DE MEDICIÓN Y MONITOREO DE LA ENERGÍA

OBJETIVO

Promover la especificación de equipos y/o sistemas que exhiban información sobre su consumo energético horario, incentivando a que los ocupantes de viviendas reduzcan su consumo energético.

DIRECTRICES

Para dar cumplimiento al estándar para construcciones nuevas, alteraciones y ampliaciones, se debe:

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. **Sistemas de medición de consumo de energía:**

- Especificar medidores inteligentes (Smart metering) para el monitoreo de energía (Electricidad, gas u otro combustible).
- El sistema debe medir, acumular y transmitir información sobre el consumo de energía a una unidad de visualización de fácil lectura para el usuario común.

b. **Sistemas de medición de eficiencia energética para calefacción:**

- Temperaturas de ida y retorno.
- Caudal de fluidos caloportadores.
- Radiación solar, en el caso de utilizar sistemas de energía solar.
- En los sistemas centralizados de calefacción, se deberá instalar un calorímetro que permita determinar la entrega de energía del sistema de calefacción/ACS.
- En los sistemas centralizados se deberá considerar un caudalímetro independiente que permita determinar el caudal de ACS generado.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

- c. **Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:**



- Verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la etapa de diseño, fortaleciendo la inspección de obras sobre las partidas vinculadas a la presente directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

d. Monitoreo:

- Verificar al año de operación el cumplimiento de los requerimientos de eficiencia energética de equipos y/o sistemas de calefacción, enfriamiento, energías renovables e iluminación, mediante un informe del monitoreo mensual de los sistemas que cuente la vivienda.

METODOLOGÍA

EN ETAPA DE DISEÑO:

a. Sistemas de medición de consumo de energía:

b. Sistemas de medición de eficiencia energética para calefacción:

- El sistema de monitoreo debe considerar la medición del consumo de energía a través de la medición del suministro de combustible o electricidad del equipo. Esta medición se debería realizar por separado de la medición de consumo de combustible que se realiza para el hogar en su conjunto.
- El sistema de monitoreo debe registrar la energía entregada por el sistema, a través de la medición de caudales generados y temperaturas de entrega.
- El sistema de monitoreo debe medir alguna variable independiente para luego poder comparar los consumos en el periodo de medición versus los consumos proyectados. En el caso de los equipos para calefacción y/o climatización, esta variable será la temperatura exterior.
- El sistema debe medir y transmitir información sobre el consumo de energía a una unidad de visualización de fácil lectura para el usuario común. Se recomienda la instalación de medidores que puedan acumular datos (Smart meters), para análisis de datos anuales.
- El sistema de monitoreo deberá ser diseñado por un profesional competente, idealmente certificado por la SEC o a través del “International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP)”.
- Los medidores deberán cumplir con las normas de seguridad de la Unión Europea, del capítulo 10.2 de IPMVP.

- Las características técnicas mínimas para los equipos de monitoreo deberán ser las siguientes:

TABLA 2.36.: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS REQUERIDAS PARA LOS EQUIPOS DE MONITOREO.

PARÁMETRO	VALOR
Precisión	± 5% del valor medido o menor
Rango de operación	-10°C a 50 °C 5 a 95% humedad relativa
Tiempo de respuesta	10 minutos o menos
Capacidad de almacenamiento	8760 datos o más Si posee capacidad de transmitir datos no es requisito el almacenamiento.
Transmisión de datos	LAN, WLAN, RS232,USB

Fuente: Elaboración propia, basada en mínimos recomendados por el IPMVP y en dispositivos en el mercado.

- Se recomienda una frecuencia de muestreo de al menos una hora.
- A excepción de los medidores que entreguen información a una red LAN, estos deben tener un consumo de energía y una capacidad de almacenamiento que les permita operar en forma autónoma durante, al menos un año, con una frecuencia de muestreo horaria.

En remodelación de viviendas, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Se deberá considerar las mediciones del funcionamiento actual de los sistemas de la vivienda antes de la remodelación, por un período que sea representativo de las distintas condiciones de operación de la vivienda (se recomienda al menos seis meses, de equinoccio a equinoccio, de medición previa).
- Una vez obtenidos los datos de operación de la vivienda antes de la remodelación, se elaborará un modelo de correlación que establezca el comportamiento de los sistemas de la vivienda, con respecto a alguna variable independiente como temperatura, radiación solar, etc.
- Se volverán a medir las variables dependientes e independientes para luego confeccionar un nuevo modelo y comparar la situación actual con la situación anterior.
- Se deberá desarrollar un informe realizado por un profesional con certificación IPMVP o similar, especificando cuáles son las variables dependientes más importantes que afectan el desempeño de los equipos y cuáles son las mediciones que se están realizando sobre estas variables.





Ilustración N°18

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Completar el Checklist N°2B, para verificar la calidad de la construcción, en cuanto a lo requerido en la etapa de diseño.
- La instalación debe ser realizada por personal competente, aprobado por la SEC.
- La instalación debe ser específica para el sistema y debe realizarse según instrucciones del fabricante.

d. Instalación y puesta en marcha

- Se deberán realizar pruebas y ajustes de puesta en marcha del sistema para determinar posteriormente la correcta operación de este, según norma ANSI/ARI/ASHRAE ISO 13256-1:1998 (2005).
- Se deberá verificar, cuando corresponda, las presiones de trabajo, las temperaturas de acumulación, las temperaturas de ida y retorno, etc.

Ilustración N°18:

Esquema de funcionamiento de sistema de monitoreo inteligente de consumo de energía

- Se deberá registrar los resultados de funcionamiento del sistema y las pruebas realizadas.
- Llevar a cabo una Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6, del presente documento), que demuestre el cumplimiento de lo requerido en la directriz con respecto a la calidad de técnica de los equipos, la instalación y puesta en marcha del sistema. Esta debe contar con fotografías de las partidas correspondientes y con las fechas en las que fueron tomadas. Esta bitácora debe ser validada por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante, en el libro de obras. Su fin es llevar un registro de inspección de las partidas más relevantes para cumplimiento de los estándares constructivos.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:

e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:

- Al año de operación, completar el Checklist N°2C, para verificar que el sistema esté operando en las mismas condiciones en las que fue proyectado y recepcionado y se le deberá adjuntar:
 - Un informe del monitoreo mensual de operación de los sistemas de la vivienda, para verificar la correcta operación de estos en comparación a su funcionamiento proyectado.
 - Se deberá tener en cuenta que el consumo durante el período de monitoreo se comparará con la modelación realizada. Para tomar en cuenta las variaciones climáticas entre el período de monitoreo y los datos climáticos utilizados para la simulación, se deberá calcular el ahorro, utilizando condiciones fijas o ahorro normalizado, de acuerdo a lo descrito en el capítulo 4.6.2 del protocolo internacional de medición y verificación (IPMVP).
 - Además, la verificación de los ahorros se realizará siguiendo los lineamientos de la opción D para la medición y verificación, descrita en el IPMVP.

EVIDENCIA REQUERIDA

EN ETAPA DE DISEÑO:

- Checklist N°2A, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante y el mandante y debe contar con los siguientes documentos, en caso que corresponda:

a. Especificación de sistemas de medición de consumo de energía:**b. Especificación de sistemas de medición de eficiencia energética de sistemas:**

- Planos de detalle proyecto medición y monitoreo
- Especificar medidores con las características técnicas detalladas en la Tabla 2.36.
- Cumplir con lo solicitado por el capítulo 10.2 IPMVP
- Informe realizado por un profesional con certificación IPMVP o similar, especificando cuáles son las variables dependientes más importantes que afectan el desempeño de los equipos y cuáles son las mediciones que se deben realizar sobre estas variables.
- En el caso de inyectar electricidad a la red, se deben presentar los formularios de conexión solicitados a la SEC.

EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:**c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:**

- Checklist N°2B, para verificar el cumplimiento de la directriz. Este documento debe ir firmado por el arquitecto patrocinante, el ITO y el mandante y debe contar con los siguientes documentos en caso que corresponda:
 - Bitácora Mensual de Obra (según Anexo 5.6, del presente documento), donde se deberán adjuntar fotos con la fecha de la visita, válidado por la ITO, por el Arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.
 - Planos as-built del proyecto.
 - Certificado SEC de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.
 - Informe favorable ITO de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.
 - Fichas técnicas de los equipos.
- En caso que el proyecto haya sufrido cambios desde la etapa de diseño, se deberán reentregar los documentos solicitados en esa etapa, para demostrar el cumplimiento indicado en la directriz.

EN ETAPA DE OPERACIÓN:**d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:**

- Checklist N°2C, para verificar al año de operación el cumplimiento de la directriz.
 - Informe anual de monitoreo mensual de operación de los sistemas que

consuman energía de la vivienda.

- Control sobre la mantención periódica de los sistemas de energías renovables, según lo solicitado en el Anexo 5.4, numeral 3
- Aprobación y verificación del numeral 1.3.1. “Manual del Usuario de la Vivienda”.
- Informe del monitoreo mensual de operación de los sistemas, de acuerdo a evidencia requerida del numeral 2.4.1. para etapa de operación.

NOTAS

- No aplica.

CONTEXTO REGULATORIO NACIONAL

A la fecha de publicación del presente documento, no existe normativas ni reglamentos que regulen la eficiencia de los sistemas de monitoreo en Chile.

DEFINICIONES

- **Medidor accesible:** El medidor debe estar ubicado de tal forma que el ocupante pueda acceder fácil y de forma regular a él para monitorear y realizar lecturas.
- **Medidor inteligente o Smart meter:** Es un tipo de medidor (medidor eléctrico, de agua o de gas) que calcula el consumo de una forma más detallada que los contadores convencionales. Adicionalmente ofrecen la posibilidad de comunicar la información a través de alguna red o en forma remota a un centro de control de la compañía de servicios local, la cual puede utilizar los datos a efectos de facturación o seguimiento.
- **Fluido caloportador:** Corresponde al fluido (generalmente agua, mezcla de agua con refrigerante o aire) que es el encargado de transferir el calor desde la generación hasta el punto de consumo.
- **Variable independiente:** Se refiere a aquellos parámetros que tienen influencia sobre el comportamiento energético de la vivienda, pero que no son controlables. Por ejemplo: temperatura ambiente, radiación solar, velocidad del viento, etc.
- **Variable dependiente:** Son los parámetros que varían de acuerdo al comportamiento de las variables independientes. Para establecer si existe una correlación entre



las variables dependientes e independientes, se pueden realizar diversas pruebas estadísticas.

- **Ahorro bajo condiciones normalizadas:** Comparativa del funcionamiento de un sistema, bajo ciertas condiciones climáticas, que no son las mismas bajo las cuales se estimó el desempeño de este. Para lograrlo, se realiza una correlación entre el comportamiento del sistema (por ejemplo, consumo de combustible) y algunas variables dependientes que afecten su funcionamiento, como la temperatura exterior o la radiación solar. Una vez obtenida una correlación, se evalúa el comportamiento del sistema, utilizando esta correlación, pero con datos climatológicos estandarizados o normalizados. El modelo de consumo original también se evalúa bajo estas condiciones y entonces se pueden comparar las dos situaciones.

REFERENCIAS

- ERGEG, 2011. Final Guidelines of Good Practice on Regulatory Aspects of Smart Metering for Electricity and Gas. European Regulators' Group for Electricity and Gas.
- IEC, 2009. IEC 62351, Parts 1-8 - Information Security for Power System Control Operations. International Electrotechnical Commission.
- IEC, 2002. IEC 62056. Electricity metering – Data exchange for meter reading, tariff and load control – Part 21: Direct local data exchange. International Electrotechnical Commission.
- IPMVP, 2010. Concepts and Options for Determining Energy and Water Savings. Volume 1. International Performance Measurement and Verification Protocol.
- ISO, 2005. ISO/IEC 27001. Information technology - Security techniques - Information security management systems – Requirements. International Standard Organization.



ANEXOS



Fotografía: "Temuco", Banco de imágenes Ditec.

ANEXO N°2.1. ZONIFICACIÓN TÉRMICA

Las zonas térmicas señaladas en la presente norma se definen a continuación. Esta zonificación se acerca a lo que actualmente contiene la Norma chilena oficial de Zonificación Climático-Habitacional (NCh1079/2008), en que se diferencian zonas costeras del país con zonas ubicadas entre éstas y la cordillera de Los Andes.

Zona A (costera): se extiende por el Norte desde la comuna de Arica hasta la comuna de Freirina por el Sur, incluida ésta y las islas presentes en esta zona. Está limitada por el océano pacífico al oeste y el meridiano 70° y límites comunales (zona térmica B) al este.

Zona B (interior): se extiende por el norte desde la comuna de Arica hasta las comunas de Illapel y Salamanca por el Sur, incluidas éstas. Esta limitada por las zonas térmicas A y C por el oeste y por la zona térmica H al este.

Zona C (costera): se extiende por el Norte desde la comuna de La Higuera hasta la comuna de Paredones por el sur, incluida ésta y las islas presentes en esta zona. Está limitada por el océano pacífico al oeste y las zonas térmicas B y D al este.

Zona D (interior): se extiende por el norte desde la comuna de Petorca hasta la comuna de Parral por el sur, incluida ésta. Esta limitada por las zonas térmicas C y E al oeste y por la zona térmica H al este.

Zona E (costera): se extiende por el norte desde la comuna de Curepto hasta la comuna de Toltén por el sur, incluida ésta y las islas presentes en esta zona. Esta limitada por el océano pacífico al oeste y por las zonas térmicas D y F al este.

Zona F (interior): se extiende por el norte desde la comuna de Niquén y San Fabián hasta Río Bueno por el sur, incluida ésta. Está limitada por la zona térmica E y G por el oeste y por las zonas térmicas H y Argentina al este.

Zona G (sur): se extiende por el norte desde las comunas de Mariquina, San Pablo y Puyehue hasta las comunas de Quellón y Chaitén por el sur, ambas incluidas y las islas presentes en esta zona. Está limitada por el océano pacífico al oeste y Argentina al este.

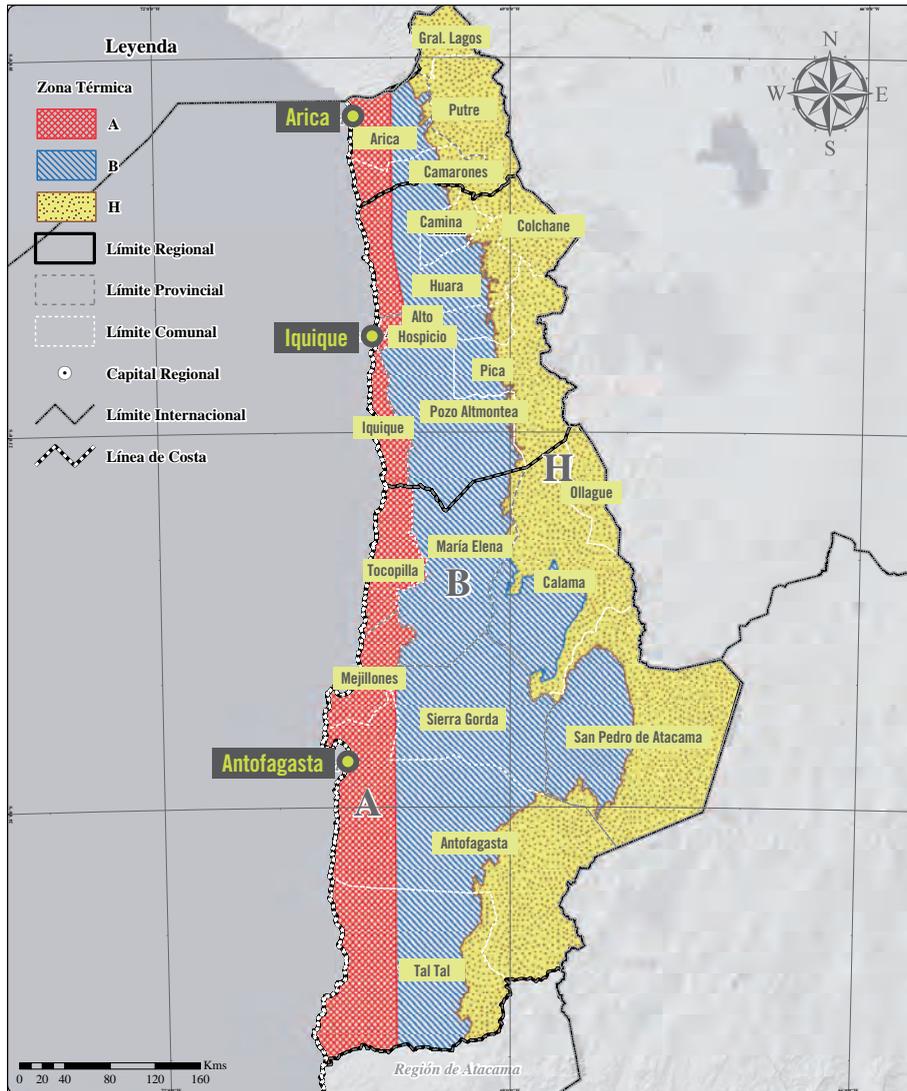
Zona H (cordillera de Los Andes): se extiende por el norte desde la comuna de Arica y General Lagos hasta la comuna de Villarrica y Curarrehue por el sur, ambas incluidas. Esta limitada por las zonas térmicas B, D y F al oeste y Argentina al este.

Zona I (extremo sur): se extiende por el norte desde las comunas de Guaitecas, Cisnes y Futaleufu hasta el territorio antártico chileno por el sur, incluido éste y las islas presentes en esta zona. Esta limitada por el océano pacífico al oeste y Argentina al este.

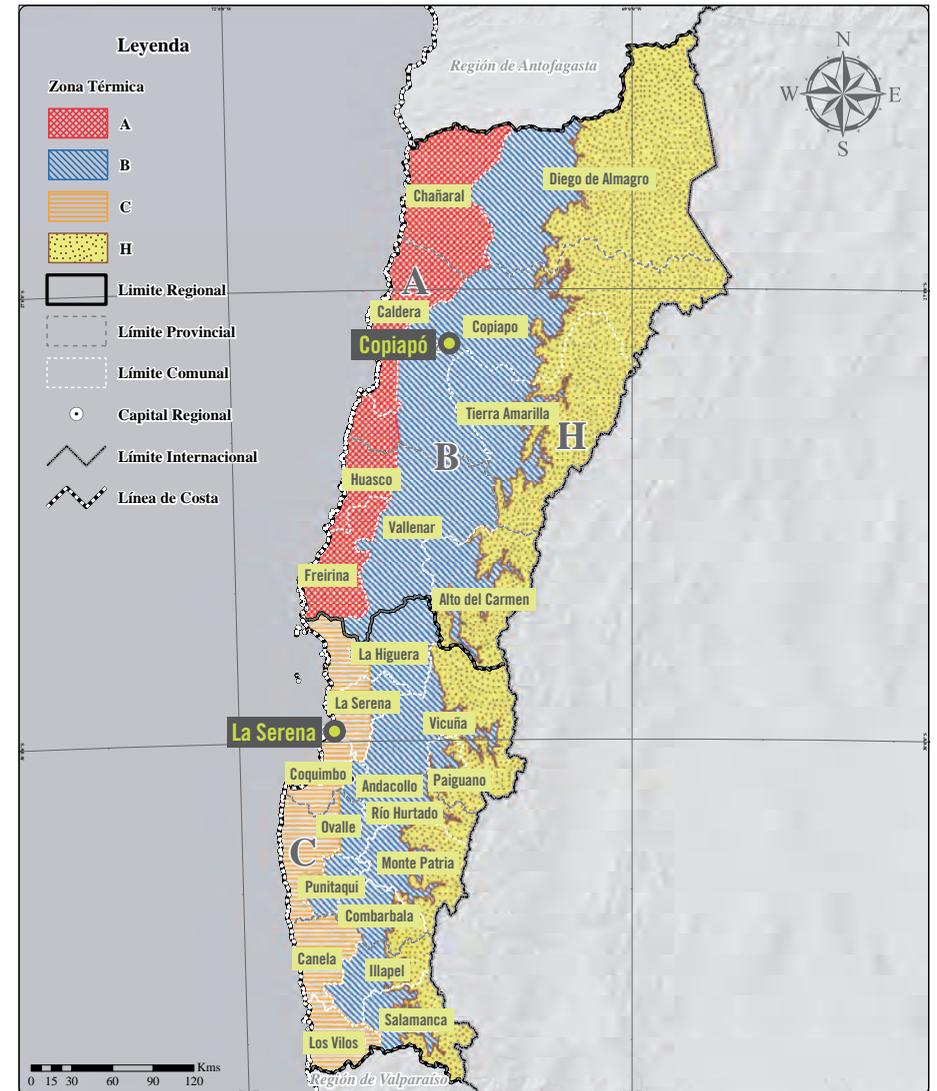
ANEXO 2.1



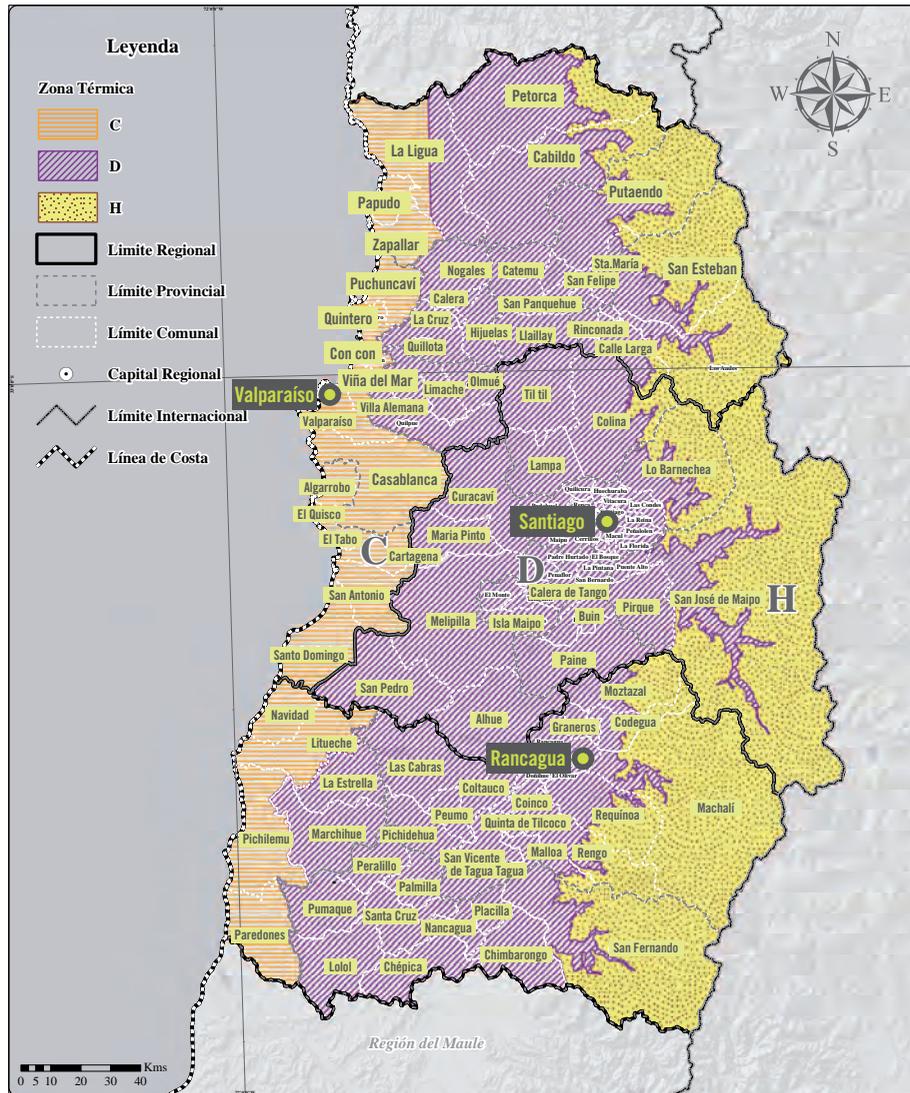

MACROZONA NORTE GRANDE



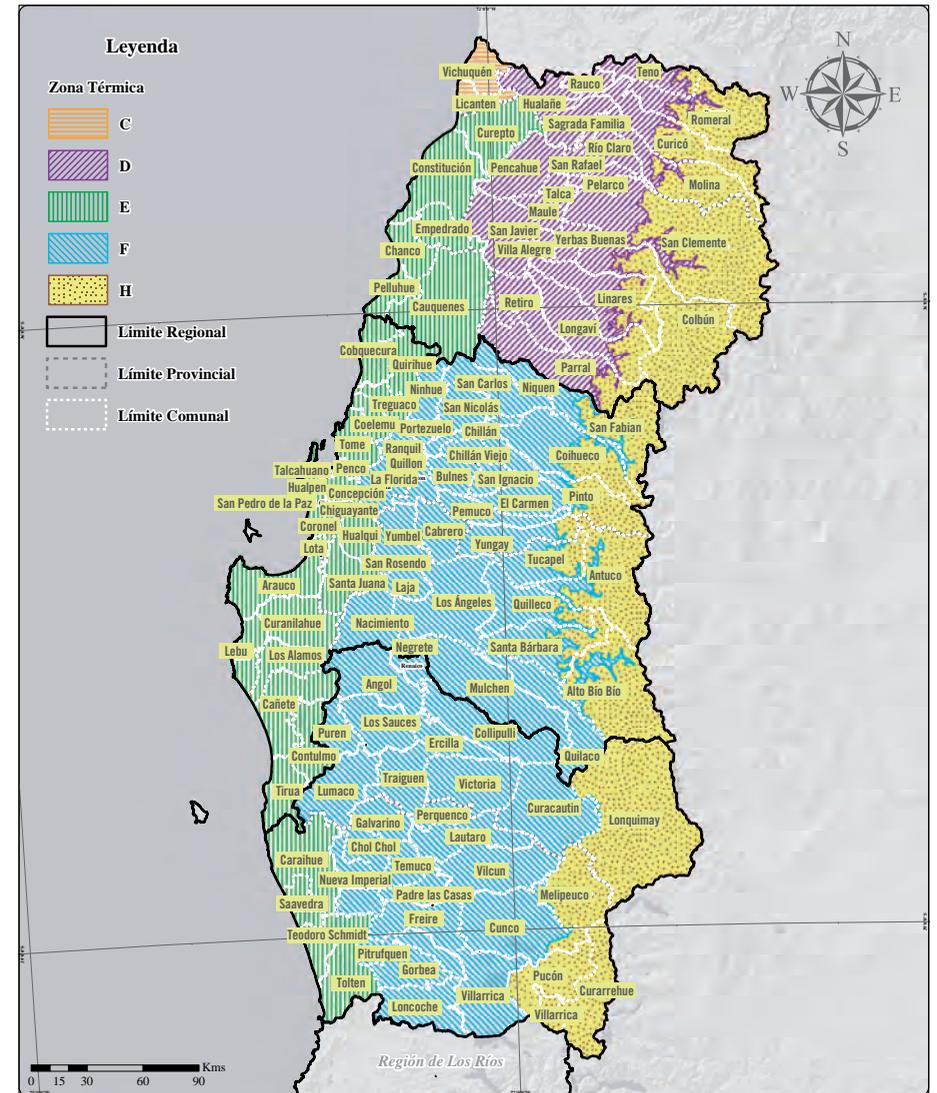
MACROZONA NORTE CHICO



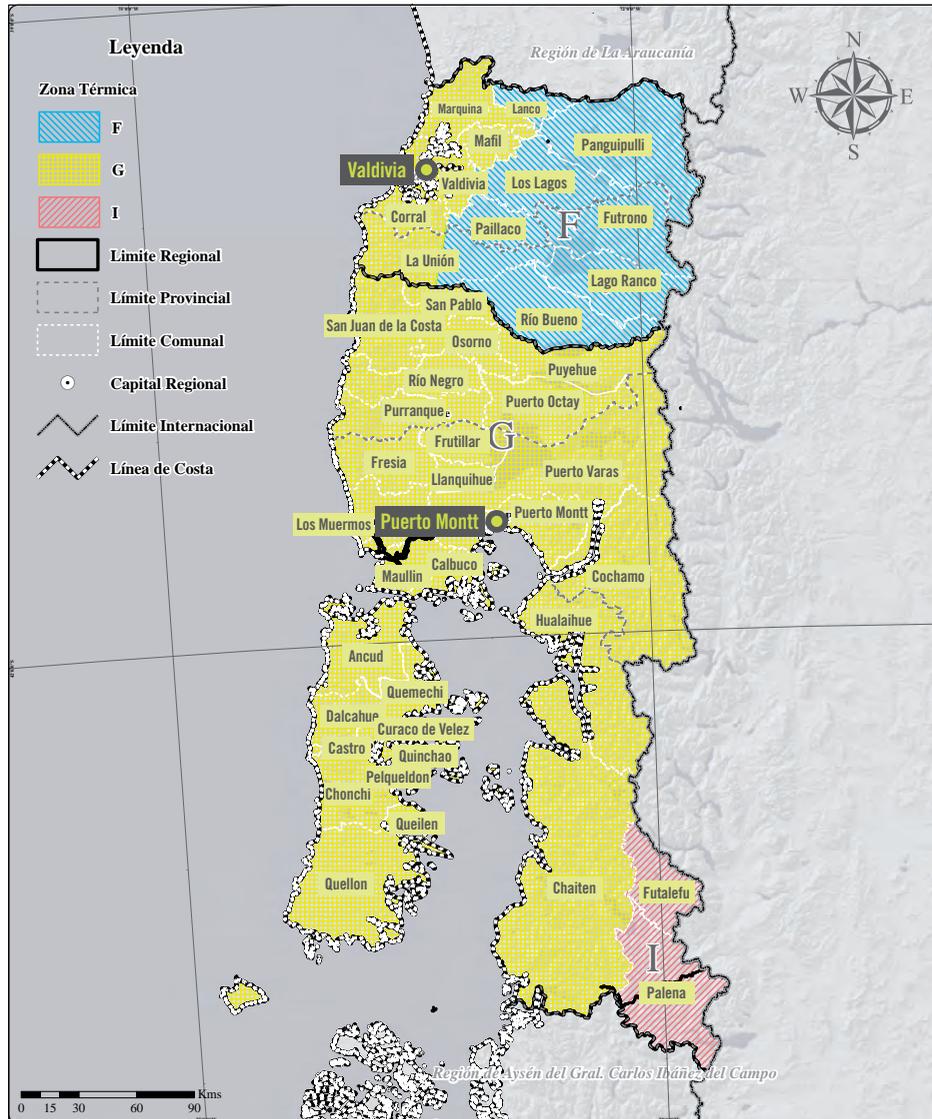
MACROZONA CENTRO NORTE



MACROZONA CENTRO SUR



MACROZONA SUR



MACROZONA EXTREMO SUR



TABLA 1.1.: LISTADO DE ZONAS TÉRMICAS POR COMUNAS

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
1	De Arica y Parinacota	Arica	Arica	A	B	H
2	De Arica y Parinacota	Arica	Camarones	A	B	H
3	De Arica y Parinacota	Parinacota	Putre	H		
4	De Arica y Parinacota	Parinacota	General Lagos	H		
5	De Tarapacá	Iquique	Iquique	A		
6	De Tarapacá	Tamarugal	Camíña	B	H	
7	De Tarapacá	Tamarugal	Colchane	H		
8	De Tarapacá	Tamarugal	Huara	A	B	H
9	De Tarapacá	Tamarugal	Pica	B	H	
10	De Tarapacá	Tamarugal	Pozo Almonte	B		
11	De Tarapacá	Iquique	Alto Hospicio	A		
12	De Antofagasta	Antofagasta	Antofagasta	A	B	H
13	De Antofagasta	Antofagasta	Mejillones	A		
14	De Antofagasta	Antofagasta	Sierra Gorda	B		
15	De Antofagasta	Antofagasta	Taltal	A	B	H
16	De Antofagasta	El Loa	Calama	B	H	
17	De Antofagasta	El Loa	Ollagüe	H		
18	De Antofagasta	El Loa	San Pedro de Atacama	B	H	
19	De Antofagasta	Tocopilla	Tocopilla	A		
20	De Antofagasta	Tocopilla	María Elena	B	H	
21	De Atacama	Copiapó	Copiapó	B	H	
22	De Atacama	Copiapó	Caldera	A		
23	De Atacama	Copiapó	Tierra Amarilla	B	H	
24	De Atacama	Chañaral	Chañaral	A		
25	De Atacama	Chañaral	Diego de Almagro	B	H	
26	De Atacama	Huasco	Vallenar	B		
27	De Atacama	Huasco	Alto del Carmen	B	H	

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
28	De Atacama	Huasco	Freirina	A		
29	De Atacama	Huasco	Huasco	A		
30	De Coquimbo	Elqui	La Serena	C	B	
31	De Coquimbo	Elqui	Coquimbo	C		
32	De Coquimbo	Elqui	Andacollo	B		
33	De Coquimbo	Elqui	La Higuera	C	B	
34	De Coquimbo	Elqui	Paiguano	B	H	
35	De Coquimbo	Elqui	Vicuña	B	H	
36	De Coquimbo	Choapa	Illapel	B	H	
37	De Coquimbo	Choapa	Canela	C		
38	De Coquimbo	Choapa	Los Vilos	C		
39	De Coquimbo	Choapa	Salamanca	B	H	
40	De Coquimbo	Limari	Ovalle	B		
41	De Coquimbo	Limari	Combarbalá	B	H	
42	De Coquimbo	Limari	Monte Patria	B	H	
43	De Coquimbo	Limari	Punitaqui	B		
44	De Coquimbo	Limari	Río Hurtado	B	H	
45	De Valparaíso	Valparaíso	Valparaíso	C		
46	De Valparaíso	Valparaíso	Casablanca	C		
47	De Valparaíso	Valparaíso	Concón	C		
48	De Valparaíso	Valparaíso	Juan Fernández	C		
49	De Valparaíso	Valparaíso	Puchuncaví	C		
50	De Valparaíso	Marga Marga	Quilpué	D		
51	De Valparaíso	Valparaíso	Quintero	C		
52	De Valparaíso	Marga Marga	Villa Alemana	D		
53	De Valparaíso	Valparaíso	Viña del Mar	C		
54	De Valparaíso	Isla de Pascua	Isla de Pascua	A		
55	De Valparaíso	Los Andes	Los Andes	D	H	
56	De Valparaíso	Los Andes	Calle Larga	D	H	
57	De Valparaíso	Los Andes	Rinconada	D		



TABLA 1.1.: LISTADO DE ZONAS TÉRMICAS POR COMUNAS

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
58	De Valparaíso	Los Andes	San Esteban	D	H	
59	De Valparaíso	Petorca	La Ligua	C	D	
60	De Valparaíso	Petorca	Cabildo	D	H	
61	De Valparaíso	Petorca	Papudo	C		
62	De Valparaíso	Petorca	Petorca	D		
63	De Valparaíso	Petorca	Zapallar	C		
64	De Valparaíso	Quillota	Quillota	D		
65	De Valparaíso	Quillota	Calera	D		
66	De Valparaíso	Quillota	Hijuelas	D		
67	De Valparaíso	Quillota	La Cruz	D		
68	De Valparaíso	Marga Marga	Limache	D		
69	De Valparaíso	Quillota	Nogales	D		
70	De Valparaíso	Marga Marga	Olmué	D		
71	De Valparaíso	San Antonio	San Antonio	C		
72	De Valparaíso	San Antonio	Algarrobo	C		
73	De Valparaíso	San Antonio	Cartagena	C		
74	De Valparaíso	San Antonio	El Quisco	C		
75	De Valparaíso	San Antonio	El Tabo	C		
76	De Valparaíso	San Antonio	Santo Domingo	C		
77	De Valparaíso	San Felipe	San Felipe	D		
78	De Valparaíso	San Felipe	Catemu	D		
79	De Valparaíso	San Felipe	Llailay	D		
80	De Valparaíso	San Felipe	Panquehue	D		
81	De Valparaíso	San Felipe	Putendo	D	H	
82	De Valparaíso	San Felipe	Santa María	D	H	
83	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Rancagua	D		
84	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Codegua	D	H	
85	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Coinco	D		
86	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Coltauco	D		

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
87	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Doñihue	D		
88	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Graneros	D		
89	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Las Cabras	D		
90	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Machalí	D	H	
91	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Malloa	D	H	
92	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Mostazal	D	H	
93	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Olivar	D		
94	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Peumo	D		
95	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Pichidegua	D		
96	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Quinta de Tilcoco	D		
97	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Rengo	D	H	
98	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	Requínoa	D	H	
99	Del Libertador B. O'Higgins	Cachapoal	San Vicente	D		
100	Del Libertador B. O'Higgins	Cardenal Caro	Pichilemu	C		
101	Del Libertador B. O'Higgins	Cardenal Caro	La Estrella	D		
102	Del Libertador B. O'Higgins	Cardenal Caro	Litueche	C		
103	Del Libertador B. O'Higgins	Cardenal Caro	Marchihue	D		
104	Del Libertador B. O'Higgins	Cardenal Caro	Navidad	C		
105	Del Libertador B. O'Higgins	Cardenal Caro	Paredones	C		
106	Del Libertador B. O'Higgins	Colchagua	San Fernando	D	H	



TABLA 1.1.: LISTADO DE ZONAS TÉRMICAS POR COMUNAS

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
107	Del Libertador B. O'Higgins	Colchagua	Chépica	D		
108	Del Libertador B. O'Higgins	Colchagua	Chimbarongo	D		
109	Del Libertador B. O'Higgins	Colchagua	Lolol	D		
110	Del Libertador B. O'Higgins	Colchagua	Nancagua	D		
111	Del Libertador B. O'Higgins	Colchagua	Palmilla	D		
112	Del Libertador B. O'Higgins	Colchagua	Peralillo	D		
113	Del Libertador B. O'Higgins	Colchagua	Placilla	D		
114	Del Libertador B. O'Higgins	Colchagua	Pumanque	D		
115	Del Libertador B. O'Higgins	Colchagua	Santa Cruz	D		
116	Del Maule	Talca	Talca	D		
117	Del Maule	Talca	Constitución	E		
118	Del Maule	Talca	Curepto	E		
119	Del Maule	Talca	Empedrado	E		
120	Del Maule	Talca	Maule	D		
121	Del Maule	Talca	Pelarco	D		
122	Del Maule	Talca	Pencahue	D		
123	Del Maule	Talca	Río Claro	D		
124	Del Maule	Talca	San Clemente	D	H	
125	Del Maule	Talca	San Rafael	D		
126	Del Maule	Cauquenes	Cauquenes	E		
127	Del Maule	Cauquenes	Chanco	E		
128	Del Maule	Cauquenes	Pelluhue	E		
129	Del Maule	Curico	Curicó	D	H	
130	Del Maule	Curico	Hualañé	D		
131	Del Maule	Curico	Licantén	C		
125	Del Maule	Talca	San Rafael	D		

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
126	Del Maule	Cauquenes	Cauquenes	E		
127	Del Maule	Cauquenes	Chanco	E		
128	Del Maule	Cauquenes	Pelluhue	E		
129	Del Maule	Curico	Curicó	D	H	
130	Del Maule	Curico	Hualañé	D		
131	Del Maule	Curico	Licantén	C		
132	Del Maule	Curico	Molina	D	H	
133	Del Maule	Curico	Rauco	D		
134	Del Maule	Curico	Romeral	D	H	
135	Del Maule	Curico	Sagrada Familia	D		
136	Del Maule	Curico	Teno	D	H	
137	Del Maule	Curico	Vichuquén	C		
138	Del Maule	Linares	Linares	D	H	
139	Del Maule	Linares	Colbún	D	H	
140	Del Maule	Linares	Longaví	D	H	
141	Del Maule	Linares	Parral	D	H	
142	Del Maule	Linares	Retiro	D		
143	Del Maule	Linares	San Javier	D		
144	Del Maule	Linares	Villa Alegre	D		
145	Del Maule	Linares	Yerbas Buenas	D		
146	Del BíoBío	Concepción	Concepción	E		
147	Del BíoBío	Concepción	Coronel	E		
148	Del BíoBío	Concepción	Chiguayante	E		
149	Del BíoBío	Concepción	Florida	F		
150	Del BíoBío	Concepción	Hualqui	E		
151	Del BíoBío	Concepción	Lota	E		
152	Del BíoBío	Concepción	Penco	E		
153	Del BíoBío	Concepción	San Pedro de la Paz	E		
154	Del BíoBío	Concepción	Santa Juana	E		
155	Del BíoBío	Concepción	Talcahuano	E		

TABLA 1.1.: LISTADO DE ZONAS TÉRMICAS POR COMUNAS

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
156	Del BíoBío	Concepción	Tomé	E		
157	Del BíoBío	Concepción	Hualpén	E		
158	Del BíoBío	Arauco	Lebu	E		
159	Del BíoBío	Arauco	Arauco	E		
160	Del BíoBío	Arauco	Cañete	E		
161	Del BíoBío	Arauco	Contulmo	E		
162	Del BíoBío	Arauco	Curanilahue	E		
163	Del BíoBío	Arauco	Los Álamos	E		
164	Del BíoBío	Arauco	Tirúa	E		
165	Del BíoBío	Bío- Bío	Los Ángeles	F		
166	Del BíoBío	Bío- Bío	Antuco	F	H	
167	Del BíoBío	Bío- Bío	Cabrero	F		
168	Del BíoBío	Bío- Bío	Laja	F		
169	Del BíoBío	Bío- Bío	Mulchén	F		
170	Del BíoBío	Bío- Bío	Nacimiento	F		
171	Del BíoBío	Bío- Bío	Negrete	F		
172	Del BíoBío	Bío- Bío	Quilaco	F		
173	Del BíoBío	Bío- Bío	Quilleco	F	H	
174	Del BíoBío	Bío- Bío	San Rosendo	F		
175	Del BíoBío	Bío- Bío	Santa Bárbara	F	H	
176	Del BíoBío	Bío- Bío	Tucapel	F	H	
177	Del BíoBío	Bío- Bío	Yumbel	F		
178	Del BíoBío	Bío- Bío	Alto BíoBío	F	H	
179	Del BíoBío	Ñuble	Chillán	F		
180	Del BíoBío	Ñuble	Bulnes	F		
181	Del BíoBío	Ñuble	Cobquecura	E		
182	Del BíoBío	Ñuble	Coelemu	E		
183	Del BíoBío	Ñuble	Coihueco	F	H	
184	Del BíoBío	Ñuble	Chillán Viejo	F		
185	Del BíoBío	Ñuble	El Carmen	F		
186	Del BíoBío	Ñuble	Ninhue	F		

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
187	Del BíoBío	Ñuble	Ñiquén	F		
188	Del BíoBío	Ñuble	Pemuco	F		
189	Del BíoBío	Ñuble	Pinto	F	H	
190	Del BíoBío	Ñuble	Portezuelo	F		
191	Del BíoBío	Ñuble	Quillón	F		
192	Del BíoBío	Ñuble	Quirihue	E		
193	Del BíoBío	Ñuble	Ránquil	F		
194	Del BíoBío	Ñuble	San Carlos	F		
195	Del BíoBío	Ñuble	San Fabián	F	H	
196	Del BíoBío	Ñuble	San Ignacio	F		
197	Del BíoBío	Ñuble	San Nicolás	F		
198	Del BíoBío	Ñuble	Treguaco	E		
199	Del BíoBío	Ñuble	Yungay	F		
200	De La Araucanía	Cautín	Temuco	F		
201	De La Araucanía	Cautín	Carahue	E		
202	De La Araucanía	Cautín	Cunco	F		
203	De La Araucanía	Cautín	Curarrehue	H		
204	De La Araucanía	Cautín	Freire	F		
205	De La Araucanía	Cautín	Galvarino	F		
206	De La Araucanía	Cautín	Gorbea	F		
207	De La Araucanía	Cautín	Lautaro	F		
208	De La Araucanía	Cautín	Loncoche	F		
209	De La Araucanía	Cautín	Melipeuco	H		
210	De La Araucanía	Cautín	Nueva Imperial	F		
211	De La Araucanía	Cautín	Padre Las Casas	F		



TABLA 1.1.: LISTADO DE ZONAS TÉRMICAS POR COMUNAS

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
212	De La Araucanía	Cautín	Perquenco	F		
213	De La Araucanía	Cautín	Pitrufuquén	F		
214	De La Araucanía	Cautín	Pucón	F	H	
215	De La Araucanía	Cautín	Saavedra	E		
216	De La Araucanía	Cautín	Teodoro Schmidt	E		
217	De La Araucanía	Cautín	Toltén	E		
218	De La Araucanía	Cautín	Vilcún	F		
219	De La Araucanía	Cautín	Villarrica	F		
220	De La Araucanía	Cautín	Cholchol	F		
221	De La Araucanía	Malleco	Angol	F		
222	De La Araucanía	Malleco	Collipulli	F		
223	De La Araucanía	Malleco	Curacautín	F		
224	De La Araucanía	Malleco	Ercilla	F		
225	De La Araucanía	Malleco	Lonquimay	H		
226	De La Araucanía	Malleco	Los Sauces	F		
227	De La Araucanía	Malleco	Lumaco	F		
228	De La Araucanía	Malleco	Purén	F		
229	De La Araucanía	Malleco	Renaico	F		
230	De La Araucanía	Malleco	Traiguén	F		
231	De La Araucanía	Malleco	Victoria	F		
232	De Los Ríos	Valdivia	Valdivia	G		

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
233	De Los Ríos	Valdivia	Corral	G		
234	De Los Ríos	Ranco	Futroneo	F		
235	De Los Ríos	Ranco	La Unión	G	F	
236	De Los Ríos	Ranco	Lago Ranco	F		
237	De Los Ríos	Valdivia	Lanco	F		
238	De Los Ríos	Valdivia	Los Lagos	F		
239	De Los Ríos	Valdivia	Máfil	G		
240	De Los Ríos	Valdivia	Mariquina	G		
241	De Los Ríos	Valdivia	Paillico	F		
242	De Los Ríos	Valdivia	Panguipulli	F		
243	De Los Ríos	Ranco	Río Bueno	F		
244	De Los Lagos	Llanquihue	Puerto Montt	G		
245	De Los Lagos	Llanquihue	Calbuco	G		
246	De Los Lagos	Llanquihue	Cochamó	G		
247	De Los Lagos	Llanquihue	Fresia	G		
248	De Los Lagos	Llanquihue	Frutillar	G		
249	De Los Lagos	Llanquihue	Los Muermos	G		
250	De Los Lagos	Llanquihue	Llanquihue	G		
251	De Los Lagos	Llanquihue	Mauñín	G		
252	De Los Lagos	Llanquihue	Puerto Varas	G		
253	De Los Lagos	Chiloe	Castro	G		
254	De Los Lagos	Chiloe	Ancud	G		
255	De Los Lagos	Chiloe	Chonchi	G		
256	De Los Lagos	Chiloe	Curaco de Vélez	G		
257	De Los Lagos	Chiloe	Dalcahue	G		
258	De Los Lagos	Chiloe	Puqueldón	G		
259	De Los Lagos	Chiloe	Queilén	G		
260	De Los Lagos	Chiloe	Quellón	G		
261	De Los Lagos	Chiloe	Quemchi	G		
262	De Los Lagos	Chiloe	Quinchao	G		
263	De Los Lagos	Osorno	Osorno	G		
264	De Los Lagos	Osorno	Puerto Octay	G		

TABLA 1.1.: LISTADO DE ZONAS TÉRMICAS POR COMUNAS

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
265	De Los Lagos	Osorno	Purranque	G		
266	De Los Lagos	Osorno	Puyehue	G		
267	De Los Lagos	Osorno	Río Negro	G		
268	De Los Lagos	Osorno	San Juan de la Costa	G		
269	De Los Lagos	Osorno	San Pablo	G		
270	De Los Lagos	Palena	Chaitén	G		
271	De Los Lagos	Palena	Futaleufú	I		
272	De Los Lagos	Palena	Hualaihué	G		
273	De Los Lagos	Palena	Palena	I		
274	De Aisén del Gral. C. Ibáñez del Campo	Coihaique	Coihaique	I		
275	De Aisén del Gral. C. Ibáñez del Campo	Coihaique	Lago Verde	I		
276	De Aisén del Gral. C. Ibáñez del Campo	Aisén	Aisén	I		
277	De Aisén del Gral. C. Ibáñez del Campo	Aisén	Cisnes	I		
278	De Aisén del Gral. C. Ibáñez del Campo	Aisén	Guaitecas	I		
279	De Aisén del Gral. C. Ibáñez del Campo	Capitan Prat	Cochrane	I		
280	De Aisén del Gral. C. Ibáñez del Campo	Capitan Prat	O'Higgins	I		
281	De Aisén del Gral. C. Ibáñez del Campo	Capitan Prat	Tortel	I		
282	De Aisén del Gral. C. Ibáñez del Campo	General Carrera	Chile Chico	I		
283	De Aisén del Gral. C. Ibáñez del Campo	General Carrera	Río Ibáñez	I		

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
284	De Magallanes y de La Antártica Chilena	Magallanes	Punta Arenas	I		
285	De Magallanes y de La Antártica Chilena	Magallanes	Laguna Blanca	I		
286	De Magallanes y de La Antártica Chilena	Magallanes	Río Verde	I		
287	De Magallanes y de La Antártica Chilena	Magallanes	San Gregorio	I		
288	De Magallanes y de La Antártica Chilena	Antártica Chilena	Cabo de Hornos	I		
289	De Magallanes y de La Antártica Chilena	Antártica Chilena	Antártica	I		
290	De Magallanes y de La Antártica Chilena	Tierra del Fuego	Porvenir	I		
291	De Magallanes y de La Antártica Chilena	Tierra del Fuego	Primavera	I		
292	De Magallanes y de La Antártica Chilena	Tierra del Fuego	Timaukel	I		
293	De Magallanes y de La Antártica Chilena	Ultima Esperanza	Natales	I		
294	De Magallanes y de La Antártica Chilena	Ultima Esperanza	Torres del Paine	I		



TABLA 1.1.: LISTADO DE ZONAS TÉRMICAS POR COMUNAS

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
295	Metropolitana de Santiago	Santiago	Santiago	D		
296	Metropolitana de Santiago	Santiago	Cerrillos	D		
297	Metropolitana de Santiago	Santiago	Cerro Navia	D		
298	Metropolitana de Santiago	Santiago	Conchalí	D		
299	Metropolitana de Santiago	Santiago	El Bosque	D		
300	Metropolitana de Santiago	Santiago	Estación Central	D		
301	Metropolitana de Santiago	Santiago	Huechuraba	D		
302	Metropolitana de Santiago	Santiago	Independencia	D		
303	Metropolitana de Santiago	Santiago	La Cisterna	D		
304	Metropolitana de Santiago	Santiago	La Florida	D		
305	Metropolitana de Santiago	Santiago	La Granja	D		
306	Metropolitana de Santiago	Santiago	La Pintana	D		
307	Metropolitana de Santiago	Santiago	La Reina	D		
308	Metropolitana de Santiago	Santiago	Las Condes	D	H	
309	Metropolitana de Santiago	Santiago	Lo Barnechea	D	H	
310	Metropolitana de Santiago	Santiago	Lo Espejo	D		
311	Metropolitana de Santiago	Santiago	Lo Prado	D		
312	Metropolitana de Santiago	Santiago	Macul	D		
313	Metropolitana de Santiago	Santiago	Maipú	D		
314	Metropolitana de Santiago	Santiago	Ñuñoa	D		

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
315	Metropolitana de Santiago	Santiago	Pedro Aguirre Cerda	D		
316	Metropolitana de Santiago	Santiago	Peñalolén	D		
317	Metropolitana de Santiago	Santiago	Providencia	D		
318	Metropolitana de Santiago	Santiago	Pudahuel	D		
319	Metropolitana de Santiago	Santiago	Quilicura	D		
320	Metropolitana de Santiago	Santiago	Quinta Normal	D		
321	Metropolitana de Santiago	Santiago	Recoleta	D		
322	Metropolitana de Santiago	Santiago	Renca	D		
323	Metropolitana de Santiago	Santiago	San Joaquín	D		
324	Metropolitana de Santiago	Santiago	San Miguel	D		
325	Metropolitana de Santiago	Santiago	San Ramón	D		
326	Metropolitana de Santiago	Santiago	Vitacura	D		
327	Metropolitana de Santiago	Cordillera	Puente Alto	D		
328	Metropolitana de Santiago	Cordillera	Pirque	D	H	
329	Metropolitana de Santiago	Cordillera	San José de Maipo	D	H	
330	Metropolitana de Santiago	Chacabuco	Colina	D	H	
331	Metropolitana de Santiago	Chacabuco	Lampa	D		
332	Metropolitana de Santiago	Chacabuco	Tiltil	D		
333	Metropolitana de Santiago	Maipo	San Bernardo	D		
334	Metropolitana de Santiago	Maipo	Buín	D		



TABLA 1.1.: LISTADO DE ZONAS TÉRMICAS POR COMUNAS

	REGIÓN	PROVINCIA	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA	ZONA TÉRMICA
335	Metropolitana de Santiago	Maipo	Calera de Tango	D		
336	Metropolitana de Santiago	Maipo	Paine	D		
337	Metropolitana de Santiago	Melipilla	Melipilla	D		
338	Metropolitana de Santiago	Melipilla	Alhué	D		
339	Metropolitana de Santiago	Melipilla	Curacaví	D		
340	Metropolitana de Santiago	Melipilla	María Pinto	D		
341	Metropolitana de Santiago	Melipilla	San Pedro	D		
342	Metropolitana de Santiago	Talagante	Talagante	D		
343	Metropolitana de Santiago	Talagante	El Monte	D		
344	Metropolitana de Santiago	Talagante	Isla de Maipo	D		
345	Metropolitana de Santiago	Talagante	Padre Hurtado	D		
346	Metropolitana de Santiago	Talagante	Peñaflor	D		

ANEXO 2.2



ANEXO 2.2.- CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

PLANILLA 2.2.1. - MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

MATERIALES	DENSIDAD (Kg/m3))	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m°C)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)
Agua líquida a 0 °C	1000	59	4187
Aire quieto a 0 °C	00.012	0.024	1005
Adobe	1100 - 1800	9	1100
Aluminio	2700	210	898
Arcilla	2100	93	920
Arcilla expandida	300	009	1100
Arena	1500	58	920
Aserrín de madera	190	006	1800
Asfaltos	1700	7	1000
Azulejos	-	105	1050
Baldosas cerámicas	-	175	1042
Betún	1050	16	1000
Bronce	8500	64	360
Cobre	8930	380	377
Escorias	800	25	1070
Escorias	1000	29	1070
Escorias	1200	34	1070
Escorias	1400	41	1070
Enlucido de yeso	800	35	837
Enlucido de yeso	1000	44	837
Enlucido de yeso	1200	56	837
Enlucido de yeso con perlitas	570	18	837
Fibrocemento	920	22	837
Fibrocemento	1000	23	837
Fibrocemento	1135	23	837
Fundición y acero	7850	58	500
Grava rodada o de machequeo	1700	81	920
Hormigón armado (normal)	2400	163	920
Hormigón con áridos ligeros	1000	33	920
Hormigón con áridos ligeros	1400	55	920

MATERIALES	DENSIDAD (Kg/m3))	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m°C)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)
Hormigón celular con áridos silíceos	600	34	1094
Hormigón celular con áridos silíceos	1000	67	1094
Hormigón celular con áridos silíceos	1400	109	1094
Hormigón celular sin áridos	305	009	1360
Hormigón en masa con grava normal/ con áridos ligeros	1600	73	920
Hormigón en masa con grava normal/ con áridos ordinarios y sin vibrar	2000	116	920
Hormigón en masa con grava normal/ con áridos ordinarios vibrados	2400	163	920
Hormigón en masa con arcilla expandida	500	12	1083
Hormigón en masa con arcilla expandida	1500	55	1083
Hormigón con cenizas	1000	41	1055
Hormigón con escorias de altos hornos	600	17	1061
Hormigón con escorias de altos hornos	800	22	1061
Hormigón con escorias de altos hornos	1000	3	1061
Hormigón normal con áridos silíceos	600	34	1063
Hormigón normal con áridos silíceos	800	49	1063
Hormigón normal con áridos silíceos	1000	67	1063
Hormigón de viruta de madera	450 - 650	26	920
Hormigón de fibras de madera	300 - 400	12	925
Hormigón de fibras de madera	400 - 500	14	925
Hormigón de fibras de madera	500 - 600	16	925
Hormigón liviano en base a poliestireno expandido	260	0.088	1094
Hormigón liviano en base a poliestireno expandido	320	105	1094
Hormigón liviano en base a poliestireno expandido	430	134	1094
Hormigón liviano en base a poliestireno expandido	640	214	1094
Hormigón liviano en base a poliestireno expandido	840	269	1094

ANEXO 2.2.- CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

PLANILLA 2.2.1. - MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

MATERIALES	DENSIDAD (Kg/m3))	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m°C)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)
Hormigón liviano en base a poliestireno expandido	1100	387	1094
Ladrillo macizo hecho a máquina	1000	46	750
Ladrillo macizo hecho a máquina	1200	52	750
Ladrillo macizo hecho a máquina	1400	6	750
Ladrillo macizo hecho a máquina	1800	79	750
Ladrillo macizo hecho a máquina	2000	1	750
Ladrillo hecho a mano	-	5	750
Laminas bituminosas	1100	19	1000
Lana de amianto	100	0.061	1360
Lana de amianto	200	0.063	1360
Lana de amianto	400	12	1360
Lana mineral, colchoneta libre	40	0.042	840
Lana mineral, colchoneta libre	50	0.041	840
Lana mineral, colchoneta libre	70	0.038	840
Lana mineral, colchoneta libre	90	0.037	840
Lana mineral, colchoneta libre	110	0.04	840
Lana mineral, colchoneta libre	120	0.042	840
Lana mineral granulada	20	0.069	840
Lana mineral granulada	30	0.06	840
Lana mineral granulada	40	0.055	840
Lana mineral granulada	60	0.048	840
Lana mineral granulada	80	0.044	840
Lana mineral granulada	100	0.041	840
Lana mineral granulada	120	0.042	840
Lana mineral granulada	140	0.042	840
Linoleo	1200	19	837
Madera alamo	380	0.091	1759
Madera alerce	560	134	1759
Madera coigüe	670	145	1759

MATERIALES	DENSIDAD (Kg/m3))	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m°C)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)
Madera lingue	640	136	1759
Madera pino insigne	410	104	2805
Madera raulí	580	121	1759
Madera roble	800	157	1759
Maderas, tableros aglomerados de partículas	400	0.095	1420
Maderas, tableros aglomerados de partículas	420	0.094	1420
Maderas, tableros aglomerados de partículas	460	0.098	1420
Maderas, tableros aglomerados de partículas	560	102	1420
Maderas, tableros aglomerados de partículas	600	103	1420
Maderas, tableros aglomerados de partículas	620	105	1420
Maderas, tableros aglomerados de partículas	650	106	1420
Maderas, tableros de fibra	850	23	2444
Maderas, tableros de fibra	930	26	2444
Maderas, tableros de fibra	1030	28	2444
Mármol	2500 - 2850	2.0 - 3.5	860
Moquetas, alfombras	1000	0.05	1360
Morteros de cal y bastardos	1600	87	980
Mortero de cemento	2000	14	920
Papel	1000	13	1300
Perlita expandida	90	0.05	1380
Plancha de corcho	100	0.04	2210
Plancha de corcho	200	0.047	2210
Plancha de corcho	300	0.058	2210
Plancha de corcho	400	0.066	2210
Plancha de corcho	500	0.074	2210
Plomo	11300	35	130



ANEXO 2.2.- CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

PLANILLA 2.2.1. - MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

MATERIALES	DENSIDAD (Kg/m3))	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m°C)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)
Poliestireno expandido	10	0.043	1200
Poliestireno expandido	15	00.413	1200
Poliestireno expandido	20	00.384	1200
Poliestireno expandido	30	00.361	1200
Poliuretano expandido	25	00.272	1260
Poliuretano expandido	30	00.262	1260
Poliuretano expandido	40	0.025	1260
Poliuretano expandido	45	00.245	1260
Poliuretano expandido	60	00.254	1260
Poliuretano expandido	70	00.274	1260
Productos minerales en polvo (kieselgur, polvo mineral)	200	008	1090
Productos minerales en polvo (kieselgur, polvo mineral)	400	12	1090
Productos minerales en polvo (kieselgur, polvo mineral)	600	16	1090
Productos minerales en polvo (kieselgur, polvo mineral)	800	21	1090
Productos minerales en polvo (kieselgur, polvo mineral)	1000	27	1090
Productos minerales en polvo (kieselgur, polvo mineral)	1200	34	1090
Productos minerales en polvo (kieselgur, polvo mineral)	1400	4	1090
Rocas compactas	2500 - 3000	35	800
Rocas porosas	1700 - 2500	233	820
Vermiculita en partículas	99	0.047	1360
Vermiculita expandida	100	007	1360
Vidrio plano	2500	12	837
Yeso cartón	650	24	840
Yeso cartón	700	26	840
Yeso cartón	870	31	840

Fuente: Informe Etapa 5. Manuales de Referencias Técnicas: Fundamentos Técnicos . Desarrollo de la Herramienta de Certificación del Comportamiento Térmico de Edificios de Chile (CCTE_CL v2), basada en INN. 2007. NCh 853 Of. 91

ANEXO 2.2.- CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

PLANILLA 2.2.2. - OTROS MATERIALES

MATERIALES	DENSIDAD (Kg/m3))	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/m°C)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)
Arquitectura Climática. Una contribución al desarrollo sustentable (1)			
Paja comprimida	300 a 400	12	-
Zinc	7130	112	380
Base de datos Software ESP-r			
Bloque de vidrio	3500	7	837
PVC	1379	16	1004
Fardo de paja	240	007	1800
Vidrio 6mm CF Low_e	2500	105	750
Granito rojo	2650	29	900
Piedra Caliza	2180	15	720
Piedra Pizarra	2700	2	753
Azulejo Arcilla	1900	85	837
Azulejo Concreto	2100	11	837
Goma dura	1200	15	1000

Fuente (1): Lavigne, 2003. Arquitectura climática. Una contribución al desarrollo sustentable. Tomo I. Bases físicas. Talca: Universidad de Talca. Chile.

ANEXO 2.2.- CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

PLANILLA 2.2.3. - AISLANTES PARA CIELOS Y MUROS

AISLANTES TÉRMICOS	DENSIDAD (kg/m3)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/MK)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)
Lana de Vidrio			
Lana de Vidrio			
Lana de Vidrio (colchonetas)	13	0.044	840
Lana de Vidrio (paneles)	10	0.046	840
	12	0.043	840
	125	0.042	840
	13	0.042	840
	135	0.042	840
	14	0.041	840
Lana de Vidrio (paneles)	16	0.039	840
	18	0.038	840
	20	0.037	840
	30	0.034	840
	40	0.033	840
	50	0.032	840
Lana de Vidrio (granulado)	12	0.063	840
Lana de Roca			
Lana de Roca (colchonetas)	40	0.042	1050
Lana de roca (granulado)	40	0.059	1050
Lana Mineral			
Lana Mineral (colchonetas)	80	0.04	840
Poliestireno Expandido			
	10	0.043	1200
	10	0.043	1200
Poliestireno expandido de 10kg/m3	15	0.043	1200
	15	0.043	1200

ANEXO 2.2.- CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

PLANILLA 2.2.3. - AISLANTES PARA CIELOS Y MUROS

AISLANTES TÉRMICOS	DENSIDAD (kg/m3)	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (W/mK)	CALOR ESPECÍFICO (J/kgK)
	20	0.043	1200
Poliestireno expandido de 10kg/m3	20	0.043	1200
Fibras de Poliester			
	88	0.066	1050
Fibras de poliester (rollos)	58	0.069	1050
	61	0.063	1050
	75	0.06	1050
Espuma Rígida de Poliuretano			
	30	0.028	1260
	316	0.026	1260
Espuma rigida de poliuretano	317	0.026	1260
	321	0.025	1260
	337	0.025	1260
Lana de Celulosa			
	288	0.041	1200
Lana de Celulosa	258	0.045	1200
	228	0.042	1200

Fuente: Minvu, 2014. Listado Oficial de Soluciones Constructivas para Acondicionamiento Térmico.



PLANILLA 01A: RENDIMIENTO LUMINOSO (LM/W)**TEMA:** Estándares para iluminación interior (artificial)

LUMINARIA	Lúmenes (lm)	Potencia (W)	Rendimiento Luminoso (lm/W)
L1	2050	28	73

RENDIMIENTO LUMINOSO ÓPTIMO ≥ 70 
ANEXO 2.3
PLANILLAS

PLANILLA 01B: RENDIMIENTO LUMINOSO (LM/W)**TEMA: ESTÁNDARES PARA ILUMINACIÓN EXTERIOR (ARTIFICIAL)**

LUMINARIA	Lúmenes (lm)	Potencia (W)	Rendimiento Luminoso (lm/W)
L1	2050	28	73

RENDIMIENTO LUMINOSO ÓPTIMO ≥ 65 **PLANILLA 02A: DENSIDAD DE POTENCIA (W/M²)****TEMA: ESTÁNDARES DE ILUMINACIÓN INTERIOR (ARTIFICIAL)**

	W unitario	Cantidad	W total	Área recinto (m ²)	W/m ²
Comedor					
Luminaria L1					
Luminaria L2					
Cocina					
Dormitorio					
Corredor					

Valores estandar según tabla 2.34 Numeral 2.3.4 del presente documento





CHECKLISTS DE ENERGÍA



ANTECEDENTES PROYECTO

NOMBRE PROPIETARIO	
DIRECCIÓN	
EDIFICIO O BLOCK	
N° DE VIVIENDA	
COMUNA	
REGIÓN	
ROL N°	
PROPIET	
RUT	
N° PERMISO EDIFICACIÓN	
FECHA EMISIÓN	
ARQUITECTO PATROCINANTE	
PATENTE N°	
CONSTRUCTORA	
RUT/ RUN	
PROFESIONAL ADM. DE OBRAS	
RESPONSABLE ITO	
TIPO DE VIVIENDA	
NUMERO DE PISOS	
SUPERFICIE PISO 1	
SUPERFICIE PISO 2	
SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA	
SUPERFICIE EXTERIOR DE USO PRIVADO	
TOTAL SUPERFICIE	



CHECKLIST N°2A
ETAPA DISEÑO

CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2A: ETAPA DE DISEÑO

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE	
2.1. Desempeño Energético	2.1.1. Desempeño Energético Eficiente	D.a. Reducción de demanda en calefacción						
		D.b. Reducción de demanda en enfriamiento						
		Informe de comportamiento energé -térmico de la vivienda.						
		Planos de arquitectura.						
		Especificaciones Técnicas.						
	2.1.2. Sistema de Calificación Energética de Viviendas en Chile	D.a. Reducción de demanda y consumo energético.						
		Etiqueta de Pre-Calificación						
		Planos de arquitectura						
		Especificaciones Técnicas.						
		Informe de precalificación						
D.b. Sobrecalentamiento								
	Cumplir con lo requerido en a del 2.1.1							
2.2. Método Prescriptivo	2.2.1. Asoleamiento	Cumplir con al menos dos de las siguientes directrices:						
		D.a. Acceso de radiación directa en solsticio de invierno						
		Estudio de asoleamiento con:						
		Plano de emplazamiento del proyecto.						
		Planos de planta y cortes según se indica en metodología.						
		O imágenes gráficas de simulaciones dinámicas						
		D.b. Porcentajes de ventanas por orientación						
		Planos y elevaciones indicando claramente distribución de porcentajes de ventanas por orientación y protecciones solares						
		Planos de detalle de ventanas indicando número y tipo de elemento vidriado						
		Especificaciones Técnicas ventanas						
D.c. Protecciones solares								
Plano de detalle de elementos de sombreamiento								
Especificaciones Técnicas de elementos de sombreamiento								



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2A: ETAPA DE DISEÑO

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
2.2. Método Prescriptivo	2.2.1. Asoleamiento						
	D.d. Relación con el entorno						
	Plano de emplazamiento del proyecto, según metodología.						
	Perfiles norte-sur y oriente-poniente, según metodología.						
	O imágenes gráficas de simulaciones dinámicas.						
	2.2.2. Envoltente opaca eficiente						
	Documentos para todas las directrices de diseño:						
	Especificaciones Técnicas de la envoltente con sus valores de transmitancia y capacidad calorífica.						
	D.a. Indicador de aislación térmica						
	Informe de cálculo de transmitancias térmicas:						
	Verificar que los siguientes elementos cumplen:						
	Muros Perimetrales principales (*)						
	Muros Perimetrales secundarios (*)						
	Techo principal (*)						
	Techo secundario (*)						
	Piso ventilado principal (*)						
	Piso ventilado secundario						
	Pisos contraterreno principal						
	Nota: Los items que cuenten con asterisco (*) corresponden a los temas solicitados por CEV.						
	D.b. Indicador de masa térmica						
	Informe de cálculo de masa térmica						
	Verificar el cumplimiento tabla 2.8, del presente documento						
	D.c. Puentes térmicos						
	Informe de cálculo de transmitancias térmicas de los puentes térmicos						
	Verificar que los siguientes elementos cumplen:						
	Aislación en Sobrecimientos						
	Aislación en encuentro muros perimetrales con piso						
Aislación en encuentro muros perimetrales con cielo y/o cubierta							
Aislación en encuentro muros perimetrales con ventanas							
Aislación en estructura tabiquería exterior							



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2A: ETAPA DE DISEÑO

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE	
2.2. Método Prescriptivo	2.2.2. Envoltente opaca eficiente							
	D.d. Desempeño energético eficiente Cumplimiento de la directriz “a” del numeral 2.1.1. del presente documento							
	2.2.3. Envoltente Transparente Eficiente	Documentos que se requieren para todas las directrices de diseño:						
		D.a. Transmitancia térmica (U)						
		Informe con los cálculos de transmitancia de elementos vidriados.						
		D.b. Porcentaje de ventanas						
		Planos de planta y elevación indicando porcentajes de ventanas						
		Planos de detalles ventanas indicando número y tipo de elemento vidriado						
		D.c. Sombreamiento						
		Cumplir con directriz “c” del numeral 2.2.1. “Asoleamiento						
		D.d. Desempeño energético eficiente						
		Cumplimiento de la directriz “a” del numeral 2.1.1. del presente documento						
	Documentos que se requieren para todas las directrices de diseño:							
	Especificaciones Técnicas de los elementos vidriados con sus valores de transmitancia y sistemas de cierre							
	2.2.4. Protecciones solares y térmicas	D.a. Protecciones solares						
		Especificaciones Técnicas de las protecciones solares propuestas						
		Planos de arquitectura generales, indicando en las elevaciones las protecciones solares propuestas						
		Plano de detalle de las protecciones solares						
		Para orientación Norte, cumplimiento de a, b y c del numeral 2.2.1 “Asoleamiento” de la presente categoría.						
		D.b. Protecciones térmicas						
Especificaciones Técnicas de las protecciones térmicas propuestas								
Planos de arquitectura generales, indicando en las elevaciones las protecciones térmicas propuestas								
Plano de detalle de las protecciones térmicas								



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2A: ETAPA DE DISEÑO

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
2.2. Método Prescriptivo	D.a. Hermeticidad desde el diseño						
	Especificaciones Técnicas de las medidas de sellados de ventanas, puertas y muros						
	Plano de detalles de las medidas de sellados de ventanas, puertas y muros						
	Verificar que los siguientes elementos cumplen con las medidas:						
	Encuentro muros perimetrales con cielo y/o cubierta						
	Encuentro muros perimetrales con ventanas y puertas						
	En pasada de ductos						
	En cajas de enchufes						
	Barrera de vapor						
	Fichas Técnicas de productos o elementos que cuenten con información de utilidad para el control de hermeticidad						
Cuando este disponible, "Etiquetado energético y de hermeticidad de ventanas y puertas".							
2.3. Equipos Energéticamente Eficientes	D.a. Demanda energética en calefacción						
	Informe comportamiento energí-termico, dando cumplimiento de la directriz "a" , numeral 2.1.1, fase diseño para calefacción.						
	D.b. Consumo de energía para sistemas de agua caliente sanitaria (ACS)						
	Informe de cálculo de consumo base y consumo eficiente proyectado.						
	Especificaciones Técnicas de sistemas ACS						
	Planos del proyecto y sistemas propuestos ACS						
	Planos de detalle ACS						
	Fichas Técnicas de los equipos y/o de las partes del sistema ACS						
En caso de incluir energía solar térmica, basar informe consumo base y eficiente proyectado, según la zona térmica solicitada en tabla 2.16							



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2A: ETAPA DE DISEÑO

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
2.3. Equipos Energéticamente Eficientes	D.c. Especificación de Sistemas de calefacción/ACS centralizados						
	Eficiencias nominales						
	Rendimientos mínimos						
	Cañerías cumplen con aislación térmica						
	Ductos cumplen con aislación térmica						
	Requisitos para tanques de acumulación						
	Dimensionamiento de hora punta para sistema de ACS						
	Informe de cálculo de consumo base, consumo eficiente proyectado y dimensionamiento del sistema, según metodología y firmado por el profesional competente, dando cumplimiento a lo solicitado en:						
	Numeral 2.2.5, etapa de diseño						
	Tablas 2.17 y 2.18 del presente documento.						
	En sistemas ACS centralizados para más de un servicio, se deberá dimensionar el consumo de hora punta como un 50% del consumo medio diario.						
	Especificaciones Técnicas de los equipos de calefacción/ACS centralizado que operen en frío, según lo solicitado por la tabla 2.24 del presente documento						
	Especificaciones Técnicas de las aislaciones según aplicación y lo solicitado por las tablas 2.19 a 2.23 del presente documento.						
	Planos detalle ACS						
	Fichas Técnicas de los equipos y/o de las partes del sistema ACS						
	D.d. Calefacción / generación ACS individual						
	Especificaciones Técnicas de los equipos de calefacción/ACS que incluyan:						
	Fichas Técnicas de los equipos a leña eficientes y/o pellet con doble cámara de combustión						
Planos de sistemas de calefacción y ACS							



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2A: ETAPA DE DISEÑO

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE	
2.3. Equipos Energéticamente Eficientes	2.3.1 Sistemas de Calefacción y ACS	Documentar que la zona no cuente con PDA del MMA						
		Cumplimiento del numeral 1.1.1, "Calidad del aire interior" del presente documento.						
		D.e. Controles y Monitoreo						
		Cumplimiento con directrices "a" y "b" del numeral 2.4.1. de la presente categoría						
		D.f. Refrigerantes						
		Cumplimiento de la directriz "c" del numeral "5.1.2. Gases Efecto Invernadero" del presente documento.						
	2.3.2. Sistemas de enfriamiento	D.a. Demanda energética en enfriamiento						
		Informe comportamiento energo-térmico, dando cumplimiento de la directriz "a", del numeral 2.1.1 fase diseño para enfriamiento tabla 2.2.						
		D.b. Especificación de Sistemas de enfriamiento						
		Rendimientos mínimos						
		Cañerías cumplen con aislación térmica						
		Ductos cumplen con aislación térmica						
		Informe de cálculo con el dimensionamiento de la demanda de frío de los recintos y del sistema de enfriamiento según metodología.						
		Especificaciones Técnicas de sistemas de enfriamiento que incluyan lo solicitado por:						
		Las tablas 2.17 y 2.24 del presente documento.						
		Etiquetado de equipos eficiencia energética A o superior.						
		Aislaciones según lo solicitado por las tabla 2.25 a 2.27 del presente documento.						
		Planos de detalle de sistema enfriamiento						
		Fichas Técnicas de los equipos, aislaciones y/o de las partes del sistema						
D.c. Controles y Monitoreo								
Cumplimiento con directrices "a" y "b" del numeral 2.4.1. de la presente categoría								
D.d. Refrigerantes								
	Cumplimiento de la directriz "c" del numeral "5.1.2. Gases Efecto Invernadero" del presente documento.							



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2A: ETAPA DE DISEÑO

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
2.3. Equipos Energéticamente Eficientes	D.a. Promover luz natural						
	Cumplimiento con directriz "a" del numeral 1.1.5. "Confort Lumínico y Visual" del presente documento.						
	Planos de arquitectura a escala máxima 1:100.						
	Informe de análisis de iluminación natural						
	Planos de iluminación a escala 1:200						
	Plano detalle de proyecto de instalación eléctrica e iluminación demostrando zonificación de circuitos por cada recinto.						
	Especificaciones Técnicas de luminarias, equipos, sistemas de control y accesorios.						
	D.b. Proporcionar iluminación artificial eficiente						
	Especificaciones Técnicas de luminarias						
	Fichas Técnicas de equipos de iluminación interior						
	Cumplimiento de lo solicitado en las planillas de calculo 01a, según Anexo 2.3 del presente documento.						
	D.c. Rendimiento luminoso						
	Especificaciones Técnicas de luminarias						
	Fichas Técnicas de equipos de iluminación						
	Cumplimiento de lo solicitado en las planillas de calculo 01a, según Anexo 2.3 del presente documento.						
	D.d. Índice de protección IP						
	Especificaciones Técnicas de luminarias						
	D.e. Desempeño energético (W/m²)						
Planos de detalle proyecto de iluminación indicando densidad de potencia por recinto.							
Especificaciones Técnicas de luminarias que incluyan lo solicitado por:							
Cumplimiento de lo solicitado en las planillas de calculo 01a y 02a, según Anexo 2.3 del presente documento.							



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2A: ETAPA DE DISEÑO

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
2.3. Equipos Energéticamente Eficientes	D.f. Impacto Ambiental						
	Especificaciones Técnicas de luminarias que incluyan lo solicitado por:						
	Mínimo 50% de luminarias del proyecto no contaminantes						
	Fichas Técnicas de luminarias no contaminantes						
	Certificados sin componentes tóxicos						
	D.g. Alimentación por energía solar fotovoltaica						
	Plano de detalle generación solar fotovoltaica que incluya:						
	Circuito de alimentación para iluminación eficiente independiente.						
	Especificaciones Técnicas del sistema iluminación interior:						
	Fichas Técnicas de luminarias no contaminantes						
	D.h. Sistemas de control						
	Planos de detalle proyecto de iluminación y control indicando:						
	Posición de todos los controladores y altura de montaje en relación a la iluminación propuesta, y simbología de controladores especificando descripción, ubicación y radio de alcance.						
	Posición de todos los equipos de iluminación y altura de montaje especificando descripción, ubicación y alcance.						
	Especificaciones Técnicas de sistemas de iluminación y control						
	Fichas Técnicas de sistemas de iluminación y control						
	D.i. Certificación técnica						
	Especificaciones Técnicas del proyecto iluminación interior						
Fichas Técnicas de luminarias							
Certificación técnica de luminarias para seguridad y medio ambiente							
2.3.4. Estándares de iluminación exterior	Requerimientos para todas las directrices en etapa de diseño:						
	Informe de iluminación artificial exterior, con los resultados de los cálculos o simulaciones						
	Planos de iluminación exterior, a escala máxima de 1:200, según se indica en metodología						



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2A: ETAPA DE DISEÑO

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
2.3. Equipos Energéticamente Eficientes	Planos instalación eléctrica, a escala máxima de 1:200, indicando circuitos zonificados por uso y/o optimización de iluminación artificial en función de la iluminación natural de los recintos.						
	Especificaciones de luminarias, equipos, sistemas de control y accesorios.						
	D.a. Proporcionar iluminación artificial eficiente						
	Cumplir con directriz "b" de numeral 2.3.3.						
	D.b. Rendimiento luminoso						
	Cumplir con directriz "c" de numeral 2.3.3.						
	D.c. Índice de protección IP						
	Especificaciones Técnicas luminarias exterior:						
	D.d. Desempeño energético						
	Planos detalles sistema de iluminación exterior indicando densidad de potencia.						
	Planillas de cálculo 02b de Anexo 2.3, demostrando el cumplimiento de densidad de potencia (W/m ²) exterior para cada lámpara instalada según tabla 2.32.						
	D.e. Impacto ambiental						
	Certificados sin componentes tóxicos						
	Fichas Técnicas de luminarias no contaminantes						
	D.f. Alimentación por energía solar fotovoltaica						
	Cumplir con metodología de la directriz "g" del numeral 2.3.3, de la presente Categoría.						
	D.g. Sistemas de control						
	Cumplir con directriz "h" del numeral 2.3.3. de la presente categoría						
D.h. Contaminación lumínica							
Cumplir con numeral "5.1.5. Contaminación Lumínica" de la categoría N°5 "Impacto ambiental", del presente documento.							
D.i. Requerimientos mínimos de iluminancia							
Cumplir con directriz "e" de numeral 1.1.4 "Confort lumínico de la Categoría N°1 "Salud y Bienestar".							
D.I. Certificación técnica							
Cumplir con directriz "i" de numeral 2.3.3.							



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2A: ETAPA DE DISEÑO

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
2.3. Equipos Energéticamente Eficientes	D.a. Aporte en energías renovables						
	Informe de cálculos o simulación dinámica del aporte energético conseguido a través de la utilización de energías renovables. El informe debe indicar los datos climáticos utilizados para la simulación y los parámetros técnicos utilizados.						
	Especificaciones Técnicas del sistema de energías renovables propuesto						
	Planos de detalle proyecto Sistemas Energías Renovables						
	En el caso de inyectar electricidad a la red, se deben presentar los formularios de conexión solicitados por la SEC						
	D.b. Certificaciones						
	Certificados de cumplimiento con normativas de seguridad, rendimiento y otros, emitidos por organismos de Certificación es nacionales o internacionales.						
2.4. Plan de gestión y monitoreo energético en operación	D.a. Sistemas de medición de consumo de energía						
	D.b. Sistemas de medición de eficiencia energética para calefacción						
	Planos de detalle proyecto medición y monitoreo						
	Especificaciones Técnicas que incluyan:						
	Medidores inteligentes de energía (Electricidad gas u otro combustible)						
	Cumplir con lo solicitado por la tabla 2.36 del presente documento.						
	Cumplir con lo solicitado por capítulo 10.2 IPMVP.						
	Informe realizado por un profesional con certificación IPMVP o similar.						
En el caso de inyectar electricidad a la red, se deben presentar los formularios de conexión solicitados a la SEC.							

TOTAL PUNTAJE DIRECTRICES		0		0
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO		%		%





CHECKLIST N°2B

ETAPA CONSTRUCCIÓN

CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2B: ETAPA CONSTRUCCIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
2.1. Desempeño Energético	2.1.1. Desempeño Energético Eficiente	D.c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño					
		Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por Anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.					
	2.1.2. Sistema de Calificación Energética de Viviendas en Chile	D.c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño					
		Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por Anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.					
Etiqueta de Calificación							
	Informe de evaluación de eficiencia energética otorgado por el Sistema de Calificación Energética de Viviendas.						
2.2. Método Prescriptivo	2.2.1. Asoleamiento	D.e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:					
		Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por Anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.					
	2.2.2. Envoltente Opaca Eficiente	D.e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:					
		D.a. Indicador de aislación térmica					
		D.b. Indicador de masa térmica					
		Bitácora mensual de ejecución para verificar cumplimiento de directrices sobre las siguientes partidas:					
		Muros Perimetrales principales (*)					
		Muros Perimetrales secundarios (*)					
		Techo principal (*)					
		Techo secundario (*)					
		Piso ventilado principal (*)					
		Piso ventilado secundario					
		Pisos contraterreno principal					
Tabiquería							
	Nota: Los ítems que cuenten con asterisco (*) corresponden a los temas solicitados por CEV.						



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2B: ETAPA CONSTRUCCIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE	
2.2. Método Prescriptivo	2.2.2. Envolvente Opaca Eficiente	D.c. Puentes térmicos						
	Bitácora mensual de ejecución para verificar cumplimiento de directrices sobre las siguientes partidas:							
	Aislación en Sobrecimientos							
	Aislación en encuentro muros perimetrales con piso							
	Aislación en encuentro muros perimetrales con cielo y/o cubierta							
	Aislación en encuentro muros perimetrales con ventanas							
	Aislación en estructura tabiquería exterior							
	Otros							
	2.2.3. Envolvente Transparente Eficiente	D.e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
	Bitácora mensual de ejecución para verificar cumplimiento de directrices sobre las siguientes partidas:							
	Verificación de EETT de ventanas según proyecto							
	Verificación ubicación y tamaño de ventanas							
	Verificación calidad de instalación y sellos							
	Verificación ubicación y características técnicas elementos de sombreado							
	2.2.4. Protecciones Solares y Térmicas	D.c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
	Bitácora mensual de ejecución para verificar cumplimiento de directrices sobre las siguientes partidas:							
	Verificación de EETT de las protecciones según proyecto							
	Verificación ubicación y tamaño de las protecciones							
	Verificación calidad de instalación							
	2.2.5. Infiltraciones	D.b. Verificación de clase de infiltración						
	Copia del certificado del test de hermeticidad, denominado Blower Door.							
Ensayo de laboratorio o ficha técnica, según norma NCh 3297:2013.								



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2B: ETAPA CONSTRUCCIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
2.2. Método Prescriptivo	D.c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
	Bitácora mensual de ejecución para verificar cumplimiento de disectrices sobre las siguientes partidas:						
	Encuentro muros perimetrales con cielo y/o cubierta						
	Encuentro muros perimetrales con ventanas y puertas						
	En pasada de ductos						
	En cajas de enchufes						
	Barrera de vapor						
2.3. Equipos Energéticamente Eficientes	D.g. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
	Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por Anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.						
	Facturas del sistema ACS						
	Fichas técnicas ACS						
	Planos as built del sistema ACS, indicando los puntos de distribución						
	Certificado SEC de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.						
	D.e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
	Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por Anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.						
	Facturas de compra del sistema de enfriamiento						
	Ficha técnicas del sistema, equipos y aislaciones						
	Etiqueta de Eficiencia Energética de artefactos de enfriamiento.						
Certificado SEC de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.							
Planos as built del sistema, indicando los puntos de distribución y detalles.							



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2B: ETAPA CONSTRUCCIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE	
2.3. Equipos Energéticamente Eficientes	2.3.3. Estándares de Iluminación Interior	D.j. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
		D.k. Iluminación eficiente en la instalación de faena:						
		Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por Anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.						
		Fichas técnicas de los artefactos, luminarias y sensores correspondientes.						
		Etiquetado Energético SEC.						
		Certificado SEC de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.						
		Facturas de compra de los equipos, lámparas y accesorios de los circuitos de iluminación.						
	Planos as built del proyecto de iluminación, control y eléctrico completo indicando claramente los circuitos.							
	2.3.4. Estándares de Iluminación Exterior	D.m. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
		Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por Anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.						
		Fichas técnicas de los equipos y lámparas correspondientes.						
		Etiquetado Energético SEC.						
		Certificado SEC de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.						
		Planos as built del proyecto de iluminación y eléctrico completo indicando claramente los circuitos.						
Facturas de compra de los equipos, lámparas y accesorios de los circuitos de iluminación.								
D.n. Iluminación eficiente en la instalación de faena:								



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2B: ETAPA CONSTRUCCIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
2.3.	2.3.5 Sistemas de Energías Renovables	D.c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:					
		Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por Anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.					
		Fichas técnicas de los equipos					
		Certificado SEC de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.					
		Planos as built del proyecto.					
	Informe favorable ITO de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.						
2.4. Plan de Gestión y Monitoreo Energético en Operación	2.4.1. Sistemas de Medición y Monitoreo de Energía	D.c. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:					
		Bitácora mensual de ejecución según lo solicitado por Anexo 5.6, emitida por el ITO y validada por el arquitecto patrocinante y el mandante en el libro de obras.					
		Planos as built del proyecto.					
		Certificado SEC de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.					
		Informe favorable ITO de correcta instalación y puesta en marcha del sistema.					
	Fichas técnicas de los equipos						

TOTAL PUNTAJE DIRECTRICES		0		0
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO		%		%





CHECKLIST N°2C
ETAPA OPERACIÓN

CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2C: ETAPA OPERACIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE	
2.1. Desempeño energético	2.1.1. Desempeño Energético Eficiente	D.d. Monitoreo:						
		D.a. Reducción de demanda en calefacción y enfriamiento						
		D.b. Reducción de demanda en enfriamiento						
		Informe de monitoreo mensual de consumo de energía para calefacción y enfriamiento por un año.						
		Control sobre mantención periódica de de los sistemas de calefacción y enfriamiento, según lo solicitado en Anexo 5.4, numeral 3. Energía "2.2. Control sobre mantención periódica de sistemas de calefacción, agua caliente sanitaria y enfriamiento".						
	Aprobación y verificación del numeral 1.3.1. "Manual del usuario de la vivienda"							
	2.1.2. Sistema de Calificación Energética de Viviendas en Chile	D.d. Monitoreo:						
		Informe de monitoreo mensual de consumo de energía para calefacción, enfriamiento, iluminación y agua caliente por un año.						
Control sobre mantención periódica de de los sistemas de calefacción y enfriamiento, según lo solicitado en Anexo 5.4, numeral 3. Energía "2.2. Control sobre mantención periódica de sistemas de calefacción, agua caliente sanitaria y enfriamiento".								
Aprobación y verificación del numeral 1.3.1. "Manual del usuario de la vivienda"								
2.2. Método Prescriptivo	2.2.1. Asoleamiento	D.f. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
		Control sobre mantención de las superficies vidriadas y protecciones solares.						
		Aprobación y verificación del numeral 1.3.1. "Manual del usuario de la vivienda"						
	2.2.2. Envoltente Opaca Eficiente	D.f. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
		D.a. Indicador de aislación térmica						
		D.b. Indicador de masa térmica						
		Velar por que se conserve la calidad térmica de los siguientes elementos:						
Muros Perimetrales principales (*)								
Muros Perimetrales secundarios (*)								
Techo principal (*)								



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2C: ETAPA OPERACIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
2.2. Método Prescriptivo	Techo secundario (*)						
	Piso ventilado principal (*)						
	Piso ventilado secundario						
	Pisos contraterreno principal						
	Tabiquería						
	D.c. Puentes térmicos						
	Velar por que se conserve la calidad térmica de los siguientes elementos:						
	Aislación en Sobrecimientos						
	Aislación en encuentro muros perimetrales con piso						
	Aislación en encuentro muros perimetrales con cielo y/o cubierta						
	Aislación en encuentro muros perimetrales con ventanas						
	Aislación en estructura tabiquería exterior						
	Documentación General:						
	Control sobre mantenimiento periódica del envolvente eficiente, según Plan de Mantenimiento y Operación, según metodología.						
	Verificación de que los residentes cuenten con el "Manual del Usuario de la Vivienda", según metodología.						
2.2.3. Envolvente transparente Eficiente	D.f. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
Control sobre mantenimiento periódica del envolvente eficiente, según Plan de Mantenimiento y Operación, según metodología.							
Verificación de que los residentes cuenten con el "Manual del Usuario de la Vivienda", según metodología.							
2.2.4. Protecciones Solares y Térmicas	D.d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
Control sobre mantenimiento periódica del envolvente eficiente, según Plan de Mantenimiento y Operación, según metodología.							
Verificación de que los residentes cuenten con el "Manual del Usuario de la Vivienda", según metodología.							



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2C: ETAPA OPERACIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
2.2. Método Prescriptivo	D.e. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
	Verificar que las terminaciones de la vivienda se conservan de acuerdo al proyecto recepcionado						
	Encuentro muros perimetrales con cielo y/o cubierta						
	Encuentro muros perimetrales con ventanas y puertas						
	En pasada de ductos						
	En cajas de enchufes						
	Barrera de vapor						
	Documentación General: Control sobre mantención periódica del envolvente eficiente, según Plan de Mantención y Operación, según metodología. Verificación de que los residentes cuenten con el "Manual del Usuario de la Vivienda", según metodología.						
2.3. Equipos y artefactos energéticamente eficientes	D.h. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
	Cumplimiento con directrices "a" y "b" del numeral 2.4.1. de la presente categoría						
	Control sobre mantención periódica de los sistemas calefacción / ACS, según Plan de Mantención y Operación.						
	Verificación de que los residentes cuenten con el "Manual del Usuario de la Vivienda", según metodología.						
	Informe de monitoreo horario anual del consumo de energía en calefacción y ACS						
	D.f. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
	Cumplimiento con directrices "a" y "b" del numeral 2.4.1. de la presente categoría						
	Verificar existencia de medidas de control sobre mantención periódica de los sistemas enfriamiento, según lo solicitado en Anexo 5.4, numeral 3 Verificación de que los residentes cuenten con el "Manual del Usuario de la Vivienda", según metodología. Informe de monitoreo horario anual del consumo del sistema de enfriamiento						



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2C: ETAPA OPERACIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE	
2.3. Equipos y artefactos energéticamente eficientes	2.3.3. Estándares de Iluminación Interior	D.k. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
		Registro de horarios y procedimientos implementados para optimización del uso de la iluminación artificial interior.						
		Verificar existencia de medidas de control sobre mantención periódica de los sistemas de iluminación, según lo solicitado en Anexo 5.4, numeral 3.						
		Verificación de que los residentes cuenten con el "Manual del Usuario de la Vivienda", según metodología.						
		Informe de monitoreo horario anual del consumo del sistema de enfriamiento						
	2.3.4. Estándares de Iluminación Exterior	D.ñ. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
		Registro de horarios y procedimientos implementados para optimización del uso de la iluminación artificial.						
		Verificar existencia de medidas de control sobre mantención periódica de los sistemas de iluminación, según lo solicitado en Anexo 5.4, numeral 3.						
		Verificación de que los residentes cuenten con el "Manual del Usuario de la Vivienda", según metodología.						
	2.3.5 Sistemas de Energías Renovables	D.d. Velar por el cumplimiento de lo establecido en la etapa de diseño:						
		Informe del monitoreo mensual de operación de los sistemas, de acuerdo a evidencia requerida de numeral 2.4.1. para etapa de operación.						
		Verificar existencia de medidas de control sobre mantención periódica de los sistemas de iluminación, según lo solicitado en Anexo 5.4, numeral 3.						



CATEGORÍA ENERGÍA

CHECKLIST 2C: ETAPA OPERACIÓN

TEMA	DESCRIPCIÓN DIRECTRICES A CUMPLIR	APLICA	PUNTAJE BASE EN CASO QUE APLIQUE/MÍN CUMPLIMIENTO	CUMPLE	PUNTAJE	COMENTARIOS ADICIONALES	VISADO POR 3A PARTE
2.4. Plan de gestión y monitoreo energético	D.d. Monitoreo:						
	Control sobre mantención periódica de los sistemas monitoreo, según lo solicitado en Anexo 5.4, numeral 3						
	Verificación de que los residentes cuenten con el "Manual del Usuario de la Vivienda", según metodología.						
	Informe del monitoreo mensual de operación de los sistemas, de acuerdo a evidencia requerida de numeral 2.4.1. para etapa de operación.						
	Informe anual de monitoreo mensual consumo energía de la vivienda						

TOTAL PUNTAJE DIRECTRICES		0		0
PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO		%		%





Fotografía: "Sistemas Solares Térmicos en Viviendas", Sergio Delgado V.

“Construcción Sustentable es
mejorar la calidad de vida a
través de las edificaciones y
su entorno”



CONSTRUCCIÓN
SUSTENTABLE

ISBN 978-956-9432-53-8



9 789569 143253 8