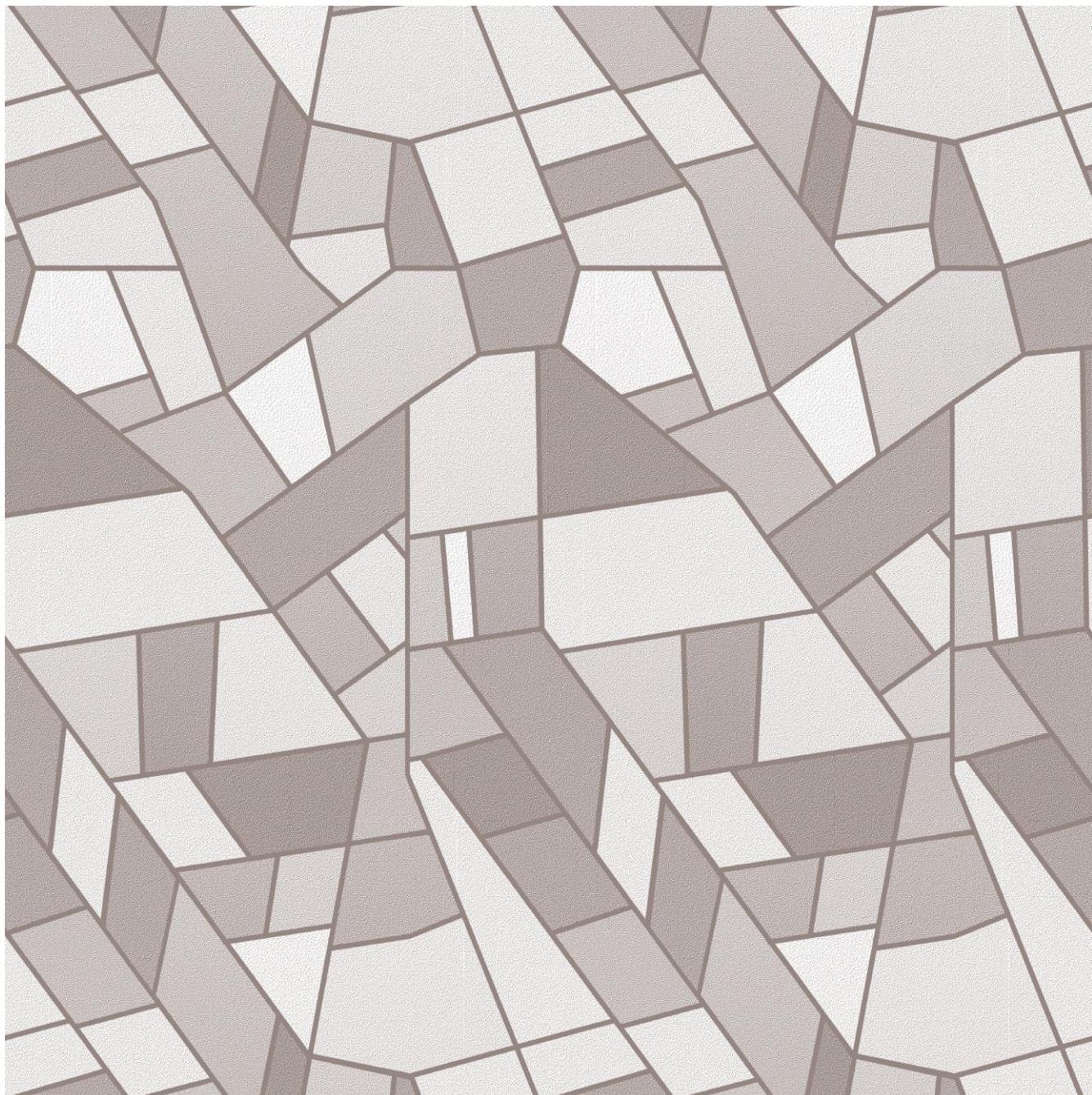


Estado del arte de definiciones de edificaciones de consumo de energía neta cero y emisiones netas cero en el contexto internacional

Informe de avance nro 1_revisión 1

Marzo 2021



Equipo del proyecto

EBP
Antonio Espinoza
Franco Morales

CTeC
Natalia Reyes

EBP Chile SpA AG
La Concepción 191
Piso 12, Of. 1201
Comuna Providencia
Santiago de Chile
Chile
Teléfono +56 2 2573 8505
Antonio.espinoza@ebpchile.cl
www.ebpchile.cl

Impresión: 3. marzo.aa
20200803_EE Convet.docx

Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción, CTeC
Plaza Ercilla 883
Piso 1, Of. 108
Comuna Santiago
Santiago de Chile
Chile
Teléfono +56 2 2978 0749

Índice

1.	1	
2.	Alcance de actividades informe 1	12
3.	Revisión bibliografía internacional	13
	3.1 Mirada general directiva europea	13
4.	Revisión experiencias en países	18
	4.1 Experiencia definición NZEB NZCB Noruega	18
	4.2 Experiencia definición NZEB NZCB Suiza	21
	4.3 Experiencia definición NZEB NZCB Países Bajos	26
	4.4 Experiencia definición NZEB NZCB Australia	32
	4.5 Experiencia definición NZEB NZCB Finlandia	36
	4.6 Experiencia definición NZEB NZCB España	42
	4.7 Experiencia definición NZEB NZCB Francia	51
	4.8 Experiencia definición NZEB NZCB Inglaterra	62
	4.9 Experiencia definición NZEB NZCB California	69
	4.10 Conclusiones de la revisión internacional	75
5.	Actividades relacionadas al objetivo 2: Revisión definiciones establecidas en marco normativo / regulatorio	78
	5.1 Revisión definiciones aplicadas en Chile	78
	5.2 Reglamentación Térmica	78
	5.3 Calificación Energética de Viviendas (CEV) - 2019	79
	5.4 Certificación de Vivienda Sustentable (CVS) - 2020	81
	5.5 Certificación Edificio Sustentable (CES) - 2014	82
	5.6 Términos de Referencia Estandarizados de EE (TdRe) - 2016	84
	5.7 Alcance de Ciclo de vida útil en las edificaciones de energía/carbono neto cero	87
	5.8 Clasificación de sistemas de certificación y sellos asociados	89
	5.9 Experiencias nacionales en medición de huella de carbono	95
6.	Bibliografía	100
A1	Anexo taller de visión internacional	103
	A1.1 Actividades realizadas	103

A1.2 Sistematización taller de edificaciones de energía neta cero y carbono neto cero	104
A1.3 Apreciaciones generales del taller	109
Figura 1 Mapa de definiciones de edificios de energía casi nula (Zebra2020 - Data Tool, 2021) (Zebra2020 2021)	8
Figura 2: Estructura de la Propuesta de Trabajo	12
Figura 3 Indicadores de niveles de ambición (nZEB Noruega) (Selamawit Mamo Fufa 2016)	19
Figura 4 Esquema de diferentes niveles de límites de sistemas en relación a la producción de energía renovable. Fuente A Norwegian ZEB Definition Guideline	20
Figura 5 Esquema vivienda Minergie (Minergie AG 2020)	24
Figura 6 Imagen de páginas 1 y 2 de sello Energielabel woning. (Rijksoverheid 2021)	28
Figura 7 Imagen viviendas intervenidas con programa Energiesprong (Wessels/Stadlander 2020)	29
Figura 8 Esquema de operación Energiesprong	29
Figura 9 Ejemplo de ficha del CBD	32
Figura 10 Imagen de páginas 1 y 2 de sello calificación NatHERS	34
Figura 11 Esquema de puntaje NABERS	34
Figura 12 Niveles estrategia Finlandia	37
Figura 13 páginas 1 y 2 de sello Energiatodistus. Fuente Motiva.fi	39
Figura 14 Esquema de fomento de empresas de servicios energéticos Finlandia	40
Figura 15: Edificio Kuopio	41
Figura 16: Balance mensual de energía (KWh) producida en el sitio y vendidas a las redes del Edificio Kuopio durante diferentes meses del año.	41
Figura 17 Etapas del ciclo de vida de la construcción en base a norma EN 15978, fuente: Estado del Arte de Huella de Carbono para Edificaciones, Resumen para Tomadores de Decisiones, 2da ed. Publicado por Instituto de la Construcción, 2020. Santiago, Chile.	87
Figura 18 Alcance de la plataforma Rukaru	95
Figura 19 esquema funcionamiento herramienta Abaco	96
Figura 20 Imagen herramienta ECSE	99
Tabla 1 Aspectos mínimos a considerar en la definición del nivel de eficiencia energética del edificio (D. 2. EPBD 2010)	14
Tabla 2 Descripción general requerimientos normativos construcción Noruega (Tor Brekke 2016).....	18
Tabla 3 Niveles de ambición Noruega (Selamawit Mamo Fufa 2016)	19
Tabla 4 Descripción aspectos principales norma MuKen2014 (Plenarversammlung 2015)	22
Tabla 5 Ponderación de energéticos	22
Tabla 6 Descripción requerimientos Minergie (Minergie AG 2020)	23
Tabla 7 Requerimientos de edificios de consumo de energía neta cero Países Bajos (Eck 2016)	27
Tabla 8 Descripción general y comparación del código de construcción de Finlandia (Haakana 2016)	36

Tabla 11 Valor máximo de uso de energía primaria (Haakana 2016)	38
Tabla 12 H1- Valores límite de transmitancia térmica (Ulim, en kWh/m2a)	
Fuente: Guía de Aplicación DB-HE 2019.....	43
Tabla 13 Esquema comparativo de antigua y vigente normativa Fuente: Guía de Aplicación DB-HE 2019	43
Tabla 14 Porcentaje de reducción de consumo. Fuente: Guía VERDE Edificios 2020	48
Tabla 15 Porcentaje de Generación de Energía Renovable y Positiva Fuente: Guía VERDE Edificios 2020	48
Tabla 16: Coeficientes Bbiomax y Cpemax para diversas tipologías de nuevos edificios. Fuente: https://epbd-ca.eu/ca-outcomes/outcomes-2015-2018/book-2018/countries/france	52
Tabla 17: Normativa Térmica para edificios existentes. Fuente: https://epbd-ca.eu/ca-outcomes/outcomes-2015-2018/book-2018/countries/france	52
Tabla 18 DOE Zero Energy Ready Home HERS Índice Objetivo =HERS Índice de DOE Vivienda lista para energía cero Vivienda objetivo x Factor de modificación de tamaño.	72
Tabla 19 Descripción general de condiciones habilitantes	76
Tabla 15 Marca de estrella de cinco niveles y su nivel de valor BE. Fuente: Directrices de implementación comercial de evaluación de BELS, 2018 (https://www.hyoukakyoukai.or.jp/bels/pdf/180709bels_01.pdf).....	91
Tabla 16 Opciones para mostrar elementos y nivel de consumo de energía primaria en Etiqueta BELS. Fuente: Directrices de implementación comercial de evaluación de BELS, 2018 (https://www.hyoukakyoukai.or.jp/bels/pdf/180709bels_01.pdf).....	92
Tabla 17 Definición Cualitativa y Cuantitativa de NZEB. Fuente: http://www.env.go.jp/earth/zeb/detail/01.html	93

Resumen ejecutivo

El presente informe corresponde a los objetivos 1 y 2 de los términos de referencia de la consultoría “Estado del arte de definiciones de edificaciones de energía neta cero (NZEB) y edificaciones de emisiones netas cero (NZEC) en el contexto regulatorio internacional”. El equipo de trabajo del proyecto ha propuesto realizar una revisión de nueve países que cuentan con distintas estrategias o aproximaciones a la definición y adopción de edificaciones de NZEC/NZEB, con el fin de identificar un camino hacia la definición de edificaciones de energía/carbono neto cero.

En una mirada inicial se revisa la normativa de la Directiva de eficiencia energética en edificios (EPDB por sus siglas en inglés), la cual, a través de la Directiva 31 del año 2010 estableció las definiciones de “eficiencia energética del edificio”, “edificio de consumo de energía casi nulo” y “nivel óptimo de rentabilidad”. Adicionalmente, los estados miembros deben tomar medidas para cumplir esta meta, entre estas están: 1) una aplicación detallada de la definición de edificios de consumo de energía casi nulo de acuerdo con sus condiciones nacionales, la cual incluya un valor expresado en kWh/m² al año, y 2) Información sobre políticas públicas y medias financieras (entre otros) para promover los edificios de energía casi nulo. La posterior DIRECTIVA 2018/844/UE enmienda la Directiva 2010/31/UE, implementando una estrategia a largo plazo para apoyar la renovación de los parques de edificios de los países miembros, transformándolos en parques inmobiliarios con alta eficiencia energética y descarbonizados antes de 2050.

En esta revisión se incluye la experiencia y la aplicación de la DIRECTIVA 2010/31/UE con una mirada en detalle de los siguientes 9 países:

- Noruega
- Finlandia
- Suiza
- Países Bajos
- Australia
- Inglaterra
- Francia
- España
- California

Igualmente, se han identificado distintas aproximaciones basadas en los pasos o niveles de ambición de los diferentes países analizados. Por ejemplo, en los Países Nórdicos de la UE (Noruega, Finlandia), donde no existe una definición oficial impulsada por el gobierno, si se observa un ecosistema de colaboración público/privada que empuja el mercado con proyectos concretos y programas basados en un esquema de “invitación” al sector construcción. Por otro lado, existen aproximaciones fijadas a normativas existentes (publicadas posterior a la Directiva 31/2010), que son adoptadas como la base para la definición de edificios de energía neta cero, como es en el caso de España y Francia. Ambos países se basan en el nivel más eficiente de los códigos de construcción local para incrementar las exigencias en la generación de energía renovable. El siguiente diagrama muestra el estado de avance de los distintos países miembros de la UE con respecto a la definición de edificios de energía casi nula.

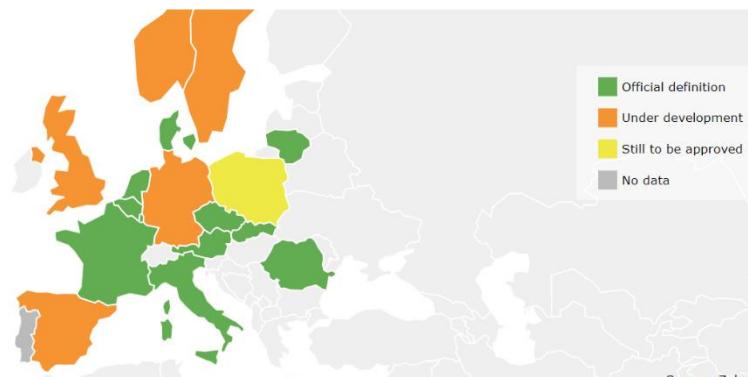


Figura 1 Mapa de definiciones de edificios de energía casi nula (Zebra2020 - Data Tool, 2021) (Zebra2020 2021)

En la siguiente tabla se puede ver una vista general de la comparación general de las estrategias que se han identificado durante la etapa 1 de la consultoría. El equipo de trabajo ha optado por realizar una revisión en base a seis aspectos: 1) la existencia de una definición sea esta oficial o parte de programas de colaboración público/privada, 2) alcance de la energía renovable en la definición, 3) alcance en los sectores residencial y no residencial, 4) sellos y certificaciones, y 5) condiciones habilitantes o fomento para las edificaciones de energía/carbono neto cero.

	Noruega	Países Bajos	Suiza	Australia	Finlandia	España	Francia	Inglaterra	California
Clasificación climática principales ¹	Clima continental húmedo de verano cálido (Dfb)	Oceánico templado (Cfb)	Oceánico templado (Cfb)	Oceánico templado (Cfb)	Clima continental húmedo de verano cálido (Dfb)	Mediterráneo típico (Csa) ²	Oceánico templado (Cfb)	Oceánico templado (Cfb)	Mediterráneo típico (Csa)
Definición	<p>NZEB: Sí. Corresponde a la adopción del estándar passivhouse de acuerdo a la NS3700 y la NS3701</p> <p>NZCB: Sí. Corresponde a la iniciativa de edificio de cero carbono neto del programa nZEB. Este define distintos niveles de ambición desde cero carbono neto en operación, hasta cero carbono neto en el ciclo de vida del edificio</p> <ul style="list-style-type: none"> • El consumo de energía se determina en condiciones estándar de utilización y clima; • Sólo el consumo de energía específico del edificio recibe un valor específico en el rendimiento energético del edificio: las medidas de distrito - si las hay - pueden ser evaluadas utilizando la EMG ; 	<p>NZEB: En los Países Bajos, la eficiencia energética de un edificio de consumo de energía casi nulo se determina sobre la base de la norma NEN 7120: Eficiencia energética de los edificios - Método de determinación (EPB). Estos métodos de determinación tienen las siguientes características</p> <ul style="list-style-type: none"> • El consumo de energía se determina en condiciones estándar de utilización y clima; • Sólo el consumo de energía específico del edificio recibe un valor específico en el rendimiento energético del edificio: las medidas de distrito - si las hay - pueden ser evaluadas utilizando la EMG ; 	<p>NZEB Sí Suiza no está mandatada a cumplir la EDBP, pero sí a cumplir los estándares CEN (Hall 2013).</p> <p>NZCB Sí (a través de la SIA³ y el estándar Minergie A). El alcance incluye todos los consumos de energía de un edificio, y la cuantificación de la energía incorporada en la construcción.</p>	<p>NZEB: No (existen aproximaciones en el marco regulatorio que algunos estados de Australia han adoptado, pero no se cuenta con una definición detallada)</p> <p>NZCB: Sí a través del programa voluntario de National Carbon Offset Standards for Buildings (NCOSB) de Australia. Este programa es desarrollado por el gobierno australiano en alianza con el sector de la construcción (propiedades). Provee una certificación legítima de carbono neutralidad para los edificios.</p>	<p>Cumplimiento del National Building Code of Finland desde 1976. NZEB aplicado mediante este código desde el 2018 en nuevas edificaciones. Voluntary Energy Efficiency Agreement (arriendos y edificios comerciales). EPC (Energy Performance Certificate) desde 2013 para edificios residenciales, comerciales y públicos. Desde 2017 para viviendas unifamiliares anteriores a 1980</p>	<p>Sí</p> <p>Cumplimiento de las normas de construcción CTE DB-HE 2019</p>	<p>NZEB: Sí. RT 2012 limita el consumo de energía primaria a un máximo de 50 kWh/m2a. Este valor es el que define un edificio de bajo consumo o BBC (Bâtiments Basse Consommation).</p> <p>Tiene un enfoque de obligación en resultados, independientemente de la tecnología y la evaluación del edificio en su conjunto.</p> <p>NZCB: según RE2020 en base a experiencia asociada al experimento E+C-. Reglamentación en proceso de revisión y ajuste para lanzamiento, luego de consulta nacional.</p>	<p>NZCB: Sí. Corresponde al cumplimiento de la normativa de construcción - Conservación de combustible y energía: Documento aprobado L, dividido en cuatro partes:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Documento L1A: viviendas nuevas – Documento L1B: viviendas existentes – Documento L2A: edificios nuevos que no son viviendas. – Documento L2B: edificios existentes que no son viviendas. 	<p>Corresponde al cumplimiento del estándar de eficiencia energética de edificios de 2019. En este contexto, se ha definido Edificio ZNE como un edificio energéticamente eficiente en el que, basándose en la fuente de energía, la energía consumida anual real es menor o igual que la energía renovable generada en el sitio.</p>

¹ En base a clasificación Koppen Geiger

² De acuerdo a Madrid

³ Asociación Suiza de Ingenieros y Arquitectos

		• El consumo neto de energía se determina a lo largo de un año							
Esquema de incorporación (ley, programa, norma)	Código de construcción Normas NS 3700 NS3701	Código de construcción NEN 7120	Normas cantonales; MuKen Normas federales de construcción: SIA (Asociación de Ingenieros y Arquitectos) Estándar Minergie A	En definición a incorporar en el código de construcción NCC 2022	En código de construcción	CTE DB-HE 2019	RT 2012	Normativa de construcción - Conservación de combustible y energía: Documento aprobado L	Estándar de eficiencia energética de edificios de 2019
Incorpora energía renovable en la definición	Directamente, se solicita un mínimo aporte de renovable en la norma, y en el caso del nZEB, se fomenta energía renovable en sitio	Sí, en la modificación de 2015 se solicita generalmente un 50% de aporte de energía renovable	De acuerdo a las normas MuKen el aporte fotovoltaico se calcula de acuerdo a la superficie de la edificación	Indirectamente, no se incluye como un porcentaje, pero si como una opción en el caso de mitigaciones en edificios que buscan el estándar NCOSB	Indirectamente. No se excluyen fuentes de energía, pero se fomenta el uso de Energías Renovables. Se usa ponderación de energéticos	Solar térmica y Fotovoltaica	Fotovoltaica.	solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotermal y oceánica, energía	Fotovoltaica.
Alcance sector residencial	Sí	Sí	Sí	No (en desarrollo)	Sí.	Sí.	Sí.	Sí.	Sí.
Alcance sector no residencial	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí.	Sí.	Sí.	Sí.	Sí.
Usos finales	Dependiendo del nivel de ambición <ul style="list-style-type: none"> - Energía de climatización - Energía de operación - Energía de materiales 	Energía de <ul style="list-style-type: none"> - Calefacción - Refrigeración - Ventilación - Transporte 	Dependiendo del nivel de ambición <ul style="list-style-type: none"> - Energía de climatización - Energía de ventilación - Energía de materiales y construcción 	Energía de <ul style="list-style-type: none"> - Calefacción - Refrigeración (índice virtual) - Ventilación 	Calefacción Refrigeración Recuperadores de Calor ACS Ventilación Iluminación Equipamiento	Calefacción; Refrigeración; Iluminación; Agua caliente sanitaria (ACS) y Ventilación	Calefacción, refrigeración, ventilación, agua caliente e iluminación	Calefacción, refrigeración, ventilación, agua caliente e iluminación	Calefacción Refrigeración ACS Ventilación Control de humedad. No se incluyen por ejemplo electrodomésticos
Energía primaria	sí	sí	sí	sí	Sí	Sí.	Sí.	Sí	Sí
Sellos o certificaciones	sí	sí	sí	sí	Sí	Sí.	Sí.	Sí	Sí

Junto con la revisión de las experiencias internacionales, el objetivo 2 de la consultoría corresponde a las experiencias nacionales en medición de huella de carbono. para esto, se han revisados tres experiencias concretas: 1) Software Eficiencia Energética y Costos Sociales en Proyectos de Edificación (ECSE) del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2) la Acreditación de Carbono en Aeropuertos (ACA), y la herramienta en desarrollo por EBP para la medición de la huella de carbono en la construcción.

Para que sea viable se debe hacer lo siguiente:

Aspecto	Descripción	Presente actualmente en Chile en vivienda	Presente en Chile en edificaciones de uso público
Envolvente eficiente	Una envolvente inicialmente considerada para proveer confort en periodos de invierno	Presente en las zonas de sur de Chile con PDA ⁴ , donde la envolvente es más exigente que la actual reglamentación térmica.	Indirectamente presente gracias a las evaluaciones prestacionales en comparación con un caso base (CES), pero sin línea base de referencia como límite máximo.
Ingreso de aire controlado	Esto es especialmente relevante en las zonas de bajas temperaturas al	Solo en zonas con PDA por motivos de filtro de la contaminación del aire	Incorporado obligatorio pero no
Generación de calefacción y agua caliente sanitaria	A través de la regulación máxima de consumo del sistema de generación de calor.	Solo en las zonas con PDA de manera regulatoria. En el caso de CVS es requerimiento obligatorio en centro/sur	Sí, por eficiencias revisar las de dichos sistemas
Protección pasiva al sobre calentamiento	Mediante estrategias de diseño, buscando no incorporar sistemas activos de refrigeración	No, pero con potencial de ser considerado gracias al sistema de Calificación Energética de Vivienda	Indirectamente pero a opinión de esta consultoría es un punto a revisar por diseños de alto porcentaje de vidrio
Energía renovable	Como generación en sitio para suprir un porcentaje mínimo (50% por ejemplo) del consumo de energía primaria	No	Sí de manera voluntaria
Requerimiento de instalaciones técnicas	Normar los rendimientos, especificaciones o potencias de las instalaciones de iluminación, recuperación de calor (si aplica), etc	No	Sí en el caso de iluminación
Consumo de energía primaria	Como limitación de energía primaria en especial fósil	No	No

⁴ Plan de Descontaminación Atmosférica

2. Alcance de actividades informe 1

El informe 1 de la consultoría abarca los objetivos 1 y 2, los que se muestran en la siguiente vista general.

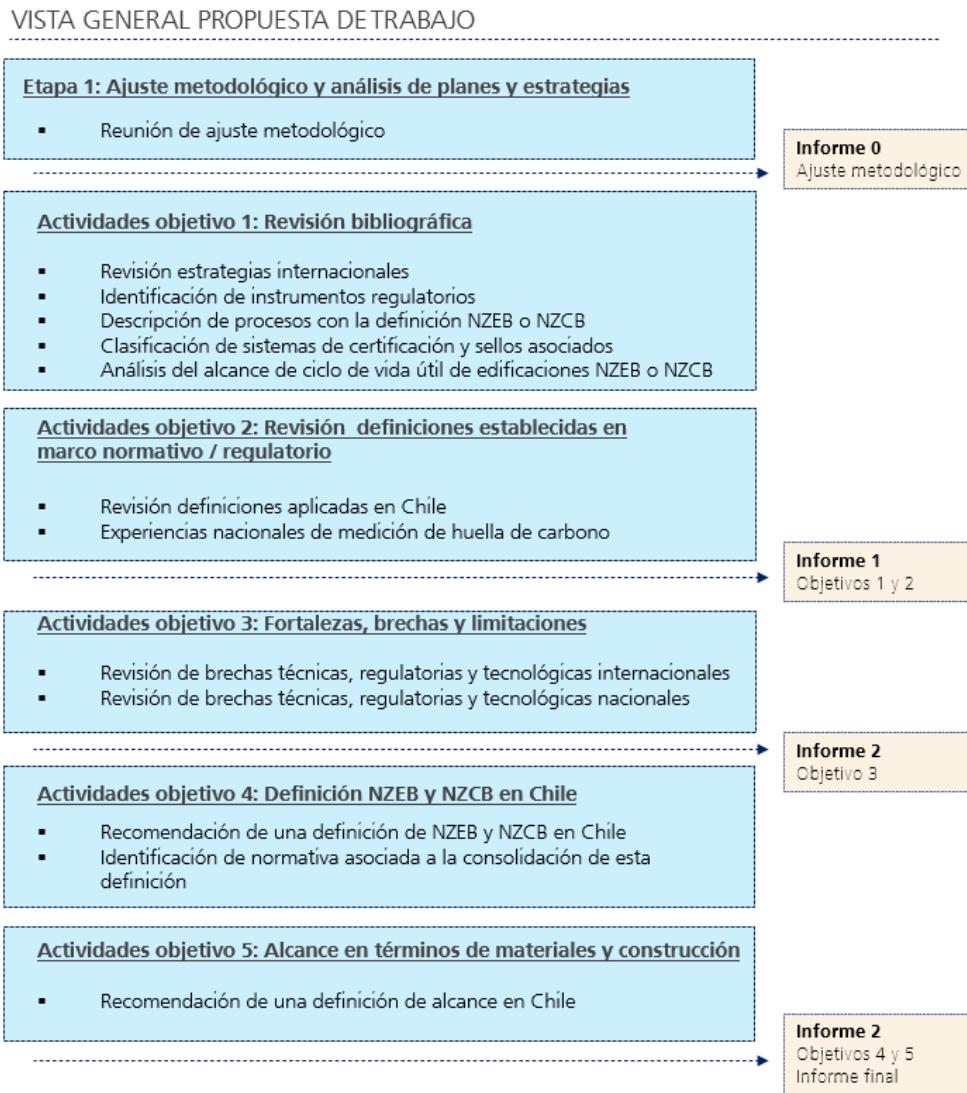


Figura 2: Estructura de la Propuesta de Trabajo

3. Revisión bibliografía internacional

3.1 Mirada general directiva europea

A partir del año 2010, la Unión Europea ha dado pasos concretos en la adopción de definiciones de edificaciones de energía casi nula. Esto se evidencia en la Directiva 2010/31 / UE (D. 2. EPBD 2010) - EPBD (Directiva de eficiencia energética en edificios por sus siglas en inglés). Esta regulación incluye en su artículo 9 lo siguiente:

Artículo 9 de la EPBD requiere que “los Estados miembros se aseguren de que:

- a) *para el 31 de diciembre de 2020 todos los edificios nuevos sean edificios de energía casi nula; y*
- b) *después del 31 de diciembre de 2018, los edificios nuevos ocupados y propiedad de autoridades públicas son edificios de consumo de energía casi nulo ”.*

Adicionalmente, los Estados miembros deberán

“elaborar planes nacionales para aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo” y “siguiendo el ejemplo líder del sector público, desarrollar políticas y tomar medidas como el establecimiento de objetivos para estimular la transformación de edificios que se renuevan en edificios de energía casi nula ”.

Junto con lo anterior, la Directiva 2013/31 presenta las siguientes definiciones que son relevantes al momento de planificar las edificaciones de energía casi nula.

Término	Definición
«edificio de consumo de energía casi nulo»:	edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el <u>anexo de la Directiva</u> . La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno
«eficiencia energética del edificio»:	cantidad de energía calculada o medida que se necesita para satisfacer la demanda de energía asociada a un uso normal del edificio, que incluirá, entre otras cosas, la energía consumida en la calefacción, la refrigeración, la ventilación, el calentamiento del agua y la iluminación ;
«energía primaria»:	energía procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación;
«energía procedente de fuentes renovables»:	energía procedente de fuentes renovables no fósiles, es decir, energía eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás;

Reformas importantes	renovación de un edificio cuando:
	<p>a) los costes totales de la renovación referentes a la envolvente del edificio o a sus instalaciones técnicas son superiores al 25 % del valor del edificio, excluido el valor del terreno en el que está construido, o</p> <p>b) se renueva más del 25 % de la superficie de la envolvente del edificio.</p>
Certificado de Eficiencia Energética	certificado reconocido por un Estado miembro, o por una persona jurídica designada por este, en el que se indica la eficiencia energética de un edificio o unidad de este, calculada con arreglo a una metodología adoptada de conformidad con el artículo 3;
Nivel óptimo de rentabilidad	<p>nivel de eficiencia energética que conlleve el coste más bajo durante el ciclo de vida útil estimada, cuando:</p> <p>a) el coste más bajo venga determinado teniendo en cuenta los costes de inversión relacionados con la energía, los de mantenimiento y funcionamiento (incluidos el coste y ahorro de energía, la categoría del edificio de que se trata, los ingresos procedentes de la energía producida), si procede, y los costes de eliminación, si procede, y</p> <p>el ciclo de vida útil estimada venga determinado por cada Estado miembro. Se trata del ciclo de vida útil estimada restante de un edificio en el que los requisitos de eficiencia energética se determinan para el edificio en su conjunto, o del ciclo de vida útil estimada de un edificio o de uno de sus elementos en el que los requisitos de eficiencia energética se determinan para los elementos del edificio.</p>

Es importante tener presente que la directiva 31/2010 entrega un lineamiento de trabajo a los distintos países acerca de cómo se debe realizar la aproximación a edificaciones de consumo de energía casi nula, entre esto están los elementos mínimos que se deben considerar al momento de definir el nivel de eficiencia energética del edificio, el cual debe contener al menos los siguientes aspectos.

Tabla 1 Aspectos mínimos a considerar en la definición del nivel de eficiencia energética del edificio (D. 2. EPBD 2010)

• Características térmicas reales del edificio
a. Capacidad térmica
b. Aislamiento
c. Calefacción pasiva
d. Elementos de refrigeración
e. Puentes térmicos
• Instalación de calefacción y de agua caliente, y sus características de aislamiento
• Instalaciones de aire acondicionado
• ventilación natural y mecánica, lo que podrá incluir la estanqueidad del aire
• instalación de iluminación incorporada (especialmente en la parte no residencial)

• diseño, emplazamiento y orientación del edificio, incluidas las condiciones climáticas exteriores;
• instalaciones solares pasivas y protección solar;
• condiciones ambientales interiores, incluidas las condiciones ambientales interiores proyectadas
• cargas internas

Como se puede revisar en la tabla anterior, la EPDB entrega una guía de los temas que parten con las estrategias pasivas de diseño y elementos prescriptivos, para posteriormente avanzar en instalaciones técnicas de calefacción y refrigeración en ese orden. De lo anterior se desprende una de las variables principales que coinciden con los pasos regulatorios que se han dado en Chile, que es establecer mínimos prescriptivos para reducir el requerimiento de calefacción en las edificaciones (residenciales en el caso de Chile).

Para dar cumplimiento a los lineamientos de la EPDB, los países han tomado distintas aproximaciones, y se pueden observar casos en que la definición de edificios de energía casi nula se basa principalmente en el cumplimiento de estándares de construcción con exigencias adicionales como es el caso de Francia y Países Bajos. Así mismo, se han observado iniciativas públicas y privadas que avanzan en habilitar edificaciones NZEB como es el caso del estándar Minergie en Suiza (2020), y el programa nZEB en Noruega.

En el año 2018, la Directiva Europea, publicó la Directiva 2018/44 (D. O. EPBD 2018), la que revisa y enmienda la Directiva 2010/31. Las principales variables incorporadas en esta directiva, que tienen efecto en la definición de las edificaciones de consumo de energía casi nulo son:

Artículo	Principales temas asociados a la definición e implementación de edificaciones de consumo de energía casi nula.
Artículo 6 Edificios nuevos	<p>1. Los Estados miembros tomarán las medidas necesarias para garantizar que los edificios nuevos cumplan los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos de acuerdo con el artículo 4.</p> <p>2. Los Estados miembros velarán por que, antes de que se inicie la construcción de edificios nuevos, se tenga en cuenta la viabilidad técnica, medioambiental y económica de las instalaciones alternativas de alta eficiencia, siempre que estén disponibles.».</p>
Planes para edificios existentes	Cada Estado miembro establecerá una estrategia a largo plazo para apoyar la renovación de sus parques nacionales de edificios residenciales y no residenciales, tanto públicos como privados, transformándolos en parques inmobiliarios con alta eficiencia energética y descarbonizados antes de 2050
	<p>Para apoyar la movilización de inversiones en renovaciones, los Estados miembros deberán facilitar mecanismos para:</p> <p>a) la agrupación de proyectos, por ejemplo, plataformas o grupos de inversión, y consorcios de pequeñas y medianas empresas, para permitir el acceso de los inversores, así como paquetes soluciones para clientes potenciales;</p>

	<ul style="list-style-type: none"> b) la reducción del riesgo percibido por los inversores y el sector privado en las operaciones realizadas en materia de eficiencia energética; c) el uso de financiación pública para apalancar más inversiones del sector privado o para corregir determinados fallos de mercado; d) la orientación de las inversiones hacia un parque inmobiliario público eficiente en el uso de la energía, en consonancia con las directrices de Eurostat, y e) unas herramientas de asesoramiento transparentes y accesibles, como las ventanillas únicas para los consumidores y los servicios de asesoramiento de energía, en aplicables a las renovaciones relacionadas con la eficiencia energética y los instrumentos de financiación pertinentes.
Artículo 8 Instalaciones técnicas de los edificios, electromovilidad e indicador de aptitud para aplicaciones inteligentes	<ol style="list-style-type: none"> 1. A efectos de optimizar el consumo de energía de las instalaciones técnicas de los edificios, los Estados miembros establecerán unos requisitos en relación con la eficiencia energética general, la instalación correcta y el dimensionado, control y ajuste adecuados de dichas instalaciones presentes en los edificios existentes. Los Estados miembros podrán aplicar asimismo dichos requisitos a las instalaciones de los edificios nuevos 2. En relación con los edificios no residenciales nuevos y los edificios no residenciales sujetos a reformas importantes, con más de diez plazas de aparcamiento, los Estados miembros velarán por que se instale al menos un punto de recarga en el sentido de la Directiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo y del Consejo (*3), y canalizaciones, más concretamente conductos para cables eléctricos, para al menos una de cada cinco plazas, que permitan la instalación futura de puntos de recarga de vehículos eléctricos [...]
Artículo 14 Inspección de las instalaciones de calefacción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los Estados miembros adoptarán las medidas necesarias para establecer inspecciones periódicas de las partes accesibles de sistemas con una potencia nominal útil para instalaciones o para instalaciones combinadas de calefacción y ventilación con una potencia nominal útil superior a 70 kW, como el generador de calor, el sistema de control y las bombas de circulación utilizadas para la calefacción de los edificios.
Artículo 19 Revisión	<p>La Comisión, con la asistencia del Comité establecido por el artículo 26, revisará la presente Directiva, el 1 de enero de 2026 a más tardar, a la luz de la experiencia adquirida y de los progresos realizados durante su aplicación y, si procede formular propuestas.</p>

Como se puede ver en la tabla anterior, la mayor parte de las medidas técnicas y tecnológicas adoptadas en la Directiva 2018/44 apuntan a facilitar los procesos de implementación de sistemas, sean estos mediante revisiones, inspecciones o medidas habilitantes que permitan la viabilidad de los edificios.

Es importante mencionar que, para efectos de esta consultoría, el equipo de trabajo se ha enfocado en los procesos derivados de la Directiva 2010/31, dado

que es esta la que manda a los Estados miembros a establecer una definición de edificios de consumo de energía casi nula, con los requerimientos mínimos que se deben seguir para lograrlo. Esta decisión responde al revisar los pasos que la Directiva 2010/31 significó para los Estados miembros, en comparación con la realidad con la que se cuenta el campo regulatorio de la edificación en Chile.

Para efectos de esta revisión bibliográfica, las edificaciones de consumo de energía neta cero serán referidas como **NZEB**, y las edificaciones de carbono neto cero serán referidas como **NZCB**.

En este informe se presenta una revisión internacional a nueve ejemplos de implementación de regulaciones y programas que definen las edificaciones NZEB y NZCB.

4. Revisión experiencias en países

4.1 Experiencia definición NZEB NZCB Noruega

Definición edificaciones NZEB NZCB

Para el caso de edificios NZEB, en Noruega, se ha aplicado el estándar normativo de los códigos de construcción NS3700 (Edificios residenciales) y NS3701 (edificios no residenciales). Estos estándares han incorporado los siguientes requerimientos:

- Se define el nivel “Passive House” para Noruega, incorporado en la regulación local (NS3700 y NS3701) hasta el año 2015 (Tor Brekke 2016).
- Los requerimientos para cumplir con la EPDB al año 2020 están en definición.

Los aspectos obligatorios que se indican en las normativas respectivas, en comparación con los requerimientos dentro de las tres versiones anteriores de las regulaciones son los siguientes:

Tabla 2 Descripción general requerimientos normativos construcción Noruega (Tor Brekke 2016)

Aspecto	Descripción			
Cumplimiento de NS 3700 / NS 3701	Opción 1 prestacional: Cumplir con los límites específicos de demanda para distintos tipos de edificios. Opción 2 prescriptiva: Los requisitos se considerados cumplidos, si se demuestra que se aplican 9 medidas energéticas específicas. Además de los requisitos relativos al aislamiento y la estanqueidad de la envolvente, existen requisitos específicos para la recuperación de calor.			
Dado que la producción eléctrica noruega se basa casi exclusivamente en energías renovables y en combustibles fósiles Los combustibles fósiles deben eliminarse progresivamente de los edificios, por lo que los factores de energía primaria no se utilizan en la normativa.				
Requerimientos generales normativos	1997	2007	2010	2015 (solo residencial)
Energía neta demandada anualmente (kWh/m² año)		125 viviendas unifamiliares 120 departamentos 165 Comercial	125 viviendas unifamiliares 115 departamentos 150 Comercial	100 viviendas unifamiliares 95 departamentos 115 Comercial
Superficie máxima de ventanas	20% área calefaccionada	20% área calefaccionada	20% área calefaccionada	25% de área calefaccionada
Valor U máximo en muros (W/m²K)	0,22	0,18	0,18	0,18
Valor U máximo en cubiertas (W/m²K)	0,15	0,13	0,13	0,13
Valor U máximo en piso expuestos (W/m²K)	0,15	0,15	0,15	0,1

Valor U máximo en puertas y ventanas (W/m²K)	0,1,1,1,1,6228		
Eficiencia mínima en recuperación de calor	60%	70%	70% unifamiliar 80% comercial
Producción de energía renovable			
La metodología de cálculo para el rendimiento energético se basa en la norma NS3031			

Adicionalmente, se han incluido normas de control y seguimiento como las siguientes:

- Desde enero de 2013, todos los nuevos edificios deben ser revisados (controlados) por un experto independiente al final de la construcción
- El control o revisión es más exhaustiva en el caso de edificios de mayor densidad.
- Las pruebas de hermeticidad son obligatorias en todos los tipos de edificaciones.

Para el caso de edificios NZCB, en Noruega existe la iniciativa privada liderada por el Research Centre on Zero Emission Buildings (Selamawit Mamo Fufa 2016). Este centro es una colaboración público privada enfocada en la aceleración de edificaciones de carbono neto cero en Noruega. Es una aproximación de carácter voluntario, que define los edificios NZCB de la siguiente forma.

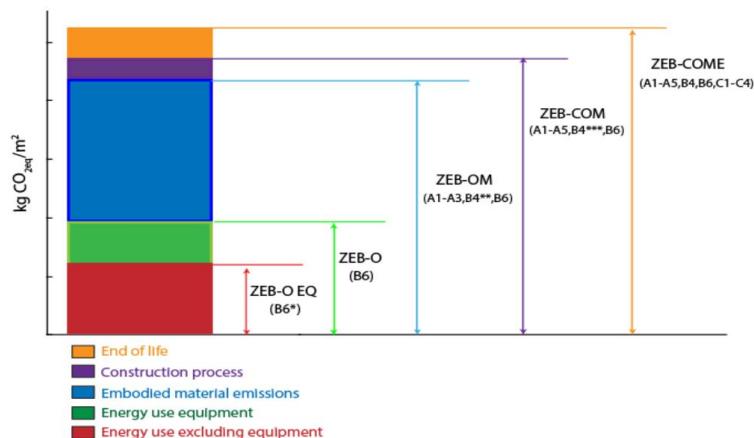


Figura 3 Indicadores de niveles de ambición (nZEB Noruega) (Selamawit Mamo Fufa 2016)

Los niveles de ambición (voluntarios) a los que las edificaciones pueden optar son las siguientes:

Tabla 3 Niveles de ambición Noruega (Selamawit Mamo Fufa 2016)

Nivel de ambición ZEB	Descripción
ZEB-O EQ	Las Emisiones relativas a toda la energía operacional "O", con excepción de equipos y utensilios deben ser compensadas con energía renovable.
ZEB-O	Las emisiones relativas a todo lo operacional deben ser

	compensadas con energía renovable.
ZEB-OM	Las emisiones operaciones y las emisiones de materiales (A1-A3) y escenarios de reemplazo (B4) deben ser compensadas con energía renovable
ZEB-COM	Similar a ZEB-OM, pero toma en cuenta el proceso de construcción
ZEB-COME / COMPLETE	Emisiones de todo el ciclo de vida deben ser compensadas con energía renovable (E de End of life)

Para efectos de las emisiones incorporadas en la edificación

Energía renovable en la definición

Desde el punto de vista regulatorio, Noruega cuenta con una incorporación indirecta de la energía renovable. En las edificaciones nuevas no se admite la instalación de sistemas de calefacción en base a combustibles fósiles.

En el caso de la iniciativa nZEB, se considerar que la producción de electricidad debe ser en sitio, pero se pueden cuantificar recursos renovables trasladados al sitio (biomasa, biogás). Para energía térmica, la producción puede ser on site u off site, pero las emisiones se deben cuantificar de acuerdo a esta diferencia. Las pérdidas energéticas del sistema de generación de energía renovable también deben ser cuantificadas.

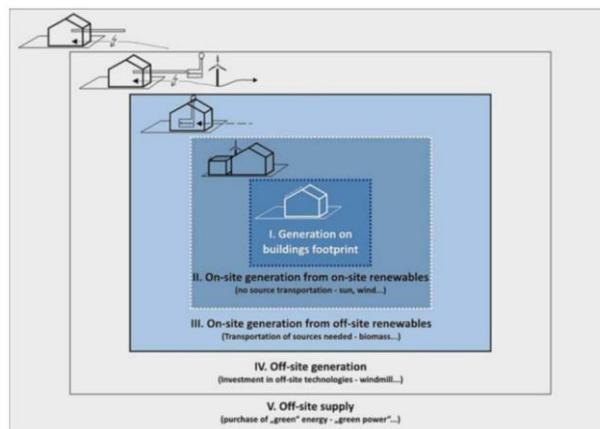


Figura 4 Esquema de diferentes niveles de límites de sistemas en relación a la producción de energía renovable. Fuente A Norwegian ZEB Definition Guideline

Alcance sector residencial no residencial

Como se indica en la Tabla 2

Iniciativas habilitantes

Es probable que la principal iniciativa habilitante son los proyectos pilotos implementados por el nZEB. El nZEB tiene una fuerte participación del sector privado (diseño, construcción y financiero), lo que permite tener una validación importante en el sector construcción. El esquema de proyectos piloto incluye proyectos de vivienda (individual y colectiva) y oficinas como los que se muestran a continuación.

Proyecto	Multikomfort projecthouse
----------	---------------------------

<p>Consiste en una vivienda piloto de 200 m² diseñada a por la oficina Snohetta. Tiene un nivel de ambición ZEB-OM, es decir, compensa las emisiones de su operación y de su construcción</p>		
<p>Fuente: http://www.multikomfort.no/</p>		

<p>Proyecto</p>	<p>Visund Haakonsvern</p>
<p>Consiste en un edificio de oficinas de 2.000 m² destinado a espacios de trabajo del Ministerio de Defensa de Noruega. Su nivel de ambición es ZEB-O EQ, es decir neutraliza su energía operacional, con excepción de la energía de proceso (ascensores, computadores, etc)</p>	
<p>Fuente State-of-the-Art Analysis of Nearly Zero Energy Buildings</p>	

4.2 Experiencia definición NZEB NZCB Suiza

Definición edificaciones NZEB y NZCB

En el caso de Suiza no existe definición oficial de edificaciones NZEB o NZCB, sin embargo si se acepta de manera general el estándar Minergie A como definición de edificios NZEB. Esta descripción se presenta en el apartado de certificaciones de Suiza.

Adicional a los requerimientos Minergie, es necesario revisar los componentes regulatorios obligatorios para el caso de las edificaciones en Suiza, estos se pueden ver en la norma MuKen 2014 (Gloor 2018) (modelo de reglamento de los cantones en el sector de la energía). La norma MuKen 2014 sienta las bases para Minergie, y forma parte de la estrategia energética del gobierno federal de Suiza, y tiene como objetivo la reducción de consumo de energía per capita y emisiones de gases de efecto invernadero. En la siguiente tabla se pueden ver los aspectos más relevantes de esta norma.

Tabla 4 Descripción aspectos principales norma MuKen2014 (Plenarversammlung 2015)

Aspecto	Descripción	
Valor de transmitancia	Elementos en contacto con el exterior a menos de 2 metros del suelo	
Valor U máximo en elementos opacos (techo, muros, pisos)	0,17	
Valor U máximo en ventanas	0,17	
Valor U máximo en puertas	0,12	
Valores límites de demanda de calefacción por año	Valor promedio de demanda energética en edificios nuevos kWh/m ² año	
Edificios residenciales (uni familiar y multifamiliar)	16	
Comercio	21	
Educación	18	
Retail	16	
Salud	20	
Deporte	18	
Valores límites de consumo en edificaciones		
Categoría de edificio	Nuevo edificio kWh/m² a uso final ponderado	Renovación kWh/m² a uso final ponderado
Vivienda unifamiliar	35	35
Vivienda colectiva	35	35
Administración	35	35
Educación	20th	20th
Comercio	40	40
Reunión	25th	25th

Energía renovable en la definición

La aproximación que se ha establecido en Suiza es en base a la flexibilidad de los requerimientos dentro de un marco de cumplimiento de criterios de MINERGIE (en el caso de edificios MINERGIE A). Sin embargo, es relevante revisar las aproximaciones que se consideran para los distintos energéticos en cuanto a factores de ponderación. Para el caso de Minergie, la energía debe ser generada en sitio.

Tabla 5 Ponderación de energéticos

Fuente de energía	Factores de ponderación de energéticos
Solar fotovoltaico	0.0
Energía geotérmica	0.0

Biomasa	0.7
Calefacción distrital con un mínimo de 50% de aporte renovable	0.6
Combustibles fósiles	1
Electricidad (red)	2

El esquema de incorporación de energía renovables dependerá de cada proyecto, sin embargo, en el caso de MINERGIE A se debe realizar una comparación con un modelo de proyecto base de acuerdo al tipo de edificio, asegurado en etapa de proyecto que se logra una operación con 0% de combustibles fósiles⁵. Generalmente se utiliza una instalación fotovoltaica entre 3 a 5,5 kWp para viviendas unifamiliares, y 13 a 22 kWp para edificios residenciales (Hall 2013).

Alcance sector residencial no residencial

Según lo indicado en la Tabla 4.

Sellos o certificaciones

Adicionalmente, Suiza ha establecido el estándar MINERGIE A (2011), que es el estándar de certificación nacional para edificios de alto rendimiento energético. El estándar Minergie A corresponde a los edificios de consumo energético neto cero. El alcance de los usos finales del estándar MINERGIE A corresponde a las tecnologías incorporadas en las edificaciones, es decir:

- Calefacción
- Agua caliente sanitaria
- Ventilación y aire acondicionado con recuperación de calor
- Protección solar móvil
- Sistemas de climatización sin uso de energía fósil

La definición de edificaciones NZEB contenida en Minergie se describe en la siguiente tabla

Tabla 6 Descripción requerimientos Minergie (Minergie AG 2020)

Aspectos	Descripción
Consumo energético de las viviendas	35 kWh/m ² año
Usos finales considerados	<ul style="list-style-type: none"> -Consumo de energía de calefacción - Consumo de energía de ACS - Consumo de energía de renovación de aire - Consumo de energía de artefactos eléctricos e iluminación <p>Todos los anteriores deben ser cubiertos (neto anual) con fuentes de energía renovable en sitio, además:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Control de ganancias solares mediante protección - Monitoreo energético
Variaciones acuerdo a los sistemas	Dependiendo del tipo de generación de calor aplican distintos tipos de envolvente ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> - Bomba de calor eléctrica aplica norma MuKen estándar

⁵ Con excepción de peaks en sistemas de energía distrital

	<p>- Sistema en base a energía fósil, los muros son de $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ y ventanas $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>
Sistemas tecnológicos	<p>Ventilación controlada con recuperación de calor</p> <p>Estanqueidad en diseño (sellos) y medida</p> <p>Sistema de calefacción sin combustibles fósiles</p> <p>Monitoreo de energía</p> <p>Sistema de generación fotovoltaica equivalente a 10 wp/m^2</p>
Energía incorporada en la edificación	Voluntario, máximo de 50 kW energía primaria no renovable / m^2

Las siguientes figuras muestra esquemáticamente los requerimientos de edificaciones Minergie (izquierda) y Minergie A (derecha).

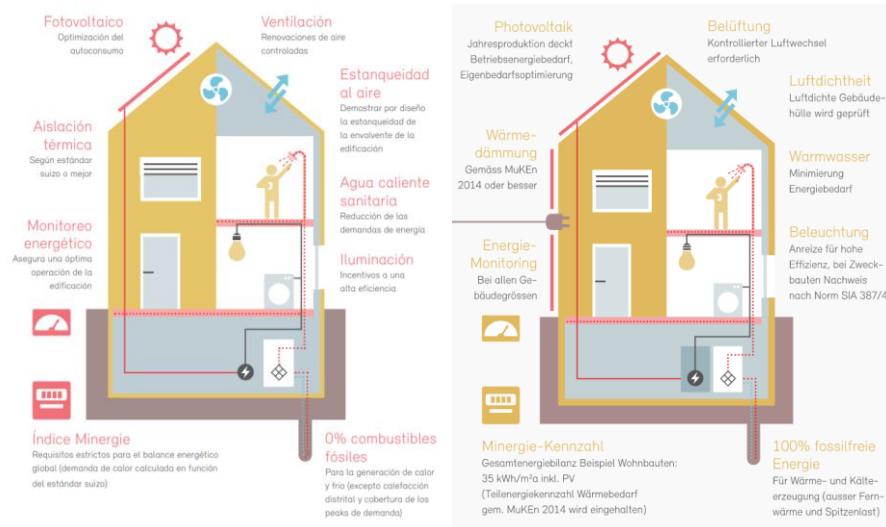
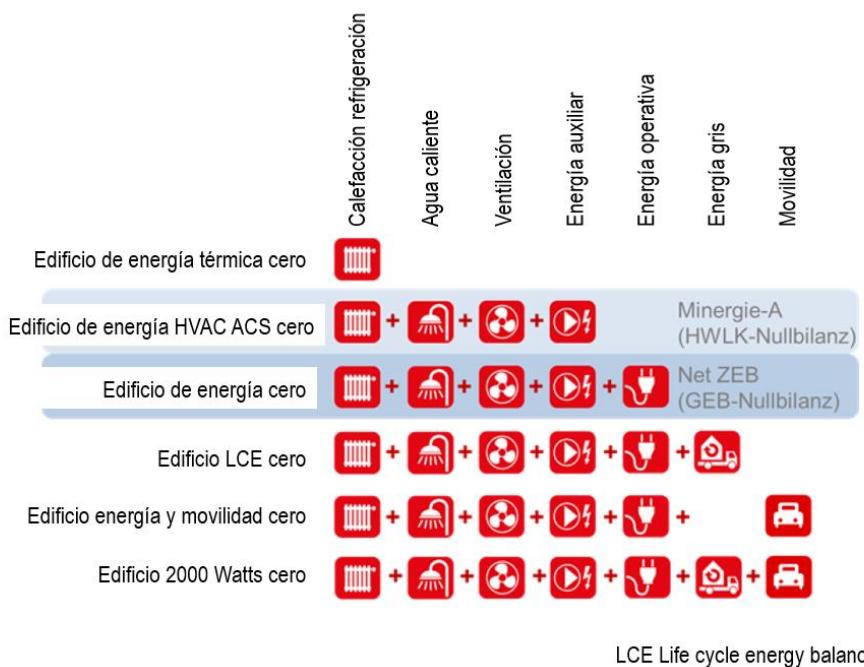


Figura 5 Esquema vivienda Minergie (Minergie AG 2020)



Iniciativas habilitantes

En el caso de Suiza, se ha establecido un programa de renovaciones energéticas de las edificaciones a través de un programa llamado “Das Gebäudeprogramm” (Das Gebäudeprogramm 2021) (Programa de edificaciones). Este programa corresponde a un sistema de subvenciones para mejorar el aislamiento térmico de su edificio y, en la mayoría de los cantones, con una conversión a un sistema de calefacción con fuentes de energía renovables, como bombas de calor, sistemas de energía solar o de madera. La base es el modelo de financiación armonizado de los cantones (HFM 2015).

La base del programa de construcción es la Ley de CO₂ (CO₂ Act). La tasa de CO₂ sobre los combustibles está fijada en ella. Desde 2010, un tercio de la tasa de CO₂ -un máximo de 450 millones al año- se utiliza para el programa de construcción y el fomento de la energía geotérmica.

Este programa de renovación ha tenido un impacto en el parque de vivienda construido, llegando a reducir hasta 5,7 millones de toneladas de CO₂ equivalente desde el año 2010 hasta el 2019.

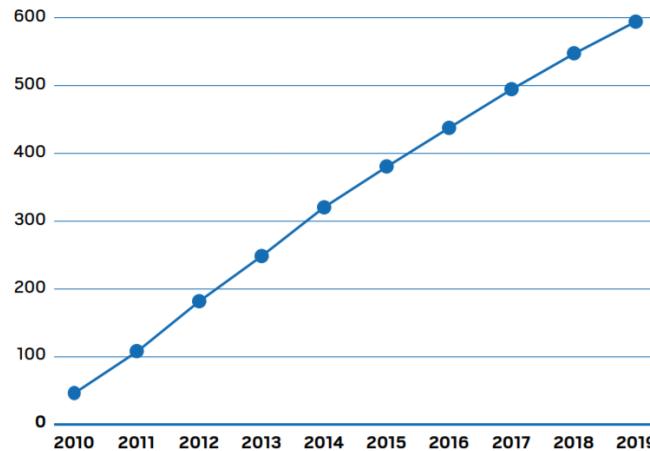


Gráfico 1 Emisiones reducidas anualmente (acumuladas) programa Dasgebäudeproramm

4.3 Experiencia definición NZEB NZCB Países Bajos

Definición edificaciones energía/carbono neto cero

En el caso de Países Bajos, la definición de edificios de energía/carbono neto cero se ha establecido en base a lograr un Coeficiente de Rendimiento Energético (EPC por sus siglas en inglés) (Eck 2016) Este coeficiente es un valor sin unidad que se utiliza como indicador de rendimiento. La base de comparación es un edificio de consumo energético nulo, es decir un edificio con EPC=0. Este sistema fue implementado el año 2008, y se mantuvo vigente hasta el año 2015.

Definición edificio de consumo energía neta cero

“En los Países Bajos, la eficiencia energética de un edificio de consumo de energía casi nulo se determina sobre la base de la norma NEN 7120: Eficiencia energética de los edificios - Método de determinación (EPG).

También puede utilizarse la norma preliminar NVN 7125 Medidas de rendimiento energético de los distritos (DEPM). Estos métodos de determinación tienen las siguientes características

- *El consumo de energía se determina en condiciones estándar de utilización y clima;*
- *Sólo el consumo de energía específico del edificio recibe un valor específico en el rendimiento energético del edificio: las medidas de distrito - si las hay - pueden ser evaluadas utilizando la EMG⁶;*
- *La generación de energía renovable puede tener lugar dentro y fuera del edificio*
- *El consumo neto de energía se determina a lo largo de un año.”⁷*

El año 2012 el gobierno de Países Bajos optó por implementar un sistema distinto con requerimientos directos de demanda energética primaria de los edificios, la cual es calculada en base a la normativa NEN 7120 “Normativa técnica de la edificación desde el punto de vista de la eficiencia energética y el medio ambiente”. Esta última actualización es la que ha sido aceptada como la definición de edificios de consumo de

⁶ Norma de rendimiento energético Medidas en Nivel de área

⁷ Infoblad Energieneutraal bouwen: definitie en ambitie

energía neta cero. Los requerimientos incorporados en esta normativa son los siguientes:

Tabla 7 Requerimientos de edificios de consumo de energía neta cero Países Bajos (Eck 2016)

Aspecto	Descripción	
Cálculo de demanda energética primaria	El cálculo de demanda de energía primaria se determina en condiciones estándar de utilización y clima;	
Incorporación en la regulación de edificación	El cálculo de demanda energética del edificio se expresa en el índice MEP (mínimum energy performance) se debe realizar al momento de solicitar el permiso de construcción, el cual es revisado por funcionarios de los municipios correspondientes.	
Energía renovable	La generación de energía renovable puede tener lugar dentro y fuera del edificio	
Cálculo de demanda de energía primaria	El consumo neto de energía se determina a lo largo de un año	
Aspectos considerados en la definición y evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Envoltorio • puentes térmicos • ventilación • Servicios centrales • Vehículos eléctricos • Iluminación • Energía para calefacción y agua caliente sanitaria • Energía auxiliar • Energía para ventilación, enfriamiento y aire acondicionado 	
Requerimiento estándar NEN3700 Valor U W/m2K		
Cubierta	0,17	
Muros	0,20	
Ventanas	1,00	
Puertas	1,4	
Pisos	0,2	
Caldera termo solar	sí	
Sistema de ventilación	Balanceado (inyección extracción)	
Demandas de energía primaria (EPC) válido desde 2015		
Tipología de edificio	Demandas de energía primaria kWh/m ² año	Aporte de energía renovable %
Edificios residenciales	25	50
Oficinas / salud / deporte	50	
Salud	65	
Educación	50	

Este EPC es el requerimiento principal del actual estándar de rendimiento energético para edificios residenciales y no residenciales (“Energy Performance Standard for Buildings” (EPG)), que entró en vigencia en julio del 2012. La metodología de cálculo

energético basada en los EPBD, se encuentra definida en el estándar nacional NEN 7120:2011, capítulo 5 a cargo del Ministerio del Interior y Relaciones del Reino.

Los Países Bajos han incluido desde 1970, requerimientos para mejorar la envolvente de sus construcciones. Desde el año 2006, existe la Regulación de Edificios de Eficiencia Energética, que es un reglamento de la Secretaría de Estados de Vivienda, Ordenación del territorio y Medio Ambiente, Departamento de Asuntos Jurídicos y Departamento de Legislación, en el cual se establecen las definiciones para el rendimiento energético de los edificios (Reglamento de rendimiento energético de los edificios) y el etiquetado energético.

Energía renovable en la definición

De acuerdo con el estudio “Retos para una definición de Edificios de consumo energético casi nulo”, en el caso de Países Bajos, el requerimiento de empleo de las FRE no aparece recogido dentro de las definiciones NZEB, pero su uso está implícitamente requerido al admitir muy bajos rangos de consumo de energía convencional (N. Collado 2019)⁸.

Alcance sector residencial no residencial

Los edificios en Países Bajos deben cumplir con los requerimientos de la norma NEN 7120. Esta norma establece requerimientos de envolvente y sistemas para las edificaciones. En este caso, se presentan los requerimientos del sector residencial

Sellos o certificaciones

Países Bajos ha implementado una etiqueta energética para viviendas “Energielabel woning” (Rijksoverheid 2021). Esta etiqueta informa del consumo energético a arrendadores o compradores, y habilita a los ocupantes a postular a subsidios de mejora energética a través del Fondo Nacional de Calor (National Warmtefonds).

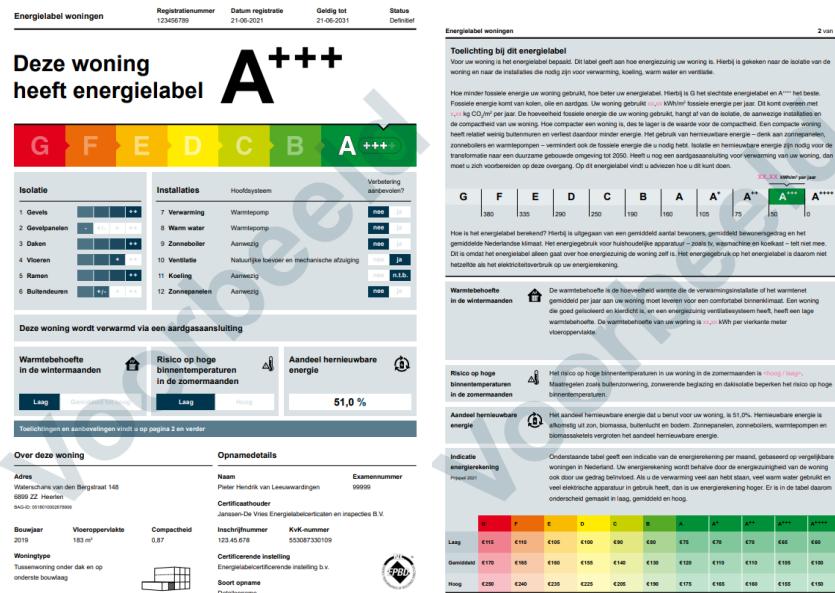


Figura 6 Imagen de páginas 1 y 2 de sello Energielabel woning. (Rijksoverheid 2021)

Iniciativas habilitantes

El año 2010, Países Bajos instauró el programa Energiesprong, el cual busca acelerar la transformación del parque construido (vivienda) al estándar de vivienda de cero energía neta. Este programa al año 2017 contaba con más de 2.000 intervenciones en edificios, y con proyección de intervenir 111.000 viviendas en Países Bajos (Observatory 2017).



Figura 7 Imagen viviendas intervenidas con programa Energiesprong (Wessels/Stadlander 2020)

El esquema de operación de este programa se muestra en la siguiente figura⁹.

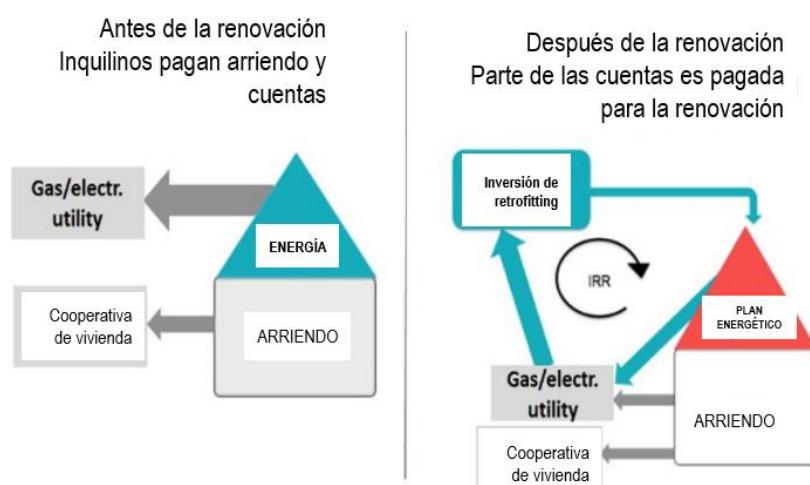


Figura 8 Esquema de operación Energiesprong

El funcionamiento de Energiesprong se genera de la siguiente forma:

- A través de las asociaciones de vivienda, los contratistas presentan soluciones de envolvente y sistemas que reducirá el consumo de energía de una vivienda. las soluciones deben garantizar la durabilidad en el tiempo con un horizonte de 30 años.

⁹ European Construction Sector Observatory

- Se ejecuta la renovación en un plazo de una semana
- La inversión se retorna con el pago gradual de los ahorros generados en las cuentas de servicios, los cuales son recolectados por el organismo dueño de la vivienda. Los usuarios de la vivienda pagan un costo mensual fijo por “servicios energéticos” al organismo dueño de la vivienda, en lugar de a las compañías de energía directamente y el ahorro generado por reducción de costos de mantenimiento y operación por la eficiencia energética de la vivienda, es recolectado por dichos organismos para pagar los gastos de renovación. En este esquema las familias son arrendatarias de las viviendas, por lo que las cuentas de servicios se canalizan a través del organismo o cooperativa dueña de la vivienda.
- Las renovaciones deben ser atractivas para los vecinos y ocupantes, junto con mejorar la apariencia de los edificios.

El programa Energiesprong fue financiado por el gobierno de Países Bajos desde el 2010 hasta el 2016, sin embargo, hoy continúa siendo aplicado de manera privada. Desde 2017 a la fecha el programa es una iniciativa impulsada por el sector privado. Este programa ha sido exportado a Inglaterra, al Estado de Nueva York, Francia, Italia y Alemania.

Ley de Tarifa (Alquiler) de Rendimiento Energético (EPV)

Desde el Gobierno, Ministerio del Interior y Relaciones del Reino y mediante el Ministerio de Vivienda y Función Pública y el Ministerio de Seguridad y Justicia, se ha establecido en el Código Civil Holandés, la ley de ejecución de los precios de alquiler del espacio habitable en relación con la posibilidad de que el propietario y el arrendatario acuerden una tarifa de rendimiento energético (EPV) (Reino 2016)

La tarifa EPV se materializa como un contrato escrito, que establece un acuerdo entre propietario y arrendatario sobre una tarifa de pago por concepto de rendimiento energético de una propiedad sin medidor, es decir cuyo consumo energético sea nulo. La EPV se aplica en base a un rendimiento energético garantizado del espacio habitable por parte del propietario, al haber implementado instalaciones de ahorro energético y suministro de energía renovable para ese espacio habitable. De este modo, el propietario puede recaudar mensualmente la tarifa de EPV para financiar los gastos de inversión.

Esta estrategia, impulsada por el gobierno en su regulación, elimina los obstáculos legales y estimula a los propietarios de vivienda a renovarlas de forma energéticamente eficientes hasta alcanzar un estándar de energía neta cero.

Para establecer un EPV entre propietario y arrendatario, es necesario que la vivienda cumpla con los siguientes requisitos:

- La vivienda debe estar muy bien aislada
- El hogar produce (de manera sostenible) en promedio la misma cantidad de energía que utiliza.
- El arrendador demuestra que la propiedad de alquiler cumple con los requisitos para una EPV. Por ejemplo, nivel de aislamiento. Para ello, puede contactar a empresas reconocidas que determinen la demanda energética de una vivienda. El arrendador también debe medir la cantidad de energía que genera la vivienda.

- La vivienda debe tener una demanda energética muy baja. Ésta debe ser inferior a 50 kWh/m² al año. El EPV más alto es un máximo de 1,40 €/m² al mes. Para ello, la demanda energética debe ser inferior a 30 kWh/m² al año. El hogar genera al menos la misma cantidad de energía sostenible. Esto le permite satisfacer completamente la necesidad de calor. Además, la casa genera 15 kWh/m² al año de agua caliente sanitaria.
- La casa genera suficiente energía auxiliar (Ehulp). Ehulp se ocupa de la energía (eléctrica) requerida por la edificación para instalaciones (sistemas de ventilación, los sistemas de refrigeración (confort) y los sistemas de medición y monitorización). Ehulp no cubre la energía para la iluminación. Además, la vivienda debe generar 26 kWh/m² al año de energía. Esta energía es para el arrendatario. Se trata de un mínimo de 1.800 kWh y un máximo de 2.600 kWh.

4.4 Experiencia definición NZEB NZCB Australia

Definición edificaciones energía/carbono neto cero

En el caso de Australia existe una definición acordada en el plan “Zero Carbon Australia Buildings Plan”. Este plan es una iniciativa es parte del programa Beyond Zero Emissions (BZE).

Definición edificio de consumo energía neta cero

“Para el Plan de Edificios de la ZCA, los edificios con cero emisiones significa que ningún edificio genera emisiones de gases de efecto invernadero durante su operación. Esto implica la existencia de una fuente de energía de red de cero emisiones ...El Plan de Edificios ZCA no pretendía que los edificios pudieran generar tanta energía de las fuentes renovables in situ como la que de la energía que consumen, pero los resultados de esta investigación que esto es posible en las residencias.”¹⁰

En Australia, adicionalmente existe el programa “Commercial Building Disclosure Program” (Government s.f.). Este programa indica que los espacios comerciales deben transparentar y proveer información relacionada con la eficiencia energética de un espacio comercial igual o superior a 92,9 m². El CBD es definido en la ley “Building Energy Disclosure Act 2020” (Legislation 2010).



Figura 9 Ejemplo de ficha del CBD

El CBD es una herramienta que permite conocer el rendimiento de un espacio comercial mediante un proceso de revisión realizado por auditores autorizados. Este proceso es el que habilitará al propietario para arrendar o vender el espacio.

¹⁰ The Zero Carbon Australia Buildings Plan, Beyond Zero Emissions University of Melbourne

Energía renovable en la definición

La incorporación es indirecta en base a sistema de ponderación.

Alcance sector residencial no residencial

Se observan los siguientes alcances en las normativas vigentes:

- **Sector residencial:** El código de construcción (NCC) se encuentra en proceso de actualización para ser publicado el año 2022¹¹. El proceso actual ha considerado dos posturas para la aproximación a net cero energía/emisiones:
 - Propuesta 1, la NCC que alcanzan un nivel de confort térmico equivalente a 7 estrellas NatHERS¹² y un uso neto anual de energía nulo para los servicios regulados del edificio, es decir, la climatización de espacios, los sistemas de agua caliente, la iluminación y las bombas de piscina y spa.
 - Propuesta 2, Disposiciones del NCC que logran un nivel de confort térmico equivalente a 7 estrellas NatHERS y un consumo máximo de energía superior a cero para los servicios regulados del edificio
- **Sector no residencial:** En el caso de edificios no residenciales, la normativa de la NCC 2019 propone los siguientes cambios:
 - Cambio de la medición consumo de energía por la medición de las emisiones de gases de efecto invernadero - Aumento de la ponderación de las fuentes de energía renovables, es decir, la energía solar fotovoltaica y los sistemas de recuperación de calor in situ
 - Introducción de la vía de verificación NABERS y Green Star - Precalificación para proyectos Green Star y NABERS
 - Introducción de la vía de verificación del sellado de la envolvente del edificio: se requiere una prueba de soplado
 - Introducción de la cláusula de evaluación del confort de los ocupantes: se requiere una modelización del confort térmico para evaluar el nivel de PMV

Sellos o certificaciones

Australia cuenta con tres certificaciones principales: NatHERS, Green Star y NABERS:

- **NatHers (Nationwide House Energy Rating Scheme)**, o Plan nacional de calificación energética de viviendas, es un sistema de calificación (1 a 10), que mide la eficiencia energética de las viviendas basado en un estimado del uso potencial de energía. La clasificación o estrellas se divide de acuerdo a los consumos de energía térmica por zona. por ejemplo Canberra varía desde 957 MJ/m² anual, equivalente a 0,5 estrellas, a 2 MJ/m² anual equivalente a 10 estrellas. Una vivienda que logra 10 estrellas es la que probablemente no necesitará mayor cantidad de energía térmica o mecánica para climatización.

¹¹ Energy efficiency: NCC 2022 and beyond – Scoping Study

¹² Ver sección de sellos

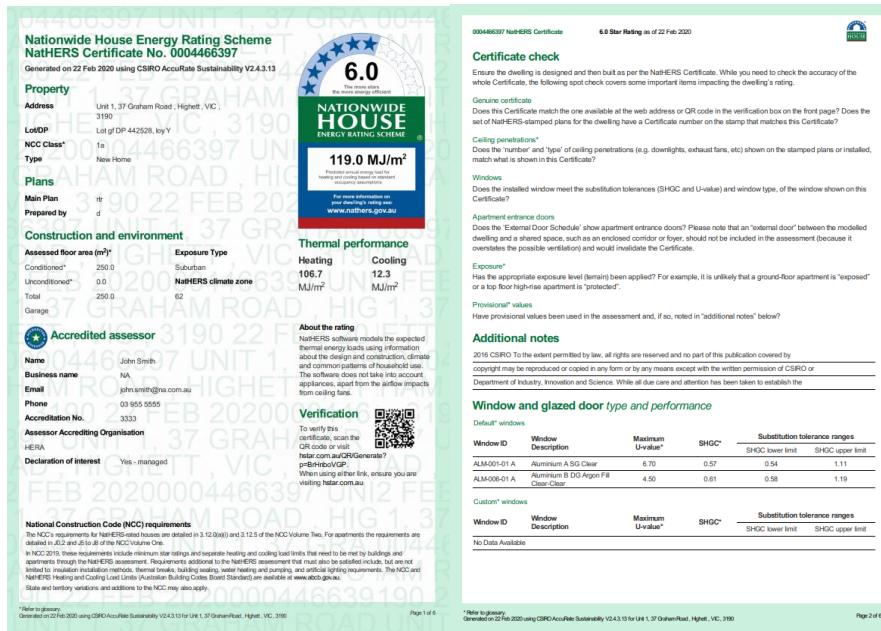


Figura 10 Imagen de páginas 1 y 2 de sello calificación NatHERS

- Green Star, este programa es coordinado por el Green Building Council de Australia, fue lanzado en 2003 como un sistema voluntario para evaluar la sustentabilidad en el ciclo de vida de edificios, equipamientos y comunidades. El año 2020 se lanzó el programa Green Star Buildings, el cual establece la operación de edificios sin combustibles fósiles. Si bien toma un acercamiento de tipo multicriterio, la certificación Green Star exige un rendimiento al menos un 10% superior a la normativa¹³.
- NABERS (National Australian Built Environment Rating System) es un programa de clasificación del Ministerio de Medio Ambiente de Australia. Este sistema mide los siguientes parámetros:
 - Energía
 - Agua
 - Residuos
 - Ambiente interior
- El esquema de puntaje de NABERS se presenta en la siguiente figura:



Figura 11 Esquema de puntaje NABERS

¹³ Green Star Year in Focus, GBC Australia

Un aspecto interesante que se puede destacar de NABERS es que cuenta con una alianza con el programa Climate Active, por lo que ofrece un camino para lograr la neutralidad a través de compensaciones.

Iniciativas habilitantes

Australia ha establecido el The Zero Carbon Australia Buildings Plan (ZCA Buildings Plan), un plan a nivel nacional de retrofitting que apunta a reducir el consumo energético de los edificios existentes como un paso relevante en lograr una economía de cero emisiones¹⁴. Para efectos del ZCA Buildings Plan, los edificios de cero emisiones netas son aquellos edificios que no generan emisiones de gases de efecto invernadero **durante su operación**. El ZCA Buildings Plan es parte del programa Zero Carbon Australia 2020 Stationary Energy Plan, una hoja de ruta para descarbonizar el sector energía dentro de una década.

¹⁴ Zero Carbon Australia Buildings Plan

4.5 Experiencia definición NZEB NZCB Finlandia

Definición edificaciones energía/carbono neto cero

En el caso de Finlandia, existe una definición de edificaciones de consumo de energía neta cercana a cero, la que se basa en los requerimientos normativos incluidos en los actuales códigos de construcción (Haakana 2016). La regulación actual se basa en definir el código de construcción válido desde 2018 que se indica a continuación.

Tabla 8 Descripción general y comparación del código de construcción de Finlandia (Haakana 2016)

Aspecto	Descripción						
Valor de transmitancia	2003	2010	2012	2017			
W/mwK							
Valor U máximo en elementos opacos	0,4	0,17	0,17	0,17			
Valor U máximo en cubiertas	0,16	0,15	0,09	0,09			
Valor U máximo en pisos	0,25	0,09 a 0,17					
Valor U máximo en ventanas	1,4	1,4	1,0	1,0			
Valor U Máximo en puertas	1,4	1,0					
<hr/>							
Otro valores de referencia							
Eficiencia anual de sistemas de recuperación de calor	30%	30%	45%	55%			
Máxima potencia de ventilación kW(m3/s)			1,5	0,9			
<hr/>							
Ponderación de la energía de acuerdo a su fuente							
Combustibles fósiles	1,0						
Electricidad	1,2						
Calefacción distrital	0,5						
Enfriamiento distrital	0,28						
Combustibles renovables	0,5						

Adicionalmente, existe la iniciativa del proyecto FInZEB. Este proyecto es una iniciativa a cargo del Ministerio de Medio Ambiente, la Confederación de Industrias de la Construcción de Finlandia (RT por sus siglas en finés) y la Asociación Finlandesa de Servicios Mecánicos para la Construcción La definición se encuentra en desarrollo, sin embargo, FInZEB ha definido recomendaciones para los distintos niveles de impacto de esta definición.

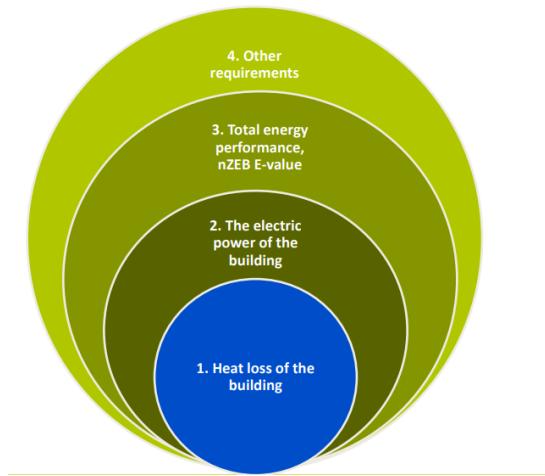


Figura 12 Niveles estrategia Finlandia

Actualmente y en espera de una definición propia, Finlandia adopta los parámetros de EPBD de la Unión Europea, mediante un programa de implementación de los requerimientos que ésta define. La legislación para abordar los EPBD se ha puesto en marcha desde el año 2013, mediante la aplicación del Código de Construcción de Finlandia definido por el Ministerio del Medio Ambiente y que además de fijar límites de transmitancia térmica de envolvente (desde el año 1976), incluye límites de consumo energético según tipología de edificio. El Código de Construcción de Finlandia, adopta como método de evaluación el EPC (Energy Performance Calculation) para determinar consumos energéticos.

Niveles	Medidas propuestas
Pérdidas energéticas del edificio	<p>Los requisitos de la transmitancia térmica de las estructuras (valores U) se mantienen principalmente en el nivel actual (establecido en el año 2012 en el "Building Code of Finland")</p> <p>Mejores ventanas, valor U para comparación, por ejemplo, 0,8 W/m²,K</p> <p>Valor de comparación más estricto para la eficiencia de la recuperación de calor: propuesta del 60 (excluidos los hospitales)</p> <p>Se estima un valor de comparación actualizado para la estanqueidad del aire</p>
Energía eléctrica del edificio	<p>Se debe calcular la potencia eléctrica de un edificio</p> <p>Un determinado porcentaje de la potencia máxima debe ser controlado en función de la demanda (el porcentaje depende del tipo de edificio)</p> <p>El objetivo es la tecnología y el mercado como la gestión de la demanda (SmartGrid)</p>
Rendimiento energético	<p>La eficiencia energética total de un edificio se calculará con las normas actualizadas de Normas de cálculo del valor E (eficiencia energética)</p> <p>La energía renovable producida in situ o cercana se tiene en cuenta para reducir el uso anual de energía suministrada en el edificio</p> <p>La energía renovable vendida puede influir parcialmente en la reducción del Valor -E</p>
Otros requerimientos	Análisis de la temperatura interior (condiciones interiores durante el verano)

Valor SFP¹⁵ del sistema de ventilación
Certificado energético EPC, Energiateodistus

Si bien la definición oficial no existe a la fecha, sí se cuenta con pilotos y aplicaciones a distintos tipos de edificios (por tipología), en los que se ha considerado los siguientes usos finales de la energía:

Energía renovable en la definición

Para efectos de la consideración de energía renovable en los edificios de energía/carbono casi nulo, se ha optado por una aproximación indirecta, similar a Países Bajos, a través de los coeficientes de ponderación de distintos energéticos como se muestra en la siguiente tabla. Es decir, no se excluyen fuentes de energía, pero si se fomenta el uso de fuentes de energía renovable.

Alcance sector residencial no residencial

Los requerimientos de energía primaria por tipo de edificación se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 9 Valor máximo de uso de energía primaria (Haakana 2016)

Tipo de edificio	Máximo valor de energía primaria Valor E kWh _E /m ² por año
Vivienda unifamiliar	hasta 92 E kWh _E /m ² por año
Viviendas en hilera	105 E kWh _E /m ² por año
Edificios	90 E kWh _E /m ² por año
Oficinas	100 E kWh _E /m ² por año
Comercio	135 E kWh _E /m ² por año
Hoteles	160 E kWh _E /m ² por año
Escuelas	100 E kWh _E /m ² por año
Deporte	100 E kWh _E /m ² por año
Hospitales	320 E kWh _E /m ² por año

Sellos o certificaciones

El sello de referencia en el caso de Finlandia es el “Energieatodistus”, el cual está basado en el EPC (original del Reino Unido) y que otorga una calificación de la A a la G respecto al rendimiento energético estimado del edificio expresado en kWh_E/m² (energía primaria)

Este certificado debe presentarse al solicitar el permiso de edificación del edificio. Posteriormente, el certificado debe actualizarse con información más precisa del rendimiento energético del edificio antes de que el edificio entre en uso (al solicitar recepción final). Tiene una validez de 10 años a partir de la fecha de emisión.

Contar con el certificado Energiateodistus es obligatorio para todas las edificaciones nuevas y para todas las edificaciones existentes que vayan a venderse o arrendarse. En el certificado energético, la eficiencia energética de un edificio se calcula respecto a

¹⁵ Specific Fan Power

una cifra de referencia (cifra E). Esta cifra está dada por el consumo de energía de compra anual por área a climatizar, según el uso estandarizado del edificio, ponderado por factores según fuente energética. La clase de eficiencia energética se describe mediante los símbolos A 2018 -G 2018 .

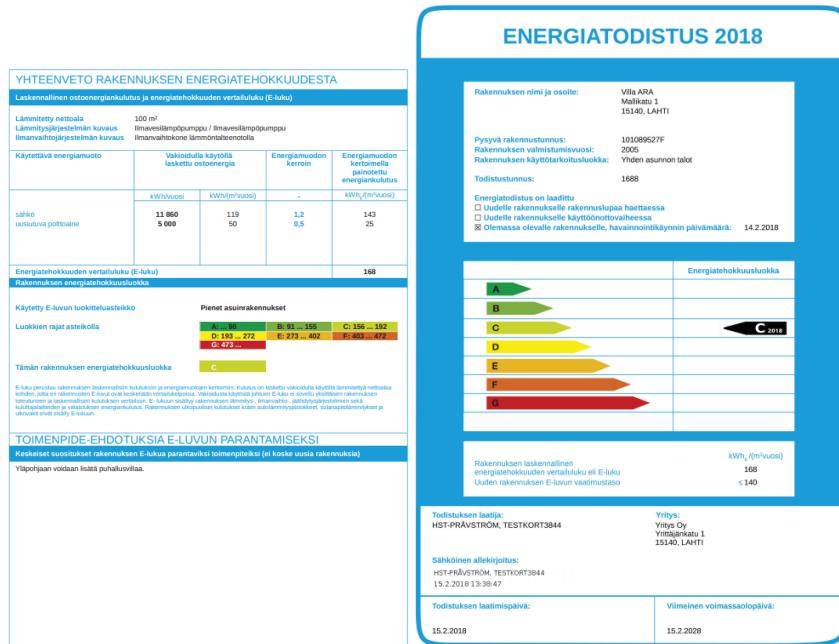


Figura 13 páginas 1 y 2 de sello Energiateodistus. Fuente Motiva.fi

Se exime de obtener el certificado los siguientes tipos de edificios¹⁶

- Edificios con una superficie inferior a 50 metros cuadrados
- Edificios residenciales para alojamiento de vacaciones que no se utiliza para el negocio de alojamiento
- Edificios fijos o temporales con una vida útil máxima de dos años
- Edificios industriales y de talleres;
- Edificios agrícolas no residenciales de bajo consumo energético o utilizado en un sector cubierto por un acuerdo nacional de eficiencia energética
- Edificios utilizados para actividades devocionales y religiosas
- Edificios protegidos por la Lista del Patrimonio Mundial (Sop8 19/1987) como parte de un entorno designado o por sus especiales méritos arquitectónicos o históricos, ya que su naturaleza o apariencia cambiaría de forma inaceptable como resultado del cumplimiento de los requisitos mínimos de eficiencia energética.

Iniciativas habilitantes

En el caso de Finlandia, existen iniciativas que fomentan las acciones combinadas de los actores del sector construcción. En este sentido, se ha fomentado la creación de empresas de servicios energéticos integrados (IESCs). Este tipo de empresas proveen

¹⁶ <https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatodistusneuvonta/>

una variedad de servicios como planificación, project management, implementación, y tienen la capacidad de reconfigurar los sistemas energéticos de edificios existentes¹⁷.

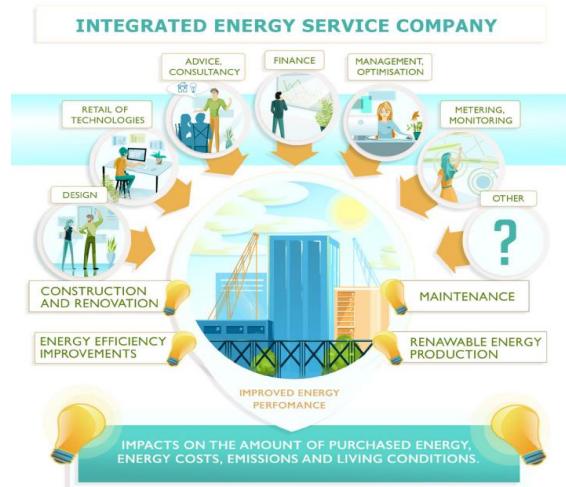


Figura 14 Esquema de fomento de empresas de servicios energéticos Finlandia

El Ministerio del Medio Ambiente y ARA (The Housing Finance and Development Centre of Finland) se impusieron el desafío de desarrollar los primeros edificios pilotos “energía neta cero”, a modo de impulsar los nuevos requerimientos que se estaban incluyendo en la regulación local. De este modo aparecen los dos primeros edificios energía neta cero en las localidades de Kuopio y Järvenpää.

Ambos edificios presentan características muy similares, por lo que expondremos los detalles de uno de ellos. El edificio de departamentos Kuopas en Kuopio, Finlandia, fue el primer edificio de energía neta cero¹⁸ construido comercialmente. El edificio cuenta con 47 departamentos para estudiantes repartidos en 4 pisos y fue terminado en febrero del año 2011.

El Edificio alcanza una demanda energética muy baja (31 KWh/m² para calefacción, agua caliente sanitaria e instalaciones eléctricas, exceptuando electricidad residencial), las cuales son cubiertas completamente por energías renovables. (paneles solares, colectores solares y geotermia que en conjunto aportan 35KWh/m²)¹⁹

Adicionalmente, se instalaron ascensores que almacenan y utilizan la energía generada cuando frenan, ahorrando en el consumo energético. En el verano el edificio refrigerá mediante equipos de ventilación que captan aire enfriado mediante geotermia.

¹⁷ Transition towards zero energy buildings

¹⁸ energía neta cero operacional

¹⁹ Jyri Nieminen, VTT. Finnish Experiences on Very Low and Zero Energy Buildings. REHVA 2011



Figura 15: Edificio Kuopio

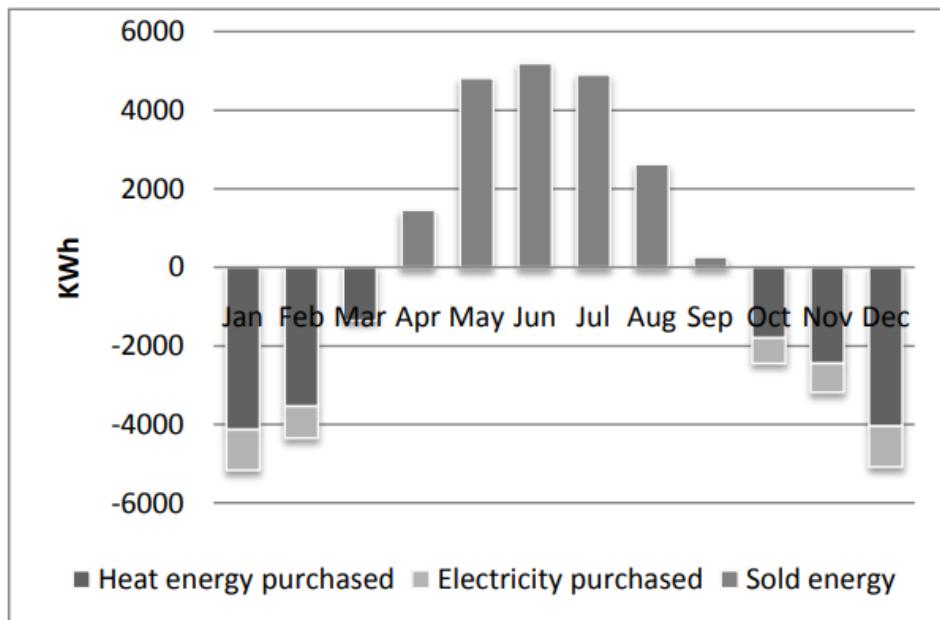


Figura 16: Balance mensual de energía (KWh) producida en el sitio y vendidas a las redes del Edificio Kuopio durante diferentes meses del año.²⁰

²⁰ Insinööritoimisto A. Mustonen, 2010. Energiankulutustaulukkoja, Insinööritoimisto A. Mustonen, <http://www.nollaenergia.fi/dokumentit/kuopio/taulukot.pdf>, accessed 29.12.2010

4.6 Experiencia definición NZEB NZCB España

Definición edificaciones energía/carbono cero

España ha apostado por hacer de la transición ecológica el eje transversal de sus políticas, como lo demuestra la creación del **Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico**, en 2020. A nivel legislativo, la **Ley de Cambio Climático y Transición Ecológica (LCCTE)**, constituye el documento base y referente hacia una economía sin carbono. A nivel reglamentario, cabe destacar el Certificado Energético del Edificio, el Reglamento de Instalaciones Térmicas del Edificio (RITE) y el Código Técnico de la Edificación (CTE), donde este último ha sido actualizado recientemente (2019), para incorporar el concepto de **Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo**, y exigencias en términos de emisiones.

Aquel edificio, nuevo o existente, que cumple con las exigencias reglamentarias establecidas en el Documento Básico “DB-HE Ahorro de Energía” en lo referente a la limitación de consumo energético para edificios de nueva construcción (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana 2020).

Respecto a la versión anterior (2013), el DB-HE sigue conservando su estructura, organizada en un total de 6 secciones (desde el HE0 al HE5), donde los indicadores de consumo energético que definen el comportamiento global de un edificio se fijan en la sección HE0, y en el resto de secciones se define un conjunto de condiciones mínimas que afectan a cada uno de los parámetros que intervienen en la eficiencia energética global: envolvente térmica (HE1), instalaciones térmicas (HE2), sistemas de iluminación (HE3), generación de energía renovable para ACS (HE4) y generación eléctrica (HE5). Sin embargo, ajusta su metodología de cálculo a las normas europeas y complementa el conjunto de indicadores y condiciones existentes.

Como condición básica, el DB-HE 2019 obliga a proyectar edificios nuevos y existentes, para un consumo reducido de energía y que ésta se cubra, en gran medida, mediante el uso de energías renovables, con el objetivo de mitigar el cambio climático y reducir la dependencia e intensidad del uso de energía del país. Esto se aborda:

- Limitando las necesidades totales de energía del edificio (Cep,tot)
- Limitando el consumo de energía procedente de fuentes no renovables (Cep,nren)

El indicador de consumo de energía primaria total (Cep,tot) controla las necesidades totales de energía del edificio, independientemente de su origen (suministrada por la red, por el medioambiente o producida in situ) y de su carácter renovable o no; mientras que el indicador de energía primaria no renovable (Cep,nren), acota la cantidad de energía procedente de fuentes no renovables que puede consumir el edificio (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana 2020).

Ambos indicadores se obtienen del balance entre la energía generada y consumida, en escenarios normalizados de utilización y para determinados servicios del edificio: calefacción, refrigeración, ventilación, control de humedad, ACS y; en edificios de uso terciario, también iluminación.

Junto a lo anterior, desaparece el indicador de demanda energética de modo explícito, y se reemplaza por:

- Un nivel mínimo de aislamiento térmico global (K), incluyendo los puentes térmicos, y de cada elemento perteneciente a la envolvente térmica (Ulim)
- Un nivel máximo de ganancias solares en verano (qsol;jul);
- Control de la permeabilidad al aire de los elementos (Q100 y n50);

Tabla 10 H1- Valores límite de transmitancia térmica (Ulim, en kWh/m2a) Fuente: Guía de Aplicación DB-HE 2019

Elemento	Zona climática de invierno					
	a	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s , U_m)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_c)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_t)	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U_{MD})						
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_h)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%				5,7		

*Los huecos con uso de escaparate en unidades de uso con actividad comercial pueden incrementar el valor de U_h en un 50%.

A continuación, se presenta un esquema comparativo entre la versión del DB-HE 2013 y DB-HE 2019 (vigente):

Tabla 11 Esquema comparativo de antigua y vigente normativa Fuente: Guía de Aplicación DB-HE 2019

ESTRUCTURA DB-HE 2013 – ESTRUCTURA DB-HE 2019				
HE0	Limitación del consumo energético Consumo energía primaria no renovable	$C_{ep,nren}$	Limitación del consumo energético Consumo energía primaria no renovable Consumo energía primaria total	$C_{ep,nren}$ $C_{ep,total}$
HE1	Limitación de la demanda energética Demanda energética de calefacción + refrigeración	$D_{cal} - D_{ref}$	Condiciones para el control de la demanda energética Transmitancia de la envolvente térmica Control solar de la envolvente térmica Permeabilidad al aire de la envolvente térmica K $q_{sol;jul}$ n_{50} / Q_{100}	
HE2	Rendimiento de las instalaciones térmicas Especificaciones RITE		Condiciones de las instalaciones térmicas Especificaciones RITE	
HE3	Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación VEEI, P_{tot} , Sistemas de control y regulación		Condiciones de las instalaciones de iluminación VEEI, P_{max} , Sistemas de control y regulación	
HE4	Contribución solar mínima de ACS Producción mínima renovable según zona		Contribución mínima de energía renovable para cubrir demanda de ACS 60-70% cubierto por renovables	
HE5	Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica Potencia mínima a instalar		Generación mínima de energía eléctrica Potencia mínima a instalar	

Energía renovable en la definición

Como se mencionó anteriormente, las secciones H4 y H5 abordan la generación de energía renovable para ACS o para generación eléctrica, respectivamente:

- **H4 - Contribución mínima se energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria (ACS):** el requerimiento es aplicable a edificios con una demanda de ACS > 100 l/d y a piscinas cubiertas. el edificio debe contar con una contribución de energía renovable para la demanda de ACS y climatización del vaso de piscina de un 60% cuando la demanda anual de ACS sea menor de 5000l/d y un 70% cuando la demanda anual de ACS sea mayor de 5000l/d. Junto a lo anterior, debe existir un sistema de medición conforme a lo establecido en el RITE.
- **H5 - Generación mínima de energía eléctrica:** establece la obligatoriedad de incorporar sistemas de generación de energía eléctrica procedentes de fuentes renovables para uso propio o para suministro a la red (potencia mínima a instalar, considerando los siguientes límites obligatorios mínimos: 30 a 100 kW). La obligación se establece para edificios con uso distinto al residencial privado tanto nuevos como existentes, cuando se superen o incrementen los 3000 m² construidos (incluida la superficie de estacionamientos subterráneos).

El cálculo de la energía procedente de fuentes renovables utiliza la frontera de evaluación in situ²¹ y en las proximidades²², tal y como establece la metodología de la UNE-EN-ISO 52000-1:2017²³. El establecimiento de esta frontera afecta especialmente al vector energético de electricidad que pueda utilizarse en sistemas de generación de ACS (como bombas de calor o termos eléctricos por ejemplo) ya que solo puede contemplarse como renovable si procede de producciones in situ o en las proximidades (paneles fotovoltaicos en la propia parcela del edificio por ejemplo) excluyéndose del cómputo la parte renovable que tiene la electricidad de la red eléctrica ya que esta pertenece a la frontera de evaluación distante. (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana 2020).

Alcance sector residencial / no residencial

Las exigencias del DB-HE 2019, aplican a:

- edificios de nueva construcción;
- intervenciones en edificios existentes, en los siguientes casos:
 - ampliaciones en las que se incremente más de un 10% la superficie o el volumen construido de la unidad o unidades de uso sobre las que se intervenga, cuando la superficie útil total ampliada supere los 50 m²;
 - cambios de uso, cuando la superficie útil total supere los 50 m²;
 - reformas en las que se renueven de forma conjunta las instalaciones de generación térmica y más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio.

Por su parte, los usos finales considerados para el indicador de consumo de energía, son los siguientes:

²¹ In situ, que comprende aquella generada en el edificio o en la parcela de emplazamiento del edificio, sea de tipo solar fotovoltaica, solar térmica, energía térmica extraída del ambiente, etc

²² En las proximidades del edificio, que comprende aquella con procedencia local o en el distrito, como: biomasa sólida, sistemas urbanos de calefacción o refrigeración, electricidad generada en las proximidades del edificio (aquellas que estén conectadas en la red interior de los consumidores asociados a través de líneas directas o estén conectadas a la red de baja tensión derivada del mismo centro de transformación), etc.;

²³ 52000-1:2017 Eficiencia energética de los edificios. Evaluación global de la eficiencia energética de los edificios. Parte 1: Marco general y procedimientos.

- **Residencial:**
Calefacción; Refrigeración; ACS; Ventilación; Control de humedad. No se incluyen por ejemplo electrodomésticos, sistemas de transporte vertical (ascensores, escaleras mecánicas, etc), vehículos eléctricos, etc.
- **No Residencial:**
Se integra iluminación.

Sellos o certificaciones

- **Certificación de Eficiencia Energética**
En España, el procedimiento para la obtención del certificado de eficiencia energética asociado a la transposición de la La Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo, se encuentra establecido en el Decreto 235/2013, de 5 de abril.

El certificado es obligatorio, para la recepción del edificio y aborda la siguiente información:

- A. Identificación del edificio o de la parte del mismo que se certifica, incluyendo su referencia catastral.
- B. Indicación del procedimiento reconocido al que se refiere el artículo 4 utilizado para obtener la calificación de eficiencia energética.
- C. Indicación de la normativa sobre ahorro y eficiencia energética de aplicación en el momento de su construcción.
- D. Descripción de las características energéticas del edificio: envolvente térmica, instalaciones térmicas y de iluminación, condiciones normales de funcionamiento y ocupación, condiciones de confort térmico, lumínico, calidad de aire interior y demás datos utilizados para obtener la calificación de eficiencia energética del edificio.
- E. Calificación de eficiencia energética del edificio expresada mediante la etiqueta energética.
- F. Para los edificios existentes, documento de recomendaciones para la mejora de los niveles óptimos o rentables de la eficiencia energética de un edificio o de una parte de este, a menos que no exista ningún potencial razonable para una mejora de esa índole en comparación con los requisitos de eficiencia energética vigentes.
- G. Descripción de las pruebas y comprobaciones llevadas a cabo, en su caso, por el técnico competente durante la fase de calificación energética.
- H. Cumplimiento de los requisitos medioambientales exigidos a las instalaciones térmicas.

Respecto al punto E, la calificación energética mencionada tiene asociados dos tipos de indicadores, principales y complementarios, que son:

Principales o globales:

- Emisiones anuales de CO₂e;
- Consumo anual de energía primaria no renovable.

Complementarios:

- La demanda energética anual de calefacción;
- La demanda energética anual de refrigeración;
- El consumo anual de energía primaria no renovable desagregada por servicios;
- Las emisiones anuales de CO₂e desagregada por servicios;
- Las emisiones anuales de CO₂e desagregada por consumo eléctrico y por otros combustibles.

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
	126.89 E	CALEFACCIÓN		ACS
		<i>Emissions calefacción [kgCO₂/m²·año]</i>	B	<i>Emissions ACS [kgCO₂/m²·año]</i>
		50,2		
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN
		<i>Emissions refrigeración [kgCO₂/m²·año]</i>		<i>Emissions iluminación [kgCO₂/m²·año]</i>
<i>Emissions globales [kgCO₂/m²·año]</i>				

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

	kgCO2/m2.año	kgCO2/año
<i>Emisiones CO2 por consumo eléctrico</i>	-	-
<i>Emisiones CO2 por otros combustibles</i>	-	-

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

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

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
		CALEFACCIÓN		ACS
 > 34.1 A 34.1-33.4 B 33.5-33.4 C 33.4-31.4 D 31.0-28.6 E 28.6-17.6 F > 17.6 G		Energía primaria calefacción [kWh/m ² ·año]		A
		32		Energía primaria ACS [kWh/m ² ·año]
REFRIGERACIÓN			ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² ·año] ¹			Energía primaria refrigeración [kWh/m ² ·año]	
			Energía primaria iluminación [kWh/m ² ·año]	

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

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

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
 <p>126.89 E</p>	 <p>126.89 E</p>

Imagen 1: Certificado de eficiencia energética de edificios página (4 de 6).Fuente: Calificación de la eficiencia energética de los edificios, 2015

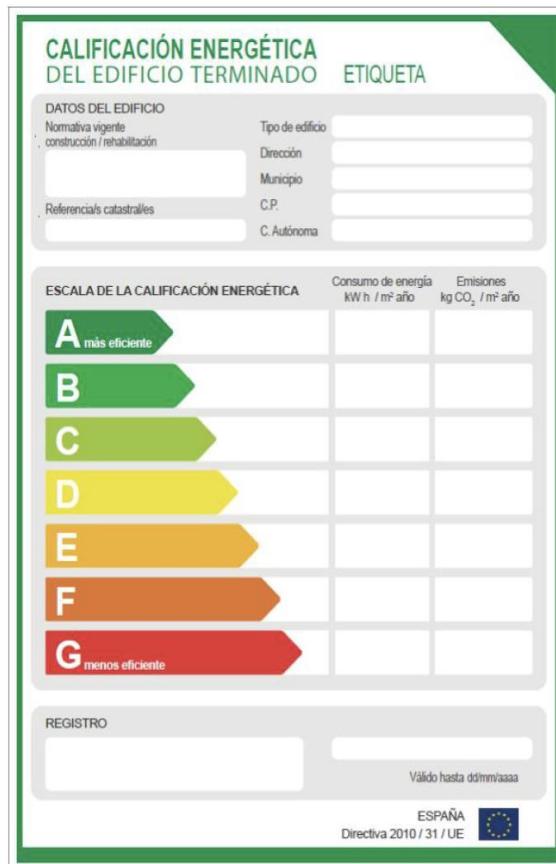


Imagen 2: Etiqueta de calificación energética del edificio terminado. Fuente: Calificación de la eficiencia energética de los edificios, 2015

Finalmente, cabe destacar que la validez máxima del certificado es de 10 años.

- **Verde - Adaptación al nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE)**

VERDE es la certificación de sostenibilidad en edificios desarrollada por GBCe (Green Building Council España). Evalúa y certifica el comportamiento de edificios de nueva construcción, rehabilitados y existentes de todas las tipologías: vivienda unifamiliar y colectiva, oficinas, equipamientos, naves industriales, etc.

Los valores de referencia adoptados por VERDE pretenden informar al público de que la normativa es un nivel de exigencia mínimo y que no debe ser un objetivo final, sino que es mejorable. Es así como en 2020, VERDE actualiza sus alcances para responder a las exigencias globales y marco reglamentario vigente.

Para ello se modifican, por ejemplo, los criterios «EA 01 Consumo de energía primaria» y «EA 02 Generación distribuida», como sigue:

EA 01 Consumo de energía primaria:

Promover la reducción del consumo de energía primaria no renovable (hasta alcanzar su consumo cero) y el consumo de energía primaria total necesarias

para cubrir las demandas de calefacción, refrigeración, ACS, ventilación, control de la humedad, y en su caso iluminación (Green Building Council España 2020).

Indicadores y valoración:

Tabla 12 Porcentaje de reducción de consumo. Fuente: Guía VERDE Edificios 2020

		Reducción del consumo de energía primaria no renovable	Reducción del consumo de energía primaria total
<i>Uso residencial privado</i>	<i>Nueva edificación</i>	100 % (consumo cero)	30 %
	<i>Rehabilitación y edificios existentes</i>	50 %	30 %
<i>Usos distintos del residencial privado</i>	<i>Nueva edificación</i>	100 % (consumo cero)	70 %
	<i>Rehabilitación y edificios existentes</i>	50 % (sobre el edificio de referencia)	50 % (sobre el edificio de referencia)
<i>Valoración del indicador</i>		50 %	50 %

EA 02 Generación distribuida:

Explotar el potencial de generación de energías renovables del edificio o la parcela (Green Building Council España 2020).

Indicadores y valoración:

Tabla 13 Porcentaje de Generación de Energía Renovable y Positiva Fuente: Guía VERDE Edificios 2020

Indicador	Valoración del criterio
La generación de energía renovable en la parcela oscila entre la exigencia mínima del CTE DB-HE 4 y HE 5, y el valor de la energía primaria total límite fijada por el CTE DB-HE 0.	Lineal 80 %
Edificios de energía positiva	20 %

Iniciativas habilitantes

- **Real Decreto 244/2019** (Ministerio para la Transición Ecológica 2019): regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, para facilitar que el consumidor pueda obtener energía limpia y a menor costo. Permite instalaciones sin excedentes (no vierten energía a la red) e instalaciones con excedentes, y en este segundo caso permite además, que las instalaciones se acojan al sistema de compensación simplificada para compensar sus excedentes de producción con su consumo o que vendan la energía sobrante al mercado. Junto a lo anterior, se permite el autoconsumo

colectivo por el que consumidores de un mismo edificio o de edificios cercanos pueden compartir la generación de una misma instalación de autoconsumo, repartiéndose la energía en base al criterio que los consumidores acuerden.

- **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE):** su actualización incorpora Sistemas Urbanos de Climatización, lo que supone un fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- **Norma UNE 216701 “Clasificación de Proveedores de Servicios Energéticos,** proporciona una certificación profesional e independiente para una mejor identificación de las empresas que prestan servicios energéticos, entre ellos los correspondientes a las redes de climatización.
- **Fomento de la medición inteligente**
Los programas de ayuda apoyan medidas de mejora energética solo si la calificación de rendimiento energético del edificio muestra una mejora de al menos una clase energética. La mejora real del rendimiento energético debe ser demostrada, analizada y probada por el programa de certificación oficial. Por tanto, para conseguir la mejora necesaria para optar a las ayudas, uno de los aspectos a considerar es la inclusión de sistemas de medida inteligente. Así, la medición inteligente se fomenta de manera indirecta. (Acción Concertada. EPBD España 2016).
- **Campañas de información / políticas complementarias**
Para conseguir el ahorro energético y el rendimiento energético previstos de los edificios en España, las campañas de comunicación anuales han ido destacando los aspectos más críticos y su potencial relacionado. En esta línea, el Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE) realiza campañas de comunicación anuales que se publican y difunden a través de medios de televisión, prensa y radio (Acción Concertada. EPBD España 2016).

Particularmente, respecto a la renovación de edificios, los planes de apoyo actuales contemplan:

- Plan de Apoyo a la Reforma y Edificación del Gobierno Nacional del Ministerio de Fomento;
- Programa IDAE PAREER.
- **Programa de fomento a la mejora de la eficiencia energética y la sostenibilidad en viviendas**
Forma parte del Plan Estatal de Vivienda 2018-2021. Se desarrolla a través de convenios de colaboración con las Comunidades Autónomas, que incluyen, entre otras, acciones de rehabilitación de edificios y barrios. En particular, su objetivo es reducir la demanda de energía, con un enfoque en la envolvente del edificio (aislamiento de muros, techos, pisos y reemplazo de ventanas).

Los objetivos son viviendas y edificios unifamiliares. Se requiere una reducción del 20% al 35% en la demanda energética anual global para calefacción y refrigeración y el apoyo público oscila entre el 40% y el 75% de la inversión final (Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana 2020).

- **Programa PAREER - CRECE**
Este programa ha sido creado para incentivar y promover la implementación de acciones de reforma que favorezcan el ahorro energético, la mejora de la eficiencia energética, el uso de energías renovables y la reducción de emisiones de dióxido de carbono en los edificios existentes.

La gestión de este programa recae en el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), que ha gestionado el programa con fondos por valor de 200 millones de euros.

El programa está diseñado para incentivar la rehabilitación de edificios, incluyendo las siguientes acciones:

- mejora del rendimiento energético de la envolvente térmica;
- mejora del rendimiento energético de las instalaciones térmicas y de iluminación;
- sustitución de energía convencional en instalaciones térmicas por biomasa;
- sustitución de energía convencional en instalaciones térmicas por geotermia.

El criterio establecido para evaluar y limitar la calidad técnica de las renovaciones es la calificación de eficiencia energética. Las acciones apoyadas deben mejorar el rendimiento energético total del edificio en al menos una clase energética, medida en la escala de emisiones de dióxido de carbono (kg CO₂/m²a) (Acción Concertada. EPBD España 2016).

4.7 Experiencia definición NZEB NZCB Francia

Definición edificaciones energía/carbono cero

Francia se encuentra en un periodo de transición hacia una nueva Reglamentación Ambiental (RE2020), que introducirá como base un estándar de edificación de energía positiva y reducida huella de carbono. Sin embargo, dado que su aplicación se ha pospuesto hasta el primer trimestre de 2021, la Reglamentación Térmica (RT 2012), sigue siendo el único estándar térmico en construcción que debe respetarse.

RT 2012 limita el consumo de energía primaria a un máximo de 50 kWh/m²a. Este valor es el que define un edificio de bajo consumo o BBC (*Bâtiments Basse Consommation*). Para lo anterior, define los siguientes tres indicadores interrelacionados:

- **Consumo Energético del Edificio**

Limitación del consumo máximo de energía primaria (coeficiente Cepmax) limitada a un valor medio de 50 kWh/m²a, modulado según la ubicación geográfica, la altitud, el tipo de uso del edificio, la superficie media de las viviendas y las emisiones de gases de efecto invernadero de la leña y las redes de calefacción que emiten menos CO₂. Este consumo de energía comprende calefacción, refrigeración, iluminación, producción de agua caliente sanitaria y auxiliares (bombas y ventiladores) (Ministerio de la Transición Ecológica 2019).

- **Demand Energética**

Limitación de la demanda de calefacción, refrigeración e iluminación calculada en una escala de “puntos” (coeficiente Bbiomax = necesidades bioclimáticas del edificio). Este requerimiento impone una limitación simultánea del requerimiento energético de los componentes ligados al diseño del edificio (calefacción, refrigeración e iluminación), imponiendo así su optimización independientemente de los sistemas energéticos implementados.

- **Confort en verano**

Aseguramiento del confort en régimen de verano en edificios no refrigerados haciendo que la temperatura alcanzada en el edificio se mantenga inferior a un valor máximo de referencia que se considera confortable durante una semana extrema de verano y limitación del factor solar de las aberturas y obligación de posibilidad deertura de las mismas (ventilación nocturna).

Para garantizar que el edificio esté correctamente construido, una vez finalizado, Expertos Calificados deben verificar su hermeticidad que no puede exceder 0,6 (m³/h)/m² para viviendas unifamiliares (estándar *PassivHaus*) y 1 (m³/h)/m² para edificios de apartamentos (Acción Concertada. EPBD Francia 2016).

Tabla 14: Coeficientes Bbiomax y Cpemax para diversas tipologías de nuevos edificios. Fuente: <https://epbd-ca.eu/ca-outcomes/outcomes-2015-2018/book-2018/countries/france>

Tipo de edificio		B biomax	C pemax (kWh / m ² año)
Casa individual	EC1	60	50
	EC2	80	60
Edificio de apartamentos	EC1	60	90
	EC2	90	105
Edificio de oficinas	EC1	70	70
	EC2	140	110
Edificio de educación secundaria (horario diurno)	EC1	40	55
	EC2	50	70
Edificio de educación secundaria (horario nocturno)	EC1	60	90
	EC2	90	105
Tienda	EC1	140	320
	EC2	250	520
Catering 2 comidas / día 6 días a la semana	EC1	75	110
	EC2	85	125
Hospital (horario diurno)	EC1	230	270
	EC2	270	330
Hospital (noche)	EC1	120	130
	EC2	180	190

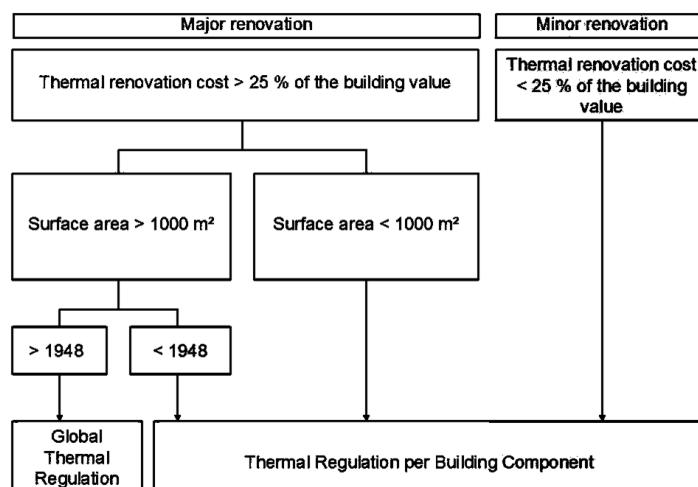
Respecto a los edificios existentes, se presentan dos normativas térmicas aplicables:

- “*RT par élément*” (Regulación por componente de edificación)
- “*RT globale*” (Regulación térmica global)

La RT por componente establece requisitos mínimos para envolvente y sistemas técnicos (valores U máximos para los elementos de envolvente y una eficiencia mínima para calderas, bombas de calor, aire acondicionado, ventilación)

La RT Global se basa en el consumo global con requisitos mínimos para envolvente y sistemas técnicos. El rendimiento energético se evalúa mediante una compleja metodología horaria, denominada TH-CE ex 6, basada en la metodología de los nuevos edificios.

Tabla 15: Normativa Térmica para edificios existentes. Fuente: <https://epbd-ca.eu/ca-outcomes/outcomes-2015-2018/book-2018/countries/france>



La regulación adecuada a implementar viene determinada por el tamaño del edificio y la extensión de la renovación.

Estas dos normativas tienen algunas reglas en común, especialmente en lo que se refiere al agua caliente sanitaria, ya que establecen la máxima pérdida de calor en función del tamaño de la caldera y dan a las Normas Europeas 89 y 26 como referencia para el rendimiento de algunos sistemas.

El Reglamento por Componente de Edificación establece una eficiencia mínima en torno al 90% para las calderas y un coeficiente de rendimiento de 3,2 para las bombas de calor en modo calefacción. Para unidades de aire acondicionado de menos de 12 kW, la clasificación de eficiencia energética debe ser de al menos 3,0; para otros sistemas, la eficiencia debe estar entre 2,6 y 3,0. El consumo de la unidad de ventilación no debe superar los 0,25 Wh/m³ para edificios residenciales y 0,3 Wh/m³ para edificios no residenciales. Estos requisitos se establecen para sistemas con potencia nominal no cubiertos por la Directiva de diseño ecológico 2009/125/CE (Acción Concertada. EPBD Francia 2016).

Energía renovable en la definición

La RT 2012 impone para los nuevos edificios un consumo energético máximo de 50 kWh /m²año, de media para usos primarios (aire acondicionado, calefacción, agua caliente, iluminación y auxiliares). Sin embargo, la producción de energía fotovoltaica puede, en determinadas condiciones, deducirse del consumo del edificio. Esta deducibilidad es total para los edificios del sector terciario: cualquier electricidad fotovoltaica producida contribuye, por tanto, a que el edificio se sitúe por debajo del límite de 50 kWh/m²año. En el caso de los edificios residenciales, un edificio equipado con una instalación fotovoltaica ganará un pequeño margen de maniobra en relación con los objetivos de consumo máximo de RT 2012: la producción fotovoltaica se puede deducir del consumo del edificio dentro del límite de 12 kWh/m²año. La RT 2012 también exige que las viviendas individuales o adosadas utilicen energías renovables. Una instalación fotovoltaica permite cumplir con esta obligación cuando produce al menos 5 kWh/m²año. Para una casa de 100 m², este objetivo se logra generalmente con un solo módulo de menos de 2 m². (Federation Francaise du Batiment 2014)

Alcance sector residencial / no residencial

La RT 2012 aplica a los siguientes tipos de edificios nuevos: oficinas, edificios de uso residencial (casas individuales o contiguas, viviendas colectivas, urbanizaciones universitarias y albergues para trabajadores jóvenes si sus habitaciones tienen cocina), educación, guarderías. Infancia, edificios universitarios de docencia e investigación, hoteles, restaurantes, tiendas, gimnasios y pabellones deportivos incluidos vestuarios, establecimientos de salud, EHPA, EHPAD, terminales, juzgados y juzgados, edificios para uso industrial y artesanal (Estudio RT2012 2020).

Para los cuales, el consumo de energía primaria máximo debe compararse con el consumo de energía primaria convencional del edificio, el coeficiente Cep, que tiene en cuenta 5 aspectos distintos del consumo energético de un edificio, la suma total de los cuales no puede superar Cep,max:

- Calefacción

- Refrigeración
- Iluminación
- Agua caliente sanitaria (ACS)
- Auxiliares (bombas y ventiladores)

Sellos o certificaciones

- **Certificación de Eficiencia Energética**

El Certificado de Eficiencia Energética francés, llamado "Diagnostic de Performance Energétique (DPE)", se introdujo el año 2006, como parte de la transposición de La Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo. Tanto para edificios nuevos como existentes, la emisión de un EPC implica que el Experto Calificado evalúa la eficiencia energética del edificio después de una visita in situ, donde se inspeccionan la envolvente, los sistemas HVAC y ACS. Una vez emitido, el EPC se envía automáticamente a la base de datos nacional del EPC (obligatorio desde 2013) y tiene una validez de 10 años.

El DPE describe el edificio o vivienda (superficie, orientación, paredes, ventanas, materiales, etc.), así como sus equipos de calefacción, producción de agua caliente sanitaria, refrigeración y ventilación. Indica, según el caso, bien la cantidad de energía efectivamente consumida (en base a facturas), o bien el consumo energético estimado para un uso estandarizado del edificio o de la vivienda.

La lectura del DPE se facilita mediante dos etiquetas con 7 clases (de A hasta la G, donde A corresponde al mejor rendimiento, G al peor):

- la etiqueta energética para conocer el consumo de energía primaria;
- la etiqueta climática para conocer la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos.

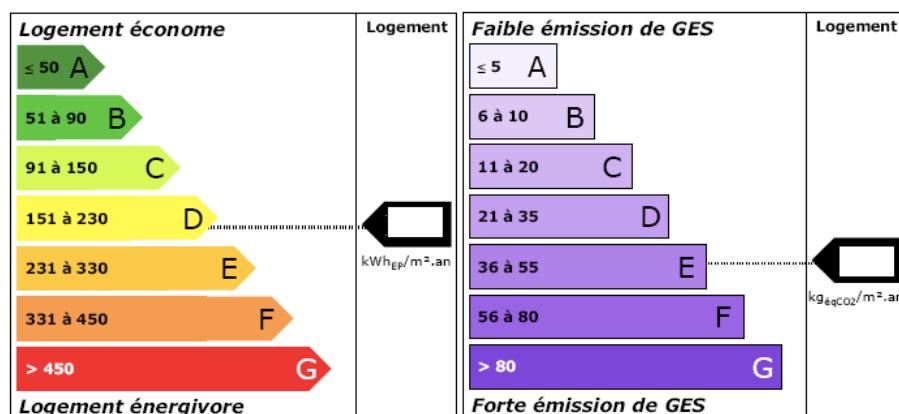


Imagen 3 Etiqueta DPE.

Fuente: <https://www.ecologie.gouv.fr/diagnostic-performance-energetique-dpe>

Building Type	Class A (kWh/m ² .year)	Class B (kWh/m ² .year)	Class C (kWh/m ² .year)	Class D (kWh/m ² .year)	Class E (kWh/m ² .year)	Class F (kWh/m ² .year)	Class G (kWh/m ² .year)
Residential Buildings	< 50	51 to 90	91 to 150	151 to 230	231 to 330	331 to 450	> 450
Office building and schools	< 50	51 to 110	111 to 210	211 to 350	351 to 540	541 to 750	> 750
Buildings with continuous use (hospitals, hotels, retirement homes, etc)	< 100	101 to 210	211 to 370	371 to 580	581 to 830	831 to 1,130	> 1,130
Shopping centres	< 80	81 to 120	121 to 180	181 to 230	231 to 330	331 to 450	> 450
Other buildings	< 30	31 to 90	91 to 170	171 to 270	271 to 380	381 to 510	> 510

Imagen X: Consumo de energía primaria según tipo de edificio. Fuente: <https://www.ecologie.gouv.fr/diagnostic-performance-energetique-dpe>

- **La etiqueta “Renovación de alto rendimiento energético” - HPE**

Edificios residenciales

Para edificios residenciales, la etiqueta tiene dos niveles:

- Un nivel de “renovación de alto rendimiento energético, renovación HPE 2009” que corresponde a un consumo de energía primaria de 150 kWh/m²año (modulado según la zona climática y la altitud);
- Un nivel más eficiente de “rehabilitación de edificios de bajo consumo energético, renovación BBC 2009”, que corresponde a un consumo de energía primaria de 80 kWh/m²a (modulado según la zona climática y la altitud).

Edificios no residenciales

Para los edificios no residenciales, la etiqueta incluye un único nivel de “rehabilitación de edificios de bajo consumo energético, rehabilitación de la BBC 2009”, que corresponde a un consumo un 40% inferior al consumo de referencia de la normativa térmica “global” para edificios existentes (ver la página en el RT global existente)

- **Etiqueta BBC-effinergie**

Effinergie o Collectif Effinergie es una asociación francesa creada en 2006, que tiene como objetivo promover la construcción y rehabilitación de edificios con bajo consumo energético.

Su primera etiqueta, lanzada en 2007, tuvo un fuerte impacto estimulante en el desarrollo de la normativa térmica francesa, cuyo objetivo de consumo energético medio de 50 kWh/m²a se tomó como base regulatoria para RT2012.

Las actuales etiquetas: BBC effinergie 2017, BEPOS effinergie 2017 y BEPOS + effinergie 2017 utilizan el método de cálculo del experimento E + C- (ver siguiente punto, “iniciativas habilitantes”), e incorporan requisitos adicionales válidos para las 3 etiquetas, resultantes de la etiqueta effinergie + y ausentes de E + C-, con el fin de fortalecer:

- Sobriedad y eficiencia energética en edificios con mayores requisitos de diseño bioclimático y consumo energético,
- Calidad y confort: desde el diseño (habilitación / certificación de oficinas de diseño), hasta la recepción (medida de la permeabilidad del edificio, medida de la estanqueidad de las redes, puesta en servicio), etc.
- Apropiación del inmueble y concienciación de los futuros habitantes de los retos de la transición energética (edificación y eco-movilidad, guía para propietarios y vecinos de proyectos, etc.).

	Maison individuelle	Logement collectif	Tertiaire
Pré-requis	BC effinergie 2017	RT 2012 et E+C-, a minima Energie 2 – Carbone 1	
	BEPOS effinergie 2017	RT 2012 et E+C-, a minima Energie 3 – Carbone 1 et bâtiment producteur d'énergie renouvelable	
	BEPOS effinergie 2017	RT 2012 et E+C-, a minima Energie 4 – Carbone 1 et bâtiment producteur d'énergie renouvelable	

Imagen 4 Requisitos Etiquetas. Fuente: <http://www.vizea.fr/actualites/actus/871-nouveaux-labels-effinergie-bases-sur-le-referentiel-e-c.html>

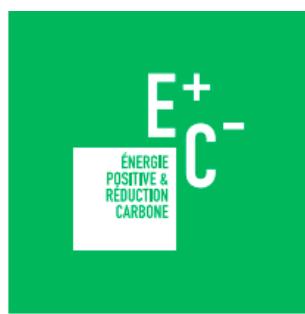
Iniciativas habilitantes

- **Experimento Nacional E + C-**

La historia de éxito de Francia radica en la forma en que se está planificando la futura regulación para los nuevos edificios. Tras la *LTECV* (Ley de transición energética para el crecimiento verde) y el Acuerdo de París, las autoridades francesas y las partes interesadas han estado construyendo colectivamente una nueva regulación ambiciosa basada en dos puntos principales:

- amplia difusión de edificios de energía positiva, más allá de NZEB;
- propagación de edificios bajos en carbono.

Sin embargo, después del establecimiento de la regulación térmica anterior (RT 2012), las partes interesadas expresaron sentimientos encontrados hacia una regulación aún más ambiciosa, afirmando que la actual ya era bastante complicada y onerosa. Por lo tanto, existía una gran necesidad de reunir a las partes interesadas desde el principio. Esto llevó a la creación de un esquema de prueba llamado "E + C-" (que significa Energía más Carbono menos), para desarrolladores voluntarios, que comenzó a fines de 2016.



Experimento orientado a preparar las futuras normativas medioambientales. Corresponde a un observatorio de edificios, donde todos aquellos registrados voluntariamente para cumplir los requisitos propuestos, son analizados técnica y económica, a fin de calibrar los requisitos de las futuras regulaciones para una mejor adaptación a la realidad sobre el terreno. (Ministerio para la Transición Ecológica 2019)

Los requisitos contemplan dos enfoques, que son:

- **Enfoque en el desempeño energético:**

La mejora del rendimiento energético de un edificio amparado por la normativa térmica vigente - RT 2012 - y futuro se basa en un esquema progresivo:

- reducción de los requisitos y la eficiencia del sistema para limitar el consumo del edificio;
- uso de energías renovables para reducir el consumo no renovable del edificio y contribuir al desarrollo del mix energético.

El método se basa en tres indicadores:

Bbio (Sin Unidad)	indicador relativo a las necesidades de calefacción, refrigeración e iluminación artificial.
Cep (KWh/m ² año)	indicador relativo al consumo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación, ventilación y auxiliares
Balance de BEPOS (KWh/m ² año)	nuevo indicador relativo al balance energético para todos los usos del edificio Este indicador se evalúa para todos los usos del edificio y distingue entre energías renovables y no renovables.

Dentro de este enfoque, los edificios de **energía positiva**²⁴ contribuyen al despliegue de sistemas de recuperación y calor renovables (solar térmica, aero/geotérmica, biomasa), así como a la producción de electricidad renovable (solar fotovoltaica, eólica, cogeneración, etc).

- **Enfoque en el desempeño ambiental:**

La mejora del desempeño ambiental de un edificio se basa en la reducción de su impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida (desde la producción de sus componentes hasta su demolición).

Esta evaluación se basa en el principio de análisis del ciclo de vida (LCA) y en gran medida en la norma NF EN 15978.

Según el método utilizado, el número de indicadores a calcular varía de 9 a 28. Estos indicadores ambientales se determinan para cada fase del ciclo de vida de un edificio relativo y su cálculo se desglosa en cuatro contribuyentes:

Los impactos ambientales del edificio se obtienen sumando los impactos ambientales de los contribuyentes.

Los beneficios medioambientales vinculados a la exportación de energía y la valoración de productos más allá del edificio también se pueden valorar en el cálculo.

La etiqueta contempla niveles de rendimiento de referencia relacionados con la energía y las emisiones de gases de efecto invernadero:

- 4 niveles de energía basados en el indicador de balance BEPOS;

²⁴ En Francia, se especifica, para los edificios bajo la autoridad de contratación pública, por un decreto que implementa la ley de transición energética [6](#): un edificio de energía positiva debe encontrar un "equilibrio entre su consumo de energía no renovable (para todos los usos energéticos del edificio) y su producción de energía renovable o recuperada inyectada en la red (incluso por espacios contiguos al edificio), cuyo balance energético se encuentra por debajo de un umbral definido por decreto. Este umbral puede ajustarse según la ubicación, las características y el uso de la nueva construcción". (Revista Environnement 2017)

- 2 niveles de carbono basados en los indicadores Eges (emisiones de gases de efecto invernadero del edificio durante todo su ciclo de vida) y EgesPCE (emisiones de gases de efecto invernadero de los productos y equipos de construcción utilizados en el edificio), edificio durante todo su ciclo de vida.

Nivel de energía	Casas individuales o lado a lado	Edificios colectivos residencial	Oficinas	Otros edificios
E1	Sobriedad y eficiencia energética y/o recurso hacia ENR, especialmente el calor renovable.	Cepmax -5%	Cep max -15%	Cep max -10%
E2	Sobriedad y eficiencia energética y recurso hacia ENR, especialmente el calor renovable.	Cep max -10%	Cep max -15%	Cep max -20%
E3	Sobriedad y eficiencia energética y recurso hacia ENR, para las necesidades de construcción.	Cep max -20% Production ENR de 20 kWhep/m ² /an	Cep max -40% Production ENR de 40 kWhep/m ² /an	Cep max -20% Production ENR de 20 kWhep/m ² /an
E4	Producción de ENR. Edificio productor equivalente al consumo de NR en todos los usos del edificio, es decir, balance.			

Imagen 5 Niveles de Rendimiento Energético. Fuente: <http://www.vizea.fr/actualites/actus/871-nouveaux-labels-effinergie-bases-sur-le-referentiel-e-c.html>

Carbone 1	Carbone 2
<ul style="list-style-type: none"> • Las palancas para reducir la huella de carbono se dividirán entre el consumo de energía y la elección de materiales. • No se excluye ningún modo constructivo o vector energético. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor ambición sobre el CO₂ con respecto al mínimo nivel de Energía 1. • Para alcanzar este nivel, será necesario reforzar el trabajo de reducción de la huella de carbono del edificio trabajando tanto, en energía consumida, como en la elección de los materiales. • La bonificación de edificabilidad se otorgará sobre la base del nivel 2.

Imagen 6 Niveles de Carbono. Fuente: <http://www.vizea.fr/actualites/actus/871-nouveaux-labels-effinergie-bases-sur-le-referentiel-e-c.html>

La etiqueta asociada, denominada Energy + Carbon - (E + C-) se otorga tras la emisión de un certificado por parte de uno de los 5 organismos certificadores aprobados por el Estado (servicios Céquami, Cerqual, Certivéa, Prestaterre y Promotionlec).

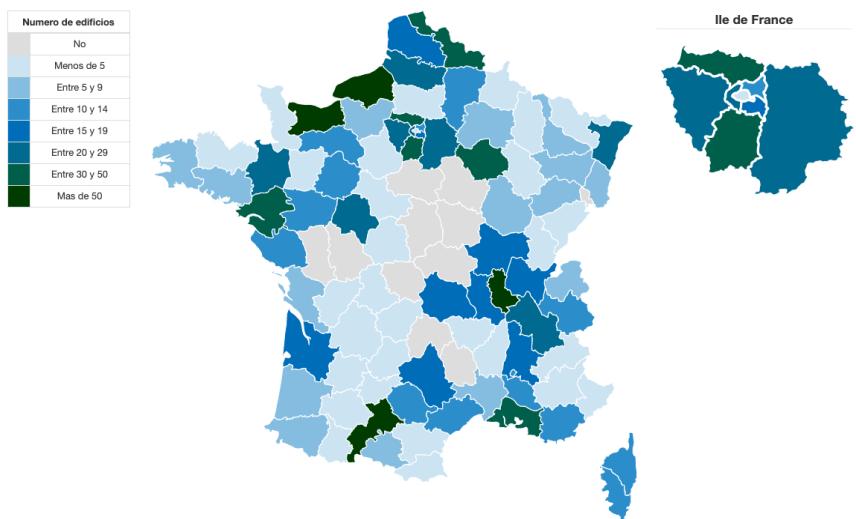


Imagen 7 Cifras del Experimento. Fuente: <http://observatoire.batiment-energiecarbone.fr/statistiques/experimentation-en-chiffres/>

- **Fomento de la medición inteligente**

Se están desplegando ampliamente contadores inteligentes tanto de electricidad, como de gas, con el objetivo de una cobertura nacional completa para 2021. El despliegue lo está llevando a cabo la Red de Electricidad de Francia (Enedis) y la Red de Gas de Francia (GRDF).

La amplia instalación de estos medidores se inició a mediados de 2015 y a fines de 2016, ya se habían instalado 2,7 millones de medidores. (Acción Concertada. EPBD Francia 2016)

- **Instrumentos e incentivos financieros para edificios existentes**

La Ley de Transición Energética establece las bases de un ambicioso **plan de renovación de edificios** que permitirá mejorar la eficiencia energética de los mismos, contribuyendo notoriamente al descenso del consumo de energía. Mediante la creación de un fondo de garantía de renovación de edificios y la creación de un carné numérico de viviendas, se estima que se podrá emprender anualmente, en torno a 500.000 renovaciones de viviendas.

Estas renovaciones se facilitarán mediante la creación de un crédito, conocido con el nombre de CITE (**Crédito Impuesto de Transición Energética**) que puede llegar a cubrir hasta el 30% de las obras de renovación. Este beneficio fiscal, incluye la compra de materiales y equipos más eficientes en términos de ahorro energético y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Su monto depende del tipo de sistema y precio. La única prueba necesaria para obtener el beneficio fiscal es el recibo de venta, siempre que haya sido instalado por un instalador que posea las calificaciones/certificaciones requeridas.

Junto a lo anterior, desde 2009, los **Ecopréstamos** al 0% (préstamos con una tasa de interés del 0%) han permitido financiar la renovación de edificios, en particular para mejorar los sistemas de calefacción. Para acceder a los Eco-Préstamos al 0%, la renovación debe ser sustancial (aislamiento de techo o pared, reemplazo de al menos la mitad de las ventanas, instalación de un sistema HVAC de alto rendimiento, calefacción RES o sistema de agua caliente sanitaria), o lograr un rendimiento energético mínimo del edificio. Estos préstamos están diseñados para que los propietarios de inmuebles financien

obras de renovación importantes. El importe máximo es de 30.000 € durante un período de 15 años. (Acción Concertada. EPBD Francia 2016).

- **Campañas de información**

Para toda nueva regulación o incentivos financieros, el ministerio y la ADEME (la Agencia Francesa de Energía) publican guías que tienen como objetivo proporcionar información sobre **esquemas financieros o facilitar la comprensión de la regulación**. También existe una red de apoyo de “**plataformas regionales de renovación energética**” que cubre todo el país, con el objetivo de apoyar a los hogares que realizan trabajos de renovación. (Acción Concertada. EPBD Francia 2016)

4.8 Experiencia definición NZEB NZCB Inglaterra

Definición edificaciones energía/carbono cero

Para cumplir con el objetivo de reducción de emisiones de CO₂ para el 2050, el gobierno del Inglaterra ha establecido que todos los edificios residenciales nuevos deben cumplir con el estándar de carbono cero a partir de 2016 y todos los edificios no residenciales nuevos a partir de 2019. En este contexto, el código de 2010 y las políticas nacionales relacionadas se han reforzado para reflejar las disposiciones de la EPBD refundida. Es así como la definición de “**edificio de consumo energético casi nulo**”, para el Reglamento de Construcción **se define en base a la Directiva sobre rendimiento energético de los edificios (2010/31/ UE) y la Recomendación de la Comisión Europea (UE) 2016/1318.**

La normativa de construcción - Conservación de combustible y energía: Documento aprobado L: establece los estándares para el rendimiento energético de los edificios nuevos y existentes en base a dicha definición, cuya última actualización es del 5 de abril de 2018.

El Documento Aprobado L se ocupa de la conservación de energía y combustible. Se ha dividido en cuatro partes:

- Documento L1A : Se ocupa de la conservación de combustible y energía en viviendas nuevas.
- Documento L1B : Se ocupa de la conservación de energía y combustible en viviendas existentes.
- Documento L2A : Se ocupa de la conservación de combustible y energía en edificios nuevos que no son viviendas.
- Documento L2B : Se ocupa de la conservación de combustible y energía en edificios existentes que no son viviendas.

Donde, para los nuevos edificios residenciales y no residenciales se establecen esencialmente cinco criterios:

1. Lograr un objetivo de Emisión Tasa de CO₂ (solo para edificios residenciales), y una tasa de eficiencia energética, Target Fabric, que refleja sólo los requisitos de calefacción y refrigeración del espacio, y se expresa como la cantidad de demanda de energía en unidades de kWh/m² de superficie de piso por año.
2. Cumplir con los límites de flexibilidad de diseño (incluidos los estándares mínimos de envolvente y la eficiencia de los servicios de construcción).
3. Limitar los efectos de las ganancias de calor en verano, incluido el efecto de los dispositivos de sombreado y la evaluación de la comodidad.
4. Asegurar que el rendimiento del edificio es consistente con los cálculos de diseño (enfoque particular en la permeabilidad al aire, la puesta en marcha de los servicios del edificio y, solo para unidades residenciales, puentes térmicos).
5. Prever un funcionamiento energéticamente eficiente del edificio.

El cumplimiento, en particular de los tres primeros criterios, se evalúa utilizando la Metodología de Cálculo Nacional (NCM). Para las unidades residenciales, el NCM es el procedimiento de evaluación estándar (SAP). Para los edificios no residenciales, la guía de modelado NCM está codificada tanto en una herramienta de software aprobada por el gobierno (SBEM) como en herramientas de software alternativas de propiedad privada. Estas herramientas de software también se utilizan para producir certificados de rendimiento energético (EPC) en construcción, venta y alquiler.

Energía renovable en la definición

El reglamento 25A establece:

Antes del inicio de la construcción de un nuevo edificio, la persona que va a realizar la obra debe analizar y tener en cuenta la viabilidad técnica, ambiental y económica de utilizar sistemas alternativos de alta eficiencia (como los siguientes sistemas) en la construcción, si está disponible:

- sistemas de suministro de energía descentralizados basados en energía de fuentes renovables (energía eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotermal y oceánica, energía hidroeléctrica, biomasa, gas de vertedero, aguas residuales, planta de tratamiento de gas y biogás);
- cogeneración;
- calefacción o refrigeración urbana o en bloque, en particular cuando se basa total o parcialmente en energía procedente de fuentes renovables; y
- bombas de calor.

Alcance sector residencial / no residencial

La normativa es aplicable tanto para edificios nuevos, como existentes; residenciales y no residenciales. Donde el rendimiento energético del edificio incluye: energía utilizada para calefacción, refrigeración, ventilación, agua caliente e iluminación.

Sellos o certificaciones

- **Certificación de Eficiencia Energética**

El Certificado de Eficiencia Energética (EPC), inglés, se introdujo el año 2007, como parte de la transposición de La Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo. Tanto para edificios nuevos como existentes, la emisión de un EPC implica que el Experto Calificado evalúa la eficiencia energética del edificio después de una visita in situ.

El certificado aborda la siguiente información:

- Calificación de eficiencia energética
- Calificación de impacto ambiental de CO₂ (operacional)
- Uso estimado de energía, emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y costos de combustible de esta casa
- Resumen de las características relacionadas con el rendimiento energético de su hogar
- Medidas recomendadas para mejorar el rendimiento energético de su hogar

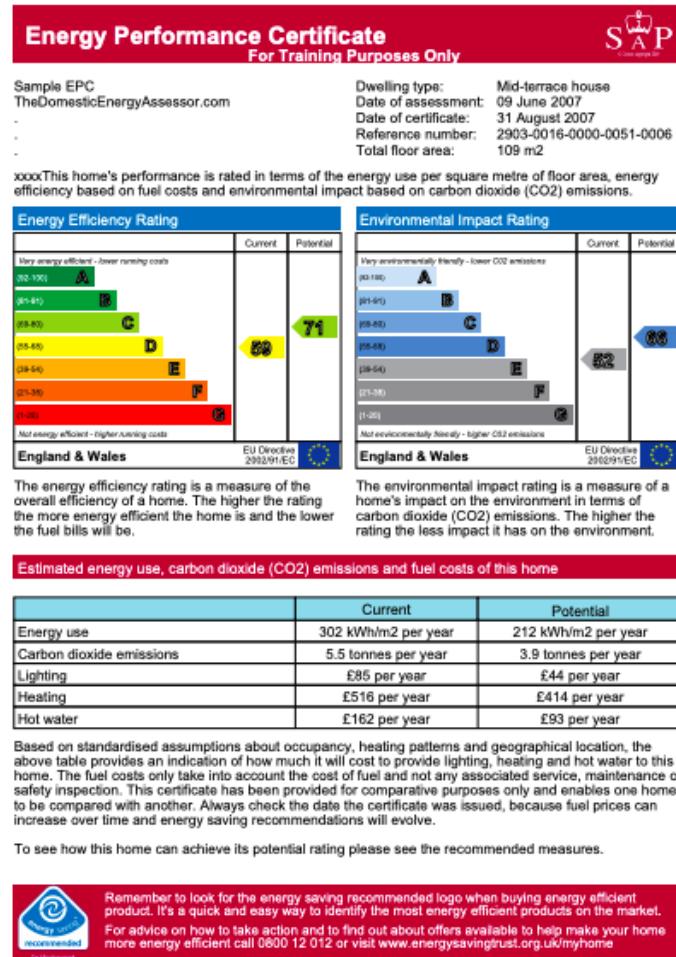


Imagen 8 Certificado de Eficiencia Energética (EPC) Fuente: <https://www.greenmatch.co.uk/green-energy/grants/energy-performance-certificate>

Todas los edificios residenciales y no residenciales deben tener un Certificado de eficiencia energética (EPC), para comprar o alquilar. Su validez es de 10 años.

Iniciativas habilitantes

El Plan de acción nacional de eficiencia energética del Inglaterra (NEEAP) se publicó en abril de 2014. Incluye una estrategia de renovación de edificios de conformidad con el artículo 4 de la EED. La estrategia hace referencia a medidas, como las siguientes:

- Green Deal**
Política diseñada para reducir significativamente las emisiones de los edificios existentes mediante la promoción de una mayor modernización; mecanismo de mercado planeado que permite a las empresas privadas ofrecer a los consumidores mejoras de eficiencia energética en sus hogares, espacios comunitarios o negocios sin costo inicial con reembolsos recuperados a través de un cargo realizado en cuotas en su factura de energía (Modelo tipo ESCO).
- Programa de implementación de medición inteligente**
Tiene como objetivo que todos los hogares y pequeñas empresas tengan medidores inteligentes para 2020. Los proveedores de energía deberán instalar

medidores inteligentes y tomar todas las medidas razonables para instalarlos para todos.

- **Fomento del control activo del ahorro energético (automatización, control y monitorización)**

Los nuevos Documentos Aprobados (AD), como apoyo el Reglamento de Edificación, para edificios no residenciales incluyen beneficios para la instalación de monitoreo automático del rendimiento energético del edificio y equipos de corrección del factor de potencia. Por ejemplo, la Tasa de Emisión de Edificios (BER) calculada puede reducirse cuando se proporcionan funciones de gestión, lo que ayuda al nuevo edificio a cumplir con la Tasa de Emisión Objetivo (TER) máxima. Para el “monitoreo automático y la orientación con alarmas para valores fuera de rango”, la BER puede reducirse en un 5%. (Acción Concertada. EPBD Inglaterra 2016)

- **Incentivo de calor renovable: aumentar la generación de calor de las RES**

El Incentivo por calor renovable (RHI) es el primer programa de apoyo financiero a largo plazo del mundo para el calor renovable. RHI paga a los participantes del esquema que generan y usan energía renovable para calentar sus edificios.

- **Zero Carbon Hub**

En 2007, el gobierno introdujo una política para que todas las casas nuevas que se construyan cumplan con un estándar de cero emisiones de carbono a partir de 2016, a través del endurecimiento progresivo de las normas de construcción (Parte L). Para facilitar la implementación de esta política, la Revisión de *Callcutt Review of House-Building Delivery* identificó la necesidad de un nuevo organismo para hacer realidad las viviendas con cero emisiones de carbono a partir de 2016. Es así como en 2008 se lanza Zero Carbon Hub, cuyas actividades comprenden:

- Desarrollar la definición técnica de una vivienda con cero emisiones de carbono.
- Encargo y realización de investigaciones.
- Brindar asesoramiento sobre la gestión de las consecuencias no deseadas de construir viviendas con mayor eficiencia energética.
- Brindar orientación e información a través de publicaciones.
- Organización de eventos para crear foros de discusión.
- Actualización de la industria en general sobre los cambios en la política gubernamental.
- Crear perfiles ejemplares para destacar soluciones innovadoras que podrían incorporarse en soluciones energéticas para toda la casa.

En el contexto de la definición técnica de una vivienda con cero emisiones de carbono, las investigaciones llevadas a cabo por Zero Carbon Hub, alineadas en su momento con la política de viviendas de cero emisiones de carbono del gobierno (2014), consideraba la siguiente estructura para conseguir el carbono cero :

- buena eficiencia energética de la envolvente,
- inclusión de tecnologías de energía y calor bajas en carbono en el lugar, y
- Uso de soluciones permitidas para compensar las reducciones de emisiones de carbono que son difíciles de lograr en el sitio.

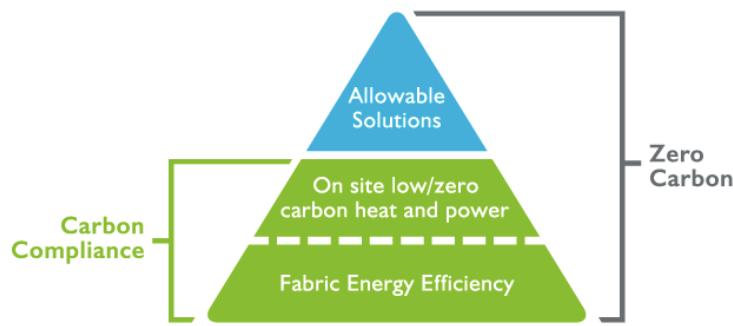


Imagen 9 Las tres partes del enfoque de políticas escalonadas del gobierno para hogares con cero emisiones de carbono. Fuente: Estrategia cero carbono para los nuevos hogares del mañana, 2013.

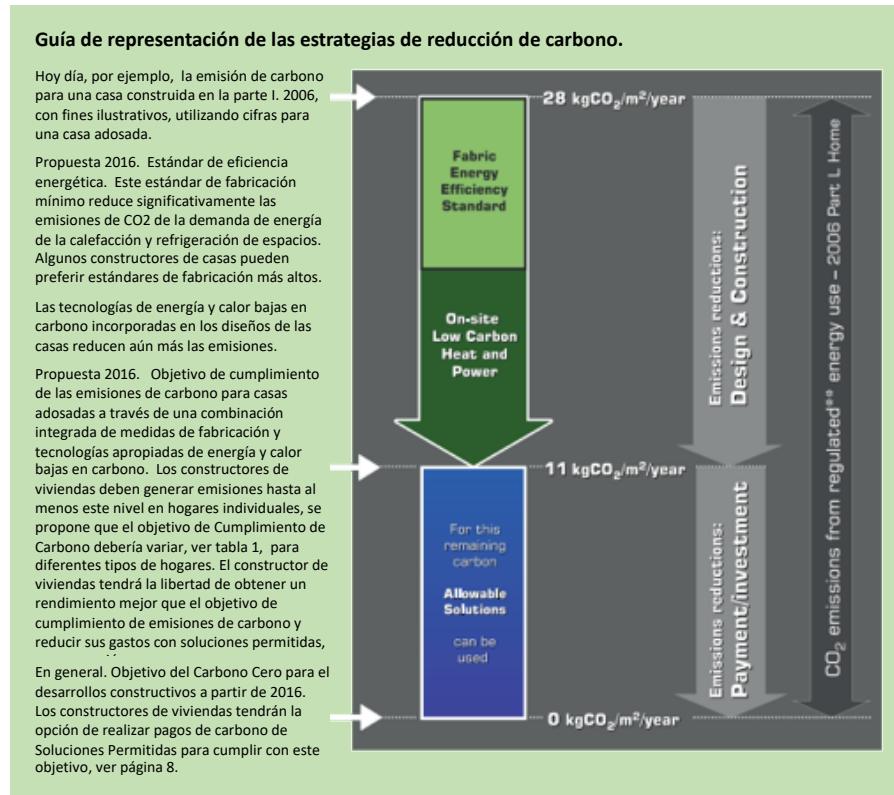


Imagen 10 Diseño hasta cero carbono. Fuente: Estrategia cero carbono para los nuevos hogares del mañana, 2013.

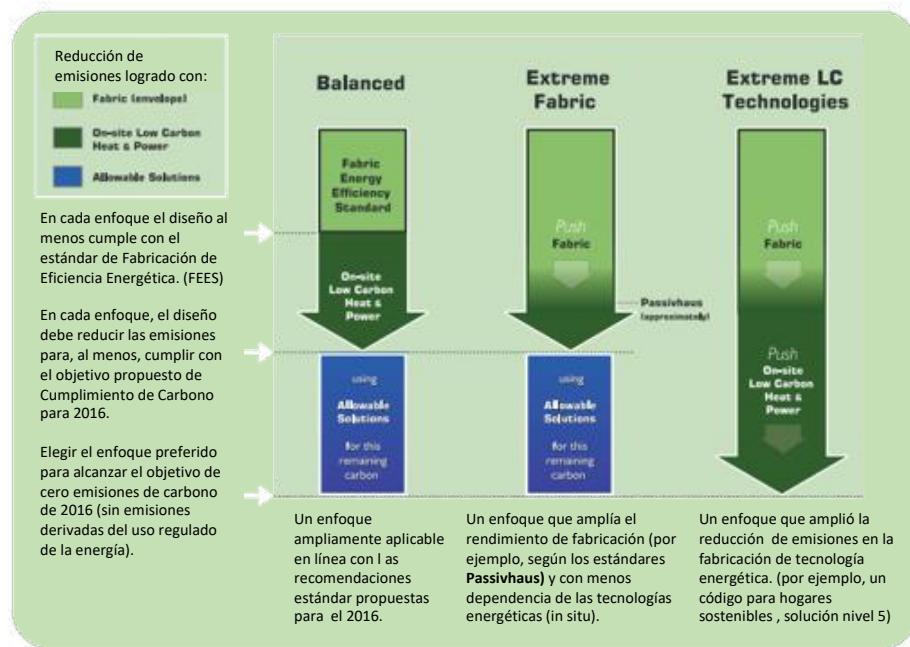


Imagen 11 Comparación de los tres enfoques de diseño estratégico. Fuente: Estrategia cero carbono para los nuevos hogares del mañana, 2013.

En el esquema balanceado, la cantidad de carbono restante (luego de las medidas de eficiencia energética de la envolvente y tecnologías de energía con bajo contenido de carbono en el lugar), debe abordarse mediante las soluciones permitidas:

- Solución permitida tipo 1 - Pagar en un fondo de carbono
- Solución permitida tipo 2 - Invertir en una extensión de calefacción urbana

Los beneficios de este enfoque estaban asociados a apoyar medidas de reducción de carbono, cuando no fuese técnicamente factible o comercialmente viable reducir todas las emisiones de carbono a través de medios in situ. Contribuyendo de esta forma a objetivos locales o nacionales (ej: a través de un Fondo de Energía Comunitario).

- **Planes para mejorar el parque de edificios existente**

El Plan de Acción Nacional de Eficiencia Energética del Reino Unido incluye una Estrategia de Renovación de Edificios de conformidad con el Artículo 4 de la Directiva de Eficiencia Energética (EED). La estrategia hace referencia a medidas existentes, como por ejemplo, la obligación de la Compañía de Energía a ayudar a los hogares a aislar sus viviendas; el Banco de Inversión Verde (que conecta la financiación privada con la demanda de medidas de eficiencia energética); RE FIT (financiación de la modernización de edificios del sector público); contadores inteligentes para hogares y pequeñas empresas; y el Incentivo de calor renovable residencial (transformando la forma en que se calientan las viviendas).

- **Campañas de información / políticas complementarias**

Se está llevando a cabo una campaña de comunicación, a través de múltiples medios, incluida la televisión, para promover la instalación de medidores inteligentes en edificios residenciales²⁵.

²⁵ www.smartenergygb.org

4.9 Experiencia definición NZEB NZCB California

Definición edificaciones energía/carbono cero

La política de NZEB, creada por la Comisión de Servicios Públicos de California, principal organismo de implementación de las políticas de NZEB en el estado, especifica la eficiencia energética como vital para lograr los objetivos de energía neta cero, junto con la producción de energía limpia y la respuesta a la demanda.

Estándares de eficiencia energética de edificios de 2019 para nuevas construcciones, adiciones y modificaciones a edificios residenciales y no residenciales. Son actualizados cada tres años por la Comisión de Energía de California. La actualización de 2019 se centra en varias áreas clave para mejorar la EE, donde las mejoras de eficiencia más significativas de los estándares residenciales incluyen la introducción de energía fotovoltaica en el paquete prescriptivo, mejoras para áticos, paredes, calefacción de agua e iluminación.

En 2016, el Departamento de Servicios Generales emitió las siguientes definiciones de energía neta cero:

- Edificio ZNE: un edificio energéticamente eficiente en el que, basándose en la fuente de energía, la energía consumida anual real es menor o igual que la energía renovable generada en el sitio.
- Campus ZNE: un campus energéticamente eficiente en el que, en función de la fuente de energía, la energía consumida anual real es menor o igual que la energía renovable generada en el sitio.
- Cartera de ZNE : una cartera de eficiencia energética en la que, sobre la base de la fuente de energía, la energía consumida anual real es menor o igual que la energía renovable generada en el sitio.
- Comunidad ZNE: una comunidad energéticamente eficiente en la que, según la fuente de energía, la energía consumida anual real es menor o igual que la energía renovable generada en el sitio.

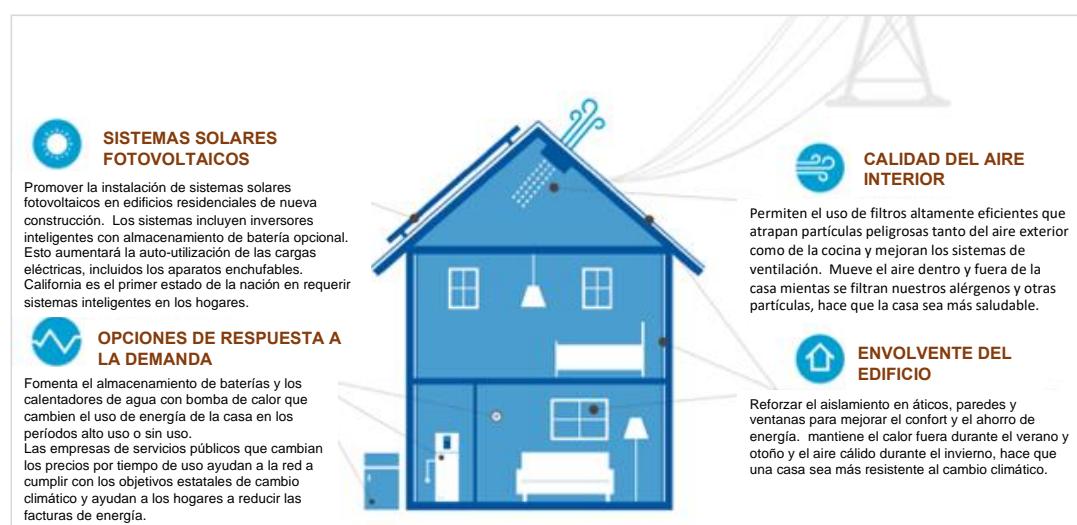


Imagen 12: Estándar de Eficiencia Energética Residencial – 2019. Fuente:
<https://www.energy.ca.gov/programs-and-topics/programs/building-energy-efficiency-standards/2022-building-energy-efficiency>

El estándar de eficiencia energética de edificios de 2019, define la calificación del diseño energético del edificio (EDR), en base a tres componentes:

1. EDR de eficiencia

2. EDR de PV / flexibilidad
3. EDR total (también llamado EDR final).

La eficiencia EDR se basa en la eficiencia energética características del edificio, incluida la envolvente, HVAC y ACS. La puntuación EDR de PV / flexibilidad captura el sistema fotovoltaico, el sistema de almacenamiento de batería, la estrategia de preenfriamiento y otras medidas de respuesta a la demanda. El EDR total combina la eficiencia EDR y EDR PV / Flexibilidad en una puntuación final.

$$\text{EDR}_{\text{tot}} = \text{EDR}_{\text{EE}} - \text{EDR}(\text{PV+Flex})$$

Los programas aprobados no permiten instalar más PV a cambio de menos eficiencia. Sin embargo, si los PV se combinan con un sistema de almacenamiento de batería, se otorga un crédito de auto-utilización, para compensar características de eficiencia.

Energía renovable en la definición

El estándar de eficiencia energética de edificios de 2019, manifiesta alcances para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos en edificios residenciales de nueva construcción. Los sistemas incluyen inversores inteligentes con almacenamiento de batería opcional.

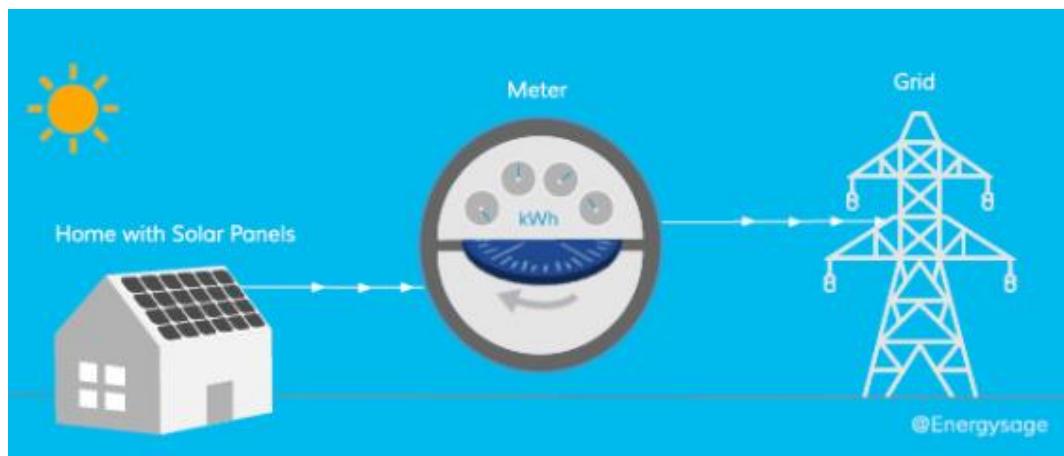


Imagen 13: Medición neta para paneles solares domésticos. Fuente:
<https://www.energysage.com/solar/101/net-metering-for-home-solar-panels/>

Este esquema promueve las estrategias de armonización de la red, definidas como aquellas medidas que armonizan los recursos energéticos de propiedad del cliente con la red para maximizar la auto-utilización de PV y limitar las exportaciones de la red a períodos beneficiosos en términos de tarifas de pago y sistema propiamente tal.

Alcance sector residencial / no residencial

A nivel residencial:

La eficiencia estándar incluye calefacción, refrigeración, ACS, calidad del aire interior (IAQ), energía de los ventiladores y generación solar. El uso de energía de iluminación, cocina, electrodomésticos y lavadoras / secadoras no se considera.

Sellos o certificaciones

- **DOE Zero Energy Ready Home (ZERH)** representa un nivel nuevo de rendimiento en el hogar, con requisitos rigurosos que garantizan altos niveles de ahorro de energía, comodidad, salud y durabilidad.



Imagen 14: Pautas para participar en el programa DOE Zero Energy Ready Home Program.

Fuente: <https://www.energy.gov/eere/buildings/zero-energy-ready-homes>

Para calificar como una casa DOE Zero Energy Ready, una casa debe cumplir con los requisitos mínimos que se especifican a continuación

Las siguientes casas son elegibles para la calificación DOE Zero Energy Ready Home:

- Viviendas unifamiliares)
- Unidades de vivienda en cualquier edificio multifamiliar con 4 unidades o menos
- Unidades de vivienda en edificios multifamiliares con 3 pisos o menos sobre rasante.
- Unidades de vivienda en edificios multifamiliares con 4 o 5 pisos sobre rasante.

Ruta Prescriptiva:

Area of Improvement	Mandatory Requirements
1. ENERGY STAR for Homes Baseline	<input type="checkbox"/> Certificado según el programa de viviendas calificadas ENERGY STAR versión 3, 3.1 o 3.2 (según el estado), o según el programa ENERGY STAR Multifamily New Construction versión 1.0 o 1.1 (según el estado) 8, 9, 10
2. Envelope	<input type="checkbox"/> La fenestración deberá cumplir o superar los requisitos de ENERGY STAR. Consulte la nota final para Valores U, SHGC y excepciones. 11 El aislamiento de cielos rasos, paredes, pisos y losas debe cumplir o exceder los niveles de IECC 2015 12,13
3. Duct System	<input type="checkbox"/> Sistemas de distribución de conductos ubicados dentro de los límites de la barrera térmica y de aire de la casa o en una ubicación optimizada para lograr un rendimiento comparable. 14 El controlador de aire HVAC se encuentra dentro de los límites de la barrera térmica y de aire de la casa
4. Water Efficiency	<input type="checkbox"/> Los sistemas de suministro de agua caliente (distribuidos y centrales) deben cumplir con los requisitos de diseño eficientes 15 , o <input type="checkbox"/> Los calentadores de agua y los accesorios deben cumplir con los criterios de eficiencia. dieciséis
5. Lighting & Appliances	<input type="checkbox"/> Todos los refrigeradores, lavavajillas y lavadoras de ropa instalados tienen la calificación ENERGY STAR. 17 <input type="checkbox"/> El 80% de los artefactos de iluminación tienen la certificación ENERGY STAR o lámparas (bombillas) ENERGY STAR en un mínimo del 80% de los enchufes. Todos los ventiladores de techo y ventilación de baño instalados tienen la certificación ENERGY STAR
6. Indoor Air Quality	<input type="checkbox"/> Certificado bajo EPA Indoor airPLUS 10
7. Renewable Ready	<input type="checkbox"/> Disposiciones del Lista de verificación DOE Zero Energy Ready Home PV-Ready están completados 18

Imagen 15: Requisitos obligatorios para viviendas DOE Zero Energy Ready. Fuente: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/04/f62/DOE%20ZERH%20Specs%20Rev07.pdf>

Ruta Prestacional:

Se determina el índice HERS de la vivienda objetivo. La vivienda objetivo DOE Zero Energy Ready Home es idéntica a la que se construirá, pero configurada con las características de eficiencia energética objetivo del estándar. El índice HERS del hogar objetivo se calcula como sigue:

Tabla 16 DOE Zero Energy Ready Home HERS Índice Objetivo =HERS Índice de DOE Vivienda lista para energía cero Vivienda objetivo x Factor de modificación de tamaño.

Fuente: <https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/04/f62/DOE%20ZERH%20Specs%20Rev07.pdf>

Exhibit 2: DOE Zero Energy Ready Home Target Home ¹⁹

HVAC Equipment ²⁰			
	Hot Climates (2015 IECC Zones 1,2) ²¹	Mixed Climates (2015 IECC Zones 3, 4 except Marine)	Cold Climates (2015 IECC Zones 4 Marine 5,6,7,8)
AFUE	80%	90%	94%
SEER	18	15	13
HSPF	8.2	9	10 ²²
Geothermal Heat Pump	ENERGY STAR EER and COP Criteria		
ASHRAE 62.2 Whole-House Mechanical Ventilation System	2.8 cfm/W no heat exchange	2.8 cfm/W no heat exchange	1.2 cfm/W; heat exchange with 60% SRE
Insulation and Infiltration			
<ul style="list-style-type: none"> Insulation levels shall meet the 2015 IECC and achieve Grade 1 installation, per RESNET standards. Infiltration – Detached Dwellings²³ (ACH50): 3.0 in CZ's 1-2 2.5 in CZ's 3-4 2 in CZ's 5-7 1.5 in CZ 8 Infiltration – Attached Dwellings (ACH50): 3.0 (all Climate Zones) 			
Windows ^{24, 25, 26}			
	Hot Climates (2015 IECC Zones 1,2,)	Mixed Climates (2015 IECC Zones 3, 4 except Marine)	Cold Climates (2015 IECC Zones 4 Marine, 5,6,7,8)
SHGC	0.25	0.25	any
U-Value	0.4	0.3	0.27
Homes qualifying through the Prescriptive Path with a total window-to-floor area greater than 15% shall have adjusted U-values or SHGCs. ²⁷			
Water Heater			
ENERGY STAR levels for the system Energy Factor, as follows:			
<ul style="list-style-type: none"> Gas/propane systems of ≤ 55 gallons, EF = 0.67 Gas/propane systems of > 55 gallons, EF = 0.77 Electric systems in detached dwellings, EF = 2.0 Electric systems in attached dwellings, EF = 1.5 For heating oil water heaters use EF = 0.60			
Thermostat ²⁸			
<ul style="list-style-type: none"> Programmable thermostat (except for zones with radiant heat) 			
Lighting & Appliances			
<ul style="list-style-type: none"> For purposes of calculating the DOE Zero Energy Ready Home Target Home HERS Index, homes shall be modeled with an ENERGY STAR dishwasher, ENERGY STAR refrigerator, ENERGY STAR ceiling fans, and ENERGY STAR lamps (bulbs) in 80% of sockets or 80% of lighting fixtures are ENERGY STAR Qualified. 			

Iniciativas habilitantes

- **New Residential Zero Net Energy Action Plan 2015-2020**

A continuación, se muestra un breve resumen del propósito para cada objetivo.

Demanda y conciencia

La demanda y la concientización es uno de los objetivos clave para este plan, particularmente durante los próximos años en que se desarrolla la base para ZNE. Es reconocido que hay una falta de comprensión de los beneficios de energía neta cero entre los posibles propietarios y sectores críticos de la industria de la vivienda, incluidos profesionales inmobiliarios, la comunidad financiera (principalmente suscriptores y oficiales de préstamos), desarrolladores y organizaciones de construcción.

Formación técnica y educación

Este objetivo se centra en crear una industria robusta y bien capacitada que sea capaz de implementar y adaptar a las innovaciones tecnológicas e integradas, estrategias comerciales que se requieren para cumplir los objetivos de ZNE. Además, este objetivo busca desarrollar una industria de soporte bien informada que incluya inspectores de construcción, profesionales financieros e inmobiliarios y otras industrias fundamentales para el avance de ZNE.

Herramientas técnicas

Si bien hay una serie de herramientas técnicas de diseño y modelado, disponibles en el mercado, es fundamental desarrollar un conjunto integrado de herramientas específicas para ZNE, que proporcione datos consistentes, informe los pasos del diseño y construcción de las viviendas ZNE, y traduzca estos datos en herramientas dirigidas a los propietarios para mejorar el rendimiento de las viviendas ZNE.

Financiamiento, asequibilidad y valor

Desarrollar enfoques y estándares específicos para cuantificar el valor de las viviendas ZNE, apoyar un sólido mercado de financiación y garantizar que las viviendas de ZNE sean asequibles. Para alcanzar este objetivo, se deben asegurar mecanismos para valorar adecuadamente ZNE hogares y garantizar la asequibilidad a largo plazo. Este objetivo incorpora la necesidad de un etiquetado para viviendas construidas, así como los esfuerzos para desarrollar un estándar de tasación aceptable que elimine las barreras de adopción en el mercado. Finalmente, este objetivo informa la creación de diversos productos de financiamiento e incentivos que apoyarán al mercado.

Infraestructura futura

Una necesidad subyacente para la ZNE convencional es una red e infraestructura que pueda gestionar eficazmente la energía de generación distribuida. Este objetivo orienta la investigación y la dirección para que los servicios públicos y las agencias estatales actualicen las políticas y los programas para satisfacer esta necesidad.

Alineación

Alinear y coordinar todas las agencias, municipios y actores del mercado involucrados en lograr el objetivo de ZNE. Este objetivo fomenta la alineación de las metas estatales con las políticas locales y planificación.

PG&E desarrolló y ha estado llevando a cabo el concurso anual de diseño de energía neta cero, **Architecture at Zero**, desde 2011. El concurso solicita conceptos de diseño de vanguardia para el edificio Zero Net Energy y está abierto a una amplia gama de profesionales de la construcción y el medio ambiente, así como a estudiantes.

CAHP y **CMFNH** trabajan con equipos de proyectos de constructores, consultores de Título 24 y calificadores de HERS para cambiar el mercado hacia el diseño y la construcción de edificios eficientes y de bajo uso de energía. Los incentivos aumentan a medida que los edificios se acercan a ZNE. Hay grandes bonificaciones de incentivos disponibles para las casas diseñadas para estar listas para ZNE o que están

incorporando las medidas de eficiencia más impactantes y desafiantes que son necesarias para la construcción de ZNE.

4.10 Conclusiones de la revisión internacional

La revisión internacional ha permitido identificar los puntos comunes en las distintas definiciones de edificaciones de consumo de energía cercano a cero. En los países que se ha realizado la revisión general es posible concluir lo siguiente:

- Los países que han dado pasos más certeros desde el punto de vista regulatorio son los Estados miembros de la Unión Europea, donde existe un marco general normativo con una mirada a largo plazo, como es el caso de la implementación de la Directiva 31/2010, planificada para un plazo de 9 y 10 años de acuerdo con el tipo de edificación.
- En el caso de países donde predomina el requerimiento de calefacción (producto de las condiciones climáticas), la definición de edificaciones de consumo de energía casi nula se muestra como un paso directo, que se basa en la incorporación de elementos tecnológicos a estándares constructivos que ya son de alto rendimiento. Mientras que en países donde existe mayor multiplicidad de climas (como es la situación en Chile), la definición prestacional (en base a rendimiento) debe tomar en consideración las variables de distintas zonas climáticas, con condiciones extremas que pueden derivar en más de una definición.
- Independiente de las condiciones climáticas que se presenten en cada país, se puede identificar que las definiciones de edificios de consumo de energía neta casi nula debe considerar como mínimo:

Aspecto	Descripción	Presente actualmente en Chile en vivienda	Presente en Chile en edificaciones de uso público
Envolvente eficiente	Una envolvente inicialmente considerada para proveer confort en períodos de invierno	Presente en las zonas de sur de Chile con PDA ²⁶ , donde la envolvente es más exigente que la actual reglamentación térmica.	Indirectamente presente gracias a las evaluaciones prestacionales en comparación con un caso base (CES), pero sin línea base de referencia como límite máximo.
Ingreso de aire controlado	Esto es especialmente relevante en las zonas de bajas temperaturas al	Solo en zonas con PDA por motivos de filtro de la contaminación del aire	Incorporado obligatorio pero no
Generación de calefacción y agua caliente sanitaria	A través de la regulación máxima de consumo del sistema de generación de calor.	Solo en las zonas con PDA de manera regulatoria. En el caso de CVS es requerimiento obligatorio en centro/sur	Sí, por eficiencias de dichos sistemas
Protección pasiva al sobre calentamiento	Mediante estrategias de diseño, buscando no incorporar sistemas activos de refrigeración	No, pero con potencial de ser considerado gracias al sistema de Calificación Energética de Vivienda	Indirectamente pero a opinión de esta consultoría es un punto a revisar por diseños de alto porcentaje de vidrio

²⁶ Plan de Descontaminación Atmosférica

Energía renovable	Como generación en sitio para suplir un porcentaje mínimo (50% por ejemplo) del consumo de energía primaria	No	Sí de manera voluntaria
Consumo de energía primaria	Como limitación de energía primaria en especial fósil	No	

Las condiciones habilitantes que los distintos países han implementado son necesarias para que el sector construcción adopte de manera rápida y efectiva las regulaciones de edificaciones NZEB y NZCB. Al revisar las condiciones habilitantes que distintos países han aplicado para facilitar y acelerar la implementación de edificios de energía neta cercana a cero y edificios de carbono neto cero, se puede mencionar las siguientes:

Tabla 17 Descripción general de condiciones habilitantes

Iniciativa	País	Tipo	Público/Privada	Edificios Nuevos/Existentes	Ámbito
Real Decreto 244/2019	España	Reglamento	Público	Nuevos y Existentes	Autoconsumo de energía. Condiciones administrativas, técnicas y económicas para facilitar que el consumidor pueda obtener energía limpia y a menor costo.
Energiesprong	Países Bajos	Programa	Público (inicio) Privado (Actual)	Edificios nuevos y existentes	Aceleradora de renovaciones energéticas de edificaciones para convertirlas en edificios de consumo de energía neta cero. Los costos de las renovaciones se pagan a largo plazo mediante los ahorros futuros.
nZeB	Noruega	Programa	Privado	Edificios nuevos	Programa que apunta a la implementación de edificaciones de consumo de energía neta cero y edificaciones de carbono neto cero en distintos niveles de ambición.
Minergie	Suiza	Certificación	Privado	Edificios nuevos y existentes	Certificación que define el nivel de edificios de energía neta cero en Suiza.
Plan de Apoyo a la Reforma y Edificación	España	Plan	Público	Existentes	Se requiere una reducción del 20% al 35% en la demanda energética anual global para calefacción y refrigeración y el apoyo público oscila entre el 40% y el 75% de la inversión final.
Línea de soporte IDAE PAREER	Francia	Programa	Público	Existentes	El programa incluye ayudas para la mejora de la envolvente térmica del edificio, la sustitución de sistemas de generación de agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración por otros de alta eficiencia, así como la instalación de sistemas de energías renovables utilizando combustible geotérmico o biomasa.

Plan Nacional de Renovación Térmica de Viviendas	Francia	Plan	Público	Existentes	Se basa en 3 pilares: – Ayuda a particulares con asesoramiento independiente gratuito; – Mejora financiación mediante subvenciones optimizadas basadas en los ingresos de los hogares – Aumenta las habilidades en el sector de la construcción para manejar el costo y la calidad de las renovaciones.
Campañas de Información	Francia	Campañas	Público	Nuevos y Existentes	Guías que tienen como objetivo proporcionar información sobre esquemas financieros o facilitar la comprensión de la regulación. También existe una red de apoyo de “plataformas regionales de renovación energética” que cubre todo el país, con el objetivo de apoyar a los hogares que realizan trabajos de renovación.
Green Deal	Inglaterra	Política	Público	Existentes	Mecanismo de mercado planeado que permite a las empresas privadas ofrecer a los consumidores mejoras de eficiencia energética en sus hogares, espacios comunitarios o negocios sin costo inicial con reembolsos recuperados a través de un cargo realizado en cuotas en su factura de energía (Modelo tipo ESCO).
Architecture at Zero	California - USA	Concurso	Privado	Nuevos	Concurso anual de diseño de energía neta cero. El concurso solicita conceptos de diseño de vanguardia para el edificio Zero Net Energy y está abierto a una amplia gama de profesionales de la construcción y el medio ambiente, así como a estudiantes.
New Residential Zero Net Energy Action Plan 2015-2020	California - USA	Plan	Público	Nuevos y Existentes	Objetivos: Demanda y conciencia Formación técnica y educación Herramientas técnicas de diseño y modelado Financiamiento, asequibilidad y valor Infraestructura futura Alinear y coordinar todas las agencias, municipios y actores del mercado involucrados en lograr el objetivo de ZNE
Empresas de servicios energéticos integrados (IESCs).	Finlandia	Plan	Privado (apoyo público)	Nuevos y existentes	Fomento público a la creación de empresas de servicios energéticos, especialmente enfocadas en la renovación de edificaciones

5. Actividades relacionadas al objetivo 2: Revisión definiciones establecidas en marco normativo / regulatorio

5.1 Revisión definiciones aplicadas en Chile

Se realizó una revisión de instrumentos obligatorios y voluntarios vigentes a nivel nacional, con la finalidad de identificar aquellas definiciones que caracterizan tanto el desempeño energético, como el confort ambiental de las edificaciones. Dichas definiciones fueron sistematizadas, en base a tres niveles lógicos, orientados a otorgar una lectura clara de su ámbito de aplicación, y también con la finalidad de identificar vacíos / brechas, en lo que respecta a un marco robusto de definiciones que permita el desarrollo de instrumentos regulatorios en materia de NZEB o NZCB.

Los niveles mencionados corresponden a los siguientes:

- **Nivel 1 - Tipo:** Norma Regulación/Certificación u otros
- **Nivel 2 - Desempeño Evaluado:** Energético/Confort Ambiental
- **Nivel 3 - Definición/Indicadores:** demanda de ACS/ edificio pasivo/etc.

Los instrumentos revisados fueron los siguientes:

1. Reglamentación Térmica, RT
2. Calificación Energética de Viviendas, CEV
3. Certificación de Vivienda Sustentable, CVS
4. Certificación Edificio Sustentable, CES
5. Términos de Referencia Estandarizados de Eficiencia Energética, TDRe, del MOP

A continuación, se exponen los resultados obtenidos:

5.2 Reglamentación Térmica

La Reglamentación Térmica (RT), establece las condiciones mínimas de aislación térmica para las viviendas nuevas a nivel nacional. En su versión vigente forma parte de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). Su objetivo esencial es mejorar la habitabilidad y reducir la contaminación interior y consumo de energía del sector residencial.

La primera etapa de la Reglamentación Térmica (RT) entró en vigencia en el año 2000 con requisitos de aislación térmica para la techumbre. En el año 2007, se lanza la segunda etapa, que amplía su aplicación a los muros exteriores, los pisos ventilados y las ventanas.

Actualmente, el MINVU está en proceso de lanzamiento de la RT 3.0.

Su metodología de evaluación es prescriptiva y se fundamenta en la limitación de las pérdidas de calor, a través de la envolvente.

Sus definiciones e indicadores básicos son los siguientes:

Desempeño Energético	Confort Ambiental
-----------------------------	--------------------------

Acondicionamiento térmico:	No contempla indicadores.
<ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas por renovaciones de aire • Puente térmico • Resistencia térmica (R) • Transmitancia térmica (U) 	

5.3 Calificación Energética de Viviendas (CEV) - 2019

La Calificación Energética de Viviendas (CEV) es una herramienta administrada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu), que permite medir y evaluar, estandarizada y objetivamente, el desempeño energético global de las viviendas en Chile, mediante parámetros adecuados al contexto nacional. Opera desde 2012 y durante el 2017 se actualizó y mejoró a partir de los aprendizajes y experiencias acumuladas en este periodo.

El modelo de medición y evaluación del sistema CEV entrega indicadores que permiten identificar y comparar el desempeño térmico y la eficiencia energética de las viviendas, lo que ha posibilitado que estos atributos se conviertan en elementos diferenciadores a la hora de adquirir un inmueble.

La metodología del motor de cálculo de la Planilla de balance térmico dinámico (PBTD) de la Calificación energética de viviendas, realiza un balance térmico en intervalos de tiempo pequeños (segundos) evaluando la temperatura al interior del recinto con base en los flujos de las distintas variables de entrada.

La Calificación energética de viviendas mide la eficiencia energética de una vivienda en su etapa de uso, a través de una estimación teórica de la demanda y consumo de energía anual, tomando la información contenida en planos, especificaciones técnicas, factura de compra de equipos, inspección visual, etc. El nivel de eficiencia energética se calcula a través de una metodología diseñada para todo el territorio nacional, que toma en cuenta factores como aislación térmica de la vivienda, orientación de ventanas, eficiencia de los sistemas de calefacción y agua caliente sanitaria, tipo de combustible utilizado para estos fines y aporte de energías renovables, para determinar la energía requerida para calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria.

Los requerimientos de energía se determinan con base en las condiciones de uso, funcionamiento y climáticas estándar, y pueden diferir de la forma en que realmente se habita la vivienda; por esta razón, son de carácter referencial y no representan necesariamente la demanda y consumo de energía real de la vivienda.

La Calificación energética se obtiene a través de la comparación entre el requerimiento energético para calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria de la vivienda que está siendo calificada, y un requerimiento energético de referencia, que está definido de la siguiente manera:

Una vivienda construida con los estándares mínimos exigidos por la OGUC en su artículo 4.1.10, con sistema de calefacción y agua caliente sanitaria estándar (energético corresponde al gas licuado), califica generalmente en letra E, por lo tanto, las mejoras al diseño de una vivienda por sobre dicho estándar serán calificadas en letra D o superior, dependiendo del ahorro energético que generen las mejoras.

Los resultados obtenidos se traducen en una Precalificación, cuando se evalúa en la etapa de diseño, y Calificación, cuando se aplica una vez construido el inmueble. Dicho

desempeño se registra en un informe detallado, así como también, a través de una etiqueta y un sello²⁷. El sello entrega los siguientes tres indicadores del desempeño energético de la vivienda evaluada:

- Porcentaje de ahorro de energía (calefacción, enfriamiento e iluminación).
- Demanda energética para calefacción, por metro cuadrado, en un promedio anual.
- Demanda energética para enfriamiento, por metro cuadrado, en un promedio anual.

Este sello cuenta con una versión para la precalificación y otro para la calificación energética de vivienda.



Imagen 16: Sello de precalificación y Calificación Energética de la Vivienda. Fuente: Manual de Procedimientos Calificación Energética de Viviendas, Minvu, 2019.

Entre sus definiciones e indicadores básicos orientados a evaluar el desempeño energético, destacan:

Desempeño Energético	Confort Ambiental
<p>Demanda energética de la vivienda</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demanda de Calefacción • Demanda de Enfriamiento 	<p>Confort Higrotérmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Horas fuera del rango de confort
<p>Flujos Energéticos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puentes térmicos • Infiltraciones • Radiación solar • Inercia térmica • Transmitancia (envolvente) • Carga Internas 	
<p>Consumo de energía de la vivienda</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento Estacional • Sistema de Distribución • Aporte Sistemas Solar Térmico (SST). 	

²⁷ Manual de Procedimientos Calificación Energética de Viviendas, Minvu, 2019.

Apote Sistemas Solares Fotovoltaicos (SFV).	
---	--

Cabe señalar, que al igual que las certificaciones obligatorias estudiadas a nivel internacional, la CEV contempla la figura de un *Evaluador Energético*, correspondiente a una persona natural que cumple con los requisitos de acreditación que establece el sistema y se encarga de realizar la evaluación energética de las viviendas, mediante la aplicación de la herramienta de calificación energética.

El **evaluador energético** es responsable personalmente por las declaraciones, la información y los documentos necesarios para la correcta aplicación de la herramienta de cálculo, así como de emitir la evaluación correspondiente, de forma que refleje exactamente las características energéticas de la vivienda evaluada. (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Minvu 2019).

Junto a lo anterior, la reciente **Ley 21305 Sobre Eficiencia Energética**, establece que las viviendas, edificios de uso público, edificios comerciales y edificios de oficinas deberán contar con una calificación energética para obtener la recepción final o definitiva por parte de la Dirección de Obras Municipales respectiva (Biblioteca el Congreso Nacional de Chile 2020). Por lo que dentro del un plazo de 18 meses luego de esta publicación (8 de febrero de 2021), la CEV pasará a ser obligatoria.

5.4 Certificación de Vivienda Sustentable (CVS) - 2020

La Certificación Vivienda Sustentable (CVS) es un sistema voluntario de evaluación de viviendas nuevas, que valora diferentes aspectos del desempeño ambiental, económico y social, durante las etapas de diseño y construcción de los proyectos.

El sistema permite certificar proyectos de cualquier sistema de agrupamiento, financiamiento (social o privado) o ciudad de Chile, que busquen demostrar excelencia por sobre lo establecido en los reglamentos de construcción vigentes²⁸.

Su administración recae en el Centro Tecnológico para la Innovación en la Construcción (CTeC), y su directorio está compuesto por:

- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Minvu
- Ministerio de Energía, MINERGIA
- Ministerio de Medio Ambiente, MMA
- Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios, ADI
- Asociación de Oficinas de Arquitectura, AOA
- Colegio de Arquitectos, CA
- Instituto de la Construcción, IC
- Chile Green Building Council, Chile GBC
- Cámara Chilena de la Construcción, CChC

Entre sus definiciones e indicadores básicos orientados a evaluar el desempeño energético, destacan:

²⁸ Manual de Aplicación de la Certificación de Vivienda Sustentable, v2020.

Desempeño Energético	Confort Ambiental
Reducción de la demanda térmica: <ul style="list-style-type: none"> • Demanda calefacción del proyecto, en base a CEV • Demanda de enfriamiento del proyecto, en base a CEV • Consumo energético en operación • Emisiones de carbono en operación 	Calidad del Ambiente Interior: <ul style="list-style-type: none"> • Ventilación mecánica • Ventilación natural
Sistemas de calefacción y enfriamiento energéticamente eficientes: <ul style="list-style-type: none"> • Coeficiente de rendimiento (COP) 	Confort higrotérmico <ul style="list-style-type: none"> • Horas de desconfort, en base a CEV • Condensación superficial • Condensación Intersticial
Iluminación artificial eficiente <ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento luminoso • Potencia de iluminación Sistema de Control	Confort acústico: <ul style="list-style-type: none"> • Aislamiento acústico al ruido aéreo (DnT,A) • Aislamiento acústico al ruido de impacto (LnT,W)
Energías renovables: <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas solares térmicos (SST). • Sistemas solares fotovoltaicos (SFV). • Sistemas eólicos. • Sistemas de cogeneración de calor y energía. • Sistemas de calefacción con geotermia de baja entalpía • Mini o micro-hidro. 	Confort lumínico y visual: <ul style="list-style-type: none"> • Factor Luz Diurna (FLD) • Iluminancia
	Infiltraciones: <ul style="list-style-type: none"> • Cambios de aire por hora

5.5 Certificación Edificio Sustentable (CES) - 2014

Sistema orientado a evaluar, calificar y certificar el grado de sustentabilidad ambiental del edificio, entendiendo ésta como la capacidad de un edificio de lograr niveles adecuados de calidad ambiental interior, con un uso eficiente de recursos y baja generación de residuos y emisiones.

El sistema de certificación CES, aplica a “edificios de uso público”, es decir aquellos con destino “equipamiento”, que se definen como “construcciones destinadas a complementar las funciones básicas de habitar, producir y circular, cualquiera sea su clase o escala”, y sin diferenciar propiedad y/o administración pública o privada. (IC y Idiem 2015)

Su administración recae en el Instituto de la Construcción (IC), y su directorio está compuesto por:

- Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas, MOP.

- Ministerio de Energía, MINERGIA
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Minvu
- Cámara Chilena de la Construcción, CChC

Entre sus definiciones e indicadores básicos orientados a evaluar el desempeño energético, destacan:

Desempeño Energético	Confort Ambiental
Demanda y Consumo de energía: <ul style="list-style-type: none"> • Demanda de climatización e iluminación • Consumo anual de energía de todo el edificio. 	El confort visual pasivo: <ul style="list-style-type: none"> • Confort visual • Autonomía de Iluminación Natural del Espacio • Factor Luz Día • Iluminancia • Iluminancia útil • Deslumbramiento
Edificio pasivo	Calidad del aire: <ul style="list-style-type: none"> • Cobertura de las tasas de renovación por ventilación natural • Ventilación natural • Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)
Envolvente: <ul style="list-style-type: none"> • Transmitancia térmica de la envolvente • Factor de Sombra • Factor Solar Modificado • Puente térmico 	Confort acústico: <ul style="list-style-type: none"> • Absorción acústica • Aislamiento acústico • Reverberación • Tiempo de reverberación
Hermeticidad: <ul style="list-style-type: none"> • Hermeticidad de la envolvente • Infiltraciones • Permeabilidad al aire de carpintería de ventana 	Calidad del aire activo <ul style="list-style-type: none"> • Ventilación mecánica • Ventilación híbrida • Filtraje
Energía incorporada: <ul style="list-style-type: none"> • Energía incorporada en los materiales estructurales del edificio • Energía de proceso 	Confort visual activo: <ul style="list-style-type: none"> • Iluminancia • Uniformidad media • Deslumbramiento UGR • Rendimiento cromático • Eficiencia lumínica
Eficiencia del sistema de iluminación artificial: <ul style="list-style-type: none"> • Potencia Instalada del sistema de iluminación • Sistema de Control 	Confort térmico pasivo <ul style="list-style-type: none"> • Confort higrotérmico
Eficiencia del sistema de calefacción y ACS: <ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento Nominal • COP (Coeficiente de 	

<ul style="list-style-type: none"> Performance) • EER (Energy Efficiency Ratio) 	
Energías Renovables No Convencionales: <ul style="list-style-type: none"> • Procesos de cogeneración de • alta eficiencia producidas in-situ o en redes térmicas distritales o “eléctricas locales” • Fuentes renovables no convencionales definidas en la ley 20.257: biomasa, • hidráulica inferior a 20MW, geotérmica, solar, eólica, mareomotriz. 	

Se desprende de la tabla anterior, que CES ya cuenta con una base parcial de criterios e indicadores asociados a la evaluación desempeño energético de edificios públicos, equivalente a lo visto desde la perspectiva internacional, como se lista a continuación:

- Reducción del consumo anual de energía de todo el edificio
- Reducción de la demanda de energía del edificio (climatización e iluminación)
- Límites a los valores de transmitancia térmica de la envolvente y su hermeticidad
- Porcentaje de cobertura de la demanda de energía primaria con energías renovables no convencionales o de procesos de cogeneración de alta eficiencia, producidas in situ o en redes térmicas distritales o eléctricas locales.

Sumado a lo anterior, se cuenta con un foco en la evaluación de los impactos ambientales asociados a la huella de carbono operacional de los elementos estructurales del edificio, lo que sienta las bases para la definición de criterios asociados a edificios NZCB.

5.6 Términos de Referencia Estandarizados de EE (TdRe) - 2016

El Ministerio de Obras Públicas (MOP), a través de su Dirección de Arquitectura (DA), comenzó el año 2006 un proceso de incorporación de criterios de eficiencia energética y sustentabilidad en las Obras de Edificación Pública con el objeto de mejorar el desempeño energético y ambiental del parque de edificios públicos en Chile²⁹. Dicho trabajo da origen a los TÉRMINOS DE REFERENCIA ESTANDARIZADOS CON PARÁMETROS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONFORT AMBIENTAL, PARA LICITACIONES DE DISEÑO Y OBRA DE LA DIRECCIÓN DE ARQUITECTURA, SEGÚN ZONAS GEOGRÁFICAS DEL PAÍS Y SEGÚN TIPOLOGÍA DE EDIFICIOS”, cuya versión vigente es la del año 2016.

Entre sus definiciones e indicadores básicos orientados a evaluar el desempeño energético, destacan:

Desempeño Energético	Confort Ambiental
-----------------------------	--------------------------

²⁹ TDRe, V2, actualizada 2015

Demanda de Energética <ul style="list-style-type: none"> • Demanda de Energética de Calefacción • Demanda de Energética de Refrigeración • Transmitancia térmica (W/m.K) • Factor solar modificado (s/d) • Permeabilidad al aire de fachada (1/h) • Permeabilidad al aire de ventanas (m./h) 	Calidad del aire: <ul style="list-style-type: none"> • Tasa de aire exterior por persona (m³/h.persona). • Tasa de aire exterior por superficie, Tas (m³/h.m²)
Edificio pasivo	Confort Higrotérmico: <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura del aire (°C) • Temperatura operativa (°C) • Humedad relativa del aire (%) • Distribución de frecuencia de temperatura (%), dentro de la zona de confort
Rendimiento energético de las Instalaciones Térmicas y de Climatización: <ul style="list-style-type: none"> • COP (Coeficiente de Performance) • EER (Energy Efficiency Ratio) 	Confort lumínico: <ul style="list-style-type: none"> • Iluminancia (lux) • Uniformidades de la iluminación (s/d) • Distribución de luminancias (cd/m²) • Deslumbramiento (s/d) • Aspecto de color: rendimiento y apariencia (s/d) • Contribución de luz natural (%) • Factor de luz día
Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación: <ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia Lumínica (Lm/W) • Eficiencia Energética (W/m²·lx) 	Calidad del aire interior: <ul style="list-style-type: none"> • Ventilación híbrida • Ventilación mecánica • Ventilación natural
Contribución solar mínima anual para Agua Caliente Sanitaria	Confort Acústico: <ul style="list-style-type: none"> • Inteligibilidad de la Palabra • Tiempo de Reverberación • Aislación acústica

En base a lo anterior se puede visualizar que las definiciones que caracterizan el desempeño energético y confort ambiental de los edificios, son las siguientes:

Desempeño Energético

- Demanda Energética
- Hermeticidad
- Consumo Energético
- Rendimiento energético de las Instalaciones
- Energías Renovables

Confort Ambiental

- Calidad del aire interior
- Confort higrotérmico
- Confort lumínico
- Confort acústico

Estas definiciones son comunes, independiente del tipo de edificación, donde cabe señalar que la CEV y CVS abordan el sector residencial, mientras que los TdRe y CES abordan el sector no residencial.

Análisis posteriores, asociados al cruce de esta información con las definiciones levantadas del análisis internacional serán integradas de manera complementaria, en el siguiente informe, el cual está orientado a identificar vacíos/brechas, en lo que respecta a un marco robusto de definiciones que permita el desarrollo de instrumentos regulatorios en materia de NZEB o NZCB.

5.7 Alcance de Ciclo de vida útil en las edificaciones de energía/carbono neto cero

En el contexto de las edificaciones NZEB o NZCB el concepto de ciclo de vida de la edificación toma un alcance que busca que todos los elementos que constituyen la construcción y posterior operación del edificio generen la menor cantidad de energía (o carbono) durante todo su ciclo de vida (también conocido como “de la cuna a la tumba”). A nivel internacional el contexto normativo más utilizado se asocia a las normas ISO 21930 y EN 15978, donde el ciclo de vida se subdivide en 5 fases.

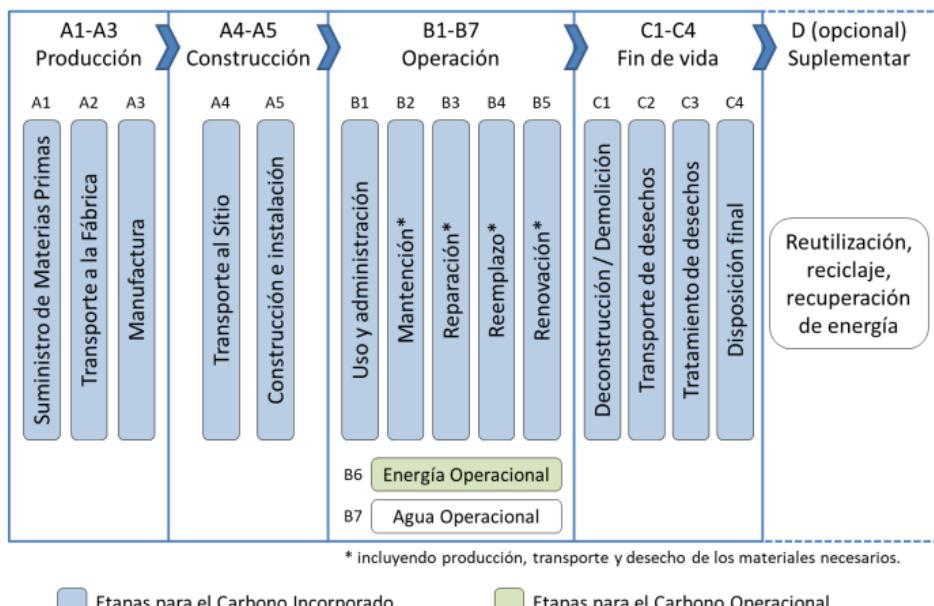


Figura 17 Etapas del ciclo de vida de la construcción en base a norma EN 15978, fuente: Estado del Arte de Huella de Carbono para Edificaciones, Resumen para Tomadores de Decisiones, 2da ed. Publicado por Instituto de la Construcción, 2020. Santiago, Chile.

Surgen de esta definición dos conceptos relevantes, el carbono incorporado y el carbono operacional.

Carbono Incorporado: Emisiones de carbono asociadas a la producción de materiales y procesos de construcción en todo el ciclo de vida de un edificio o infraestructura (color celeste en la Figura 17).

Las etapas A1-A3 tienen relación con el carbono asociada a los materiales, desde la extracción de materias primas hasta la puesta en los centros de distribución de los proveedores (conocido en inglés como “cradle to gate”), la A1 es la extracción del material desde su lugar de origen, luego la A2, es el transporte de la materia prima extraída hasta la planta de procesamiento del material, la A3 es la manufactura mixta del producto. Estos datos provienen de fuentes oficiales conocidas como declaraciones ambientales de productos (EPD por sus siglas en inglés), las cuales indican el valor de las tres etapas de forma consolidada.

La etapa A4 corresponde al transporte de los materiales hasta el sitio de construcción. La etapa A5 guarda relación con el proceso constructivo in situ, la energía utilizada en las instalaciones y maquinarias, consumos de agua, etc.

Las etapas B1-B5 abarcan el carbono incorporado en los materiales y servicios de construcción utilizados para proteger y conversar el estado de la edificación durante sus

operación. El límite del sistema para la evaluación debe excluir los impactos y aspectos de los electrodomésticos, muebles y otros accesorios que no estén relacionados con el edificio en sí.

Las etapas C1-C4 comienzan cuando el edificio es dado de baja y no está destinado a ningún uso posterior. Desde este punto comienza la demolición o deconstrucción, donde se puede considerar una salida de múltiples materiales, productos y elementos de construcción que deben ser descartados, recuperados, reciclados o reutilizados. El edificio se considera que ha llegado a su vida útil cuando se han retirado todos los componentes y materiales que debían eliminarse del sitio o cuando el sitio esté listo para su futura reutilización.

Carbono Operacional: Emisiones de carbono asociadas al uso de energía durante la operación del edificio (en verde en la Figura 17). Se piensa que el carbono operacional puede llegar a representar el 60% del impacto sobre el cambio climático durante la vida del edificio estimada en 60 años (Council 2017), aunque esta aseveración dependerá del estándar y rendimiento energético del edificio. En proyectos diseñados con un alto nivel de eficiencia energética el carbono operacional puede llegar a ser solo el 25% del impacto climático en toda el ciclo de vida.

La etapa B6 tiene relación con la energía utilizada por los sistemas técnicos integrados en el edificio durante su operación (calefacción, suministro de agua caliente sanitaria, aire acondicionado (enfriamiento y humidificación/deshumidificación), ventilación, iluminación, energía auxiliar usada para bombas, control y automatización). El rendimiento energético de un edificio se determina sobre la base de la energía anual calculada o real que se utiliza para satisfacer las diferentes necesidades asociadas a los usos definidos.

La etapa B7 tiene relación al uso operativo del agua, que debe incluir toda el agua utilizada y su tratamiento (antes y después del uso) durante el funcionamiento normal del edificio, excepto durante la mantención, reparación, reemplazo y remodelación. Esta etapa cubre desde la entrega de la obra hasta que sea deconstruida o demolida. Este proceso incluye todos los procesos de consumo de agua integrados cuando el edificio esté en funcionamiento (agua potable, agua para saneamiento, agua caliente sanitaria, riego de áreas de paisajes, techos verdes, muros verdes y otros usos, como fuente, piscinas, saunas). Muchos estándares internacionales no consideran esta componente en sus cálculos.

de la revisión bibliográfica basada en hojas de rutas de diferentes países y ciudades, se pudo observar que en el documento de LETI (London Energy Transformation Initiative) "Climate Emergency Design Guide", de la ciudad de Londres y en "Bringing Embodied Carbon Upfront" de WGBC (World Green Building Council), se menciona de manera explícita esta base normativa para definir sus metas y acciones hacia edificios de energía o carbono zero.

5.8 Clasificación de sistemas de certificación y sellos asociados

Net Zero Certification Program (International Living Future Institute, ILFI)

En 2011, el International Living Future Institute (ILFI), lanza el programa de Certificación Net Zero para proyectos residenciales y comerciales, tanto nuevos como existentes.

El programa, centrado en la conservación de energía y el control de las emisiones de carbono, se fundamenta en un rendimiento real en lugar de resultados modelados, por lo que los edificios participantes deben estar operativos durante al menos 12 meses consecutivos antes de su evaluación.

Junto a lo anterior el programa requiere que los edificios aborden cuatro imperativos:

- Los edificios sólo pueden construirse en terrenos considerados grises o brownfields, sitios previamente desarrollados que no están clasificados como hábitats ecológicos sensibles.
- El cien por ciento de las necesidades energéticas del edificio debe ser suplido por energía renovable *in situ* sobre una base anual neta. La energía renovable para el programa se define como energía solar pasiva, fotovoltaica, turbinas eólicas, solar térmica, geotermia directa, microturbinas accionadas por agua o celdas de combustible alimentadas por hidrógeno generado a partir de electrólisis con energía renovable.
- El proyecto no puede bloquear el acceso ni disminuir la calidad del aire fresco, la luz solar y las vías fluviales naturales, a ningún miembro de la sociedad o desarrollos adyacentes.
- El edificio debe contener características de diseño destinadas únicamente al deleite humano y la celebración de la cultura, el espíritu y el lugar apropiado para su función. Se deben proporcionar al público materiales educativos sobre el rendimiento y el funcionamiento del edificio para compartir soluciones exitosas y motivar a otros a realizar cambios.

La Certificación de Energía Cero (ZE) se creó para verificar proyectos que demuestren un rendimiento energético neto cero, creando una cohorte avanzada de proyectos con la integridad de la certificación de rendimiento de terceros.

- El estándar de certificación ZE es el siguiente: *El cien por ciento de las necesidades energéticas del edificio sobre una base anual neta debe ser suplido por energía renovable en el sitio. No se permite la combustión.*



Imagen 17 Requisitos de documentación de Certificación de Energía Cero, 2017. Fuente: https://living-future.org/wp-content/uploads/2019/06/Zero_Energy_Certification-Documentation_Requirements.pdf

La certificación Zero Carbon fue lanzada el 2018, para abordar el papel del sector de la construcción en la crisis climática mundial. Es un estándar que valida que tanto las emisiones de carbono operacionales e incorporadas de un proyecto han sido neutralizadas. Se verifica a través del desempeño medido en lugar de los resultados

previstos, y demuestra liderazgo a través de un compromiso auténtico con la descarbonización

- **Carbono Operativo** se define como las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con el uso operativo de energía de un edificio. Esto incluye todo el carbono asociado a la energía necesaria para calentar y alimentar el edificio, incluidos, entre otros, la iluminación, las cargas de enchufe, la calefacción y refrigeración y la cocina.
- **Carbono incorporado** se define como las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la extracción, fabricación y procesamiento de materias primas, transporte e instalación de todos los materiales de construcción.

La Certificación Cero Carbono se estructura en torno a tres estrategias clave:

- **Reducir** emisiones de carbono operativas e incorporadas a través de la optimización del diseño, el uso de sistemas de construcción eficientes y libres de combustión y la selección responsable de materiales;
- **Revelar** el consumo de energía real del edificio y el carbono incorporado de los materiales instalados y el proceso de construcción;
- **Compensar** todas las emisiones de carbono asociadas con el proyecto a través de la adquisición de energía renovable, materiales secuestradores de carbono y compensaciones de carbono.

Los proyectos que buscan la certificación Cero Carbono deben cumplir un objetivo de eficiencia energética durante un período de desempeño de 12 meses. Los objetivos se especifican según el tipo de edificio, el tamaño y la ubicación:

Para nuevos edificios se requiere:

- Cumplir con la meta de eficiencia energética en un período de desempeño de 12 meses: reducción del 25% de la intensidad de uso de energía (EUI, por sus siglas en inglés) en comparación con un edificio nuevo que cumpla con ASHRAE 90.1-2010.
- El 100% de la energía operacional asociada con el proyecto debe ser compensada con energía renovable generada en el sitio o fuera de él.
- No añadir nuevas fuentes de combustión al proyecto.
- Las emisiones de carbono incorporado de los materiales principales deben ser reducidas en un 10% en comparación con las de un edificio base, el total de emisiones no deben exceder 500 kg CO₂e/ m² y el 100% de las emisiones del proyecto deben ser declaradas y compensadas en sitio con materiales absorbentes de carbono o con una compra de compensación de carbono proveniente de alguna fuente aprobada por el ILFI.

Para edificios existentes se requiere:

- Cumplir con la meta de eficiencia energética en un período de desempeño de 12 meses: reducción del 30% de la intensidad de uso de energía (EUI, por sus siglas en inglés) en comparación con un edificio existente típico.
- El 100% de la energía operacional asociada con el proyecto debe ser compensada con energía renovable generada en el sitio o fuera de él.
- No añadir nuevas fuentes de combustión al proyecto.
- Las emisiones de carbono incorporado de los materiales principales deben ser reducidas en un 10% en comparación con las de un edificio base, el total de emisiones no deben exceder 500 kg CO₂e/ m² y el 100% de las emisiones del proyecto deben ser declaradas y compensadas en sitio con materiales absorbentes de carbono o con una compra de compensación de carbono proveniente de alguna fuente aprobada por el ILFI.

En términos del proceso, la Certificación Cero Carbono contempla dos etapas para su obtención:

1. Una Auditoría Listo al finalizar la construcción

2. Una Auditoría Final después de un período de desempeño de 12 meses.

Lo anterior permite el reconocimiento temprano de los sistemas implementados, así como la verificación basada en el desempeño, para garantizar que se logren los resultados previstos.



Cero Carbono Estándar 1.0, 2020. Fuente: <https://www2.living-future.org/zero-carbon-standard>

BELS Zero Buildings (Japón)

La certificación "BELS" es un etiquetado para el rendimiento de conservación de energía de los edificios, que fue iniciado por la Housing Performance Evaluation and Labeling Association en 2014, en base a la Ley de eficiencia energética de edificios. En el sistema, terceras partes evalúan el consumo de energía primaria en función de los estándares de eficiencia energética de los edificios proporcionados por el gobierno japonés. El resultado de la evaluación está representado por un número de estrellas (desde una estrella “★” hasta cinco estrellas “★★★★★”), sobre la base del valor del Índice de Energía del Edificio, BEI (relación entre el consumo de energía primaria de diseño y el consumo de energía primaria estándar).

Tabla 18 Marca de estrella de cinco niveles y su nivel de valor BE. Fuente: Directrices de implementación comercial de evaluación de BELS, 2018
(https://www.hyoukakyukai.or.jp/bels/pdf/180709bels_01.pdf)

Número de estrellas	Alojamiento	No residencial (Oficinas, escuelas, fábricas, etc.) para Camino 1	No residencial (Hoteles, hospitales, grandes almacenes, restaurantes, lugares de reunión, etc.) para Camino 2
★★★★★	0,8	0,6	0,7
★★★★	0,85	0,7	0,75
★★★ (Estándar de inducción)	0,9	0,8	0,8
★★ (Estándar de ahorro de energía)	1.0	1.0	1.0
★ (Norma de ahorro de energía existente)	1.1	1.1	1.1

La etiqueta BELS entrega información sobre el consumo de energía del edificio.



Imagen 18 Etiqueta BELS. Fuente: Directrices de implementación comercial de evaluación de BELS, 2018 (https://www.hyoukakyukai.or.jp/bels/pdf/180709bels_01.pdf)

La "marca ZEB" se muestra si se cumple con los criterios ZEB (cuantitativos) del "Resumen del Comité de Revisión de la Hoja de Ruta ZEB" (diciembre de 2015, División de Medidas de Conservación de Energía, Agencia de Recursos Naturales y Energía, Ministerio de Economía, Comercio e Industria), resumidos a continuación:

Tabla 19 Opciones para mostrar elementos y nivel de consumo de energía primaria en Etiqueta BELS.

Fuente: Directrices de implementación comercial de evaluación de BELS, 2018 (https://www.hyoukakyukai.or.jp/bels/pdf/180709bels_01.pdf)

Evaluación	Mostrar elementos		Nivel de consumo de energía primaria	
	Reporte de evaluación	Marca de visualización	Excluyendo energías renovables	Incluida la energía renovable
Edificio o parte	"ZEB"	Marca ZEB	50% o más de reducción del consumo de energía primaria estándar	100% de reducción del consumo de energía primaria estándar
	Casi ZEB	Marca ZEB	50% o más de reducción del consumo de energía primaria estándar	75% o más y menos del 100% del consumo de energía primaria estándar
	ZEB Listo	Marca ZEB	50% o más de reducción del consumo de energía primaria estándar	-

La marca ZEH se muestra de acuerdo a los criterios ZEH (cuantitativos) estipulados en el "Resumen del Comité de Seguimiento de la Hoja de Ruta ZEH" (mayo de 2018, División de Medidas de Conservación de Energía, Agencia de Recursos Naturales y Energía, Ministerio de Economía, Comercio e Industria).

Como parte del contexto Japonés, es importante señalar que la definición de ZEB se ha debatido y examinado de diversas formas. Según la Agencia de Recursos y Energía del Ministerio de Economía, Comercio e Industria, "Resumen del Comité de Revisión de la Hoja de Ruta de ZEB" (diciembre de 2015), ZEB está "utilizando activamente la energía renovable mediante el control de la carga de energía, a través del diseño avanzado de edificios y la adopción de tecnología pasiva". Actualmente, ZEB ha sido definido cualitativa y cuantitativamente en 4 etapas, para una mejor implementación y difusión.

Tabla 20 Definición Cualitativa y Cuantitativa de NZEB. Fuente:
<http://www.env.go.jp/earth/zeb/detail/01.html>

	Definición cualitativa	Definición cuantitativa (criterios de juicio)
"ZEB"	Edificios con consumo de energía primaria nulo o negativo por año	Consumo de energía primaria de referencia reducido más del 50% (excluyendo la energía renovable*) Consumo de energía primaria de referencia reducido 100% (incluida la energía renovable*)
Casi ZEB	Como edificio que está lo más cerca posible de ZEB, es un edificio que cumple con los requisitos de ZEB Ready y utiliza energía renovable para reducir el consumo anual de energía primaria a cero.	Consumo de energía primaria de referencia reducido más del 50% (excluyendo la energía renovable *) Consumo de energía primaria de referencia reducido más del 75% y menos del 100% de reducción (incluida la energía renovable*)
Listo para ZEB	Como un edificio avanzado con un ojo en ZEB, un edificio	Edificios que cumplen con la reducción del consumo de energía primaria en un 50%

	<p>equipado con un alto aislamiento térmico de la exodermis y equipos de ahorro de energía de alta eficiencia.</p>	<p>o más del consumo de energía primaria estándar, excluidas las energías renovables *</p>
Orientado a ZEB	<p>Como un edificio con un ojo puesto en ZEB Ready , además de un revestimiento exterior de alto rendimiento y equipos de ahorro de energía altamente eficientes, un edificio que ha tomado medidas para lograr un mayor ahorro de energía.</p>	<p>Para cada aplicación aplicable, excluyendo la energía renovable, reducen el consumo de energía primaria especificado del consumo de energía primaria estándar (*1)</p> <p>A) Oficinas, escuelas, fábricas, etc. reducen la energía primaria consumo en 40% o más</p> <p>B) Hoteles, hospitales, tiendas departamentales, restaurantes, lugares de reunión, etc. reducen el consumo de energía primaria en 30% o más</p> <p>"Mayor conservación de energía Introduciendo tecnología no evaluada (tecnología que no ha sido evaluada en este momento en WEBPRO) como "medidas para la realización de" (*2)</p>

* La cantidad de energía renovable está limitada al local, y además del autoconsumo, se incluirán las ventas de electricidad.

* 1 El objetivo de consumo de energía primaria es equipo de aire acondicionado, equipo de ventilación mecánica que no sea equipo de aire acondicionado, equipo de iluminación, equipo de suministro de agua caliente y ascensores especificados en las Normas de Conservación de Energía de 2016 (excluyendo "otro consumo de energía primaria"). Además, el método de cálculo seguirá el método de cálculo conforme a las últimas normas de ahorro de energía o un método equivalente a las mismas.

* 2 Las tecnologías no clasificadas son aquellas que han sido anunciadas por la Sociedad Japonesa de Ingeniería Sanitaria y de Aire Acondicionado porque se espera que tengan un alto efecto de ahorro de energía. La lista de tecnologías no evaluadas se revisará según sea necesario, teniendo en cuenta la actualización de los métodos de evaluación y los resultados de verificación de las tecnologías no evaluadas.

5.9 Experiencias nacionales en medición de huella de carbono

Plataforma de medición de huella de carbono en la construcción

Rukaru es una herramienta digital privada que tiene como objetivo recoger la información de proyectos de edificación nacionales y permite estimar la huella de Carbono incorporada del edificio en sus etapas de A1-A5 (también conocido como Upfront Embodied Carbon). Esta información permite comparar el carbono de las distintas categorías y distintos elementos del proyecto, para de esta forma ayudar a los desarrolladores a diseñar edificios con menor huella de carbono.

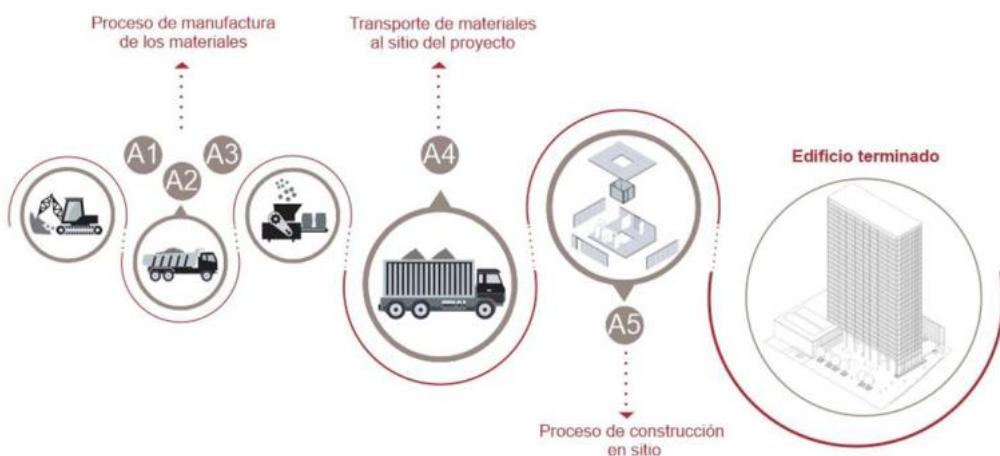


Figura 18 Alcance de la plataforma Rukaru

Herramienta digital ABACO

Herramienta digital de libre acceso en base a un banco de costos e indicadores medioambientales de proyectos de construcción desde el punto de vista medioambiental, social y económico. Contiene una base de datos N°1 de recursos que contiene: materiales, maquinarias, mano de obra, herramientas y subcontrato con datos económicos, medioambientales y sociales.

Además tiene una base de datos N°2 de partidas/actividades, que contiene datos de la base número 1, por lo que se puede crear un presupuesto, definir recursos, definir y crear partidas, guardar y editar un presupuesto.

Esta herramienta la pueden ocupar servicios públicos, académicos y estudiantes, empresas privadas y empresarios particulares.



Figura 19 esquema funcionamiento herramienta Abaco

Con esta herramienta se pueden crear un proyecto de construcción en Chile no solo usando datos económicos, sino también con datos medioambientales y sociales teniendo en consideración el ciclo de vida de todo el proyecto

Como plataforma de bases de costos (open access), ÁBACO vinculará de forma integrada, a través de un enfoque de ciclo de vida, los costos de construcción con indicadores de sustentabilidad para distintas categorías de impacto ambiental, en una primera fase las referidas al costo energético y de emisiones de CO₂ (Huella de Carbono), y en fases sucesivas cuantificación directa de generación de residuos y clasificación de los mismos, huella hídrica y huella ecológica entre las más importantes.

En el caso de la iniciativa ABACO, se observa que pone en valor información de alta relevancia como los impactos medio ambientales de los materiales y procesos de construcción.

Airport carbon accreditation

La iniciativa “Airport Carbon Accreditation” (acreditación de carbono en aeropuertos) es un estándar mundial para la gestión del carbono en la industria aeroportuaria. El objetivo es fomentar y permitir que los aeropuertos implementen las mejores prácticas en la gestión del carbono. Se ha desarrollado de acuerdo con los estándares internacionales, incluido el Protocolo de gases de efecto invernadero e ISO 14064, y se revisa y actualiza en consecuencia a medida que evolucionan estos estándares. El programa se centra en las emisiones de CO2 de la operación del aeropuerto, sin incluir vuelos (a excepción de vuelos del staff) , ya que comprenden la gran mayoría de las emisiones de los aeropuertos, mientras que la verificación independiente garantiza la credibilidad del programa. Los aeropuertos pueden obtener la acreditación en cuatro niveles de acreditación progresivamente ambiciosos.

FIGURE 1: MAIN REQUIREMENTS OF AIRPORT CARBON ACCREDITATION



Esta acreditación tiene 4 niveles de ambición:

- **El mapeo de NIVEL 1** requiere un compromiso de política para la reducción de emisiones respaldado por la alta dirección y el desarrollo de una huella de carbono para las emisiones bajo el control del aeropuerto (es decir, emisiones de alcance 1 y 2).
- **La reducción de NIVEL 2** requiere el cumplimiento de todos los requisitos de acreditación de nivel 1, la formulación de un objetivo de reducción de emisiones de carbono, el desarrollo de un Plan de Gestión de Carbono para lograr el objetivo y la reducción anual de emisiones bajo el control del aeropuerto (es decir, emisiones de alcance 1 y 2) versus el promedio móvil de tres años.
- **La optimización del NIVEL 3** requiere el cumplimiento de todos los requisitos de acreditación del nivel 2, el desarrollo de una huella de carbono más extensa para incluir emisiones específicas de alcance 3 y la formulación de un Plan de participación de las partes interesadas para promover reducciones más amplias de emisiones en los aeropuertos.
- **NIVEL 3+ La neutralidad** requiere el cumplimiento de todos los requisitos de acreditación de nivel 3 y la compensación de las emisiones residuales bajo el control del aeropuerto que no se pueden reducir. La

Figura 1 presenta los principales requisitos de acreditación y la Figura 2 una clasificación indicativa de las principales emisiones relacionadas con el aeropuerto.

Dentro de las experiencias nacionales, está el caso del aeropuerto Nuevo Pudahuel (terminal 1), el que se encuentra en nivel 1 del programa de acreditación ACA. Actualmente el aeropuerto busca incrementar su nivel de ambición a Nivel 2, es decir reducción en base a su plan de gestión del carbono.

Herramienta de Energética y Costos Sociales en Proyectos de Edificación ECSE MIDESO

Esta herramienta (software) permite la evaluación la rentabilidad social de alternativas energéticas proyecto de edificación (oficinas, de salud y educativos). Además, permite estimar los beneficios e impactos marginales que generan distintas estrategias de Eficiencia Energética factibles de utilizar para conseguir un mismo estándar de clima interior y de servicio de suministro de agua en un edificio, comparando situación con y sin proyecto:

- Beneficios económicos de la implementación de una medida pasiva o activa para propósitos de eficiencia energética, respecto de los costos sociales acumulados durante el ciclo de operación del edificio, en los escenarios con y sin implementación de la medida. Resulta en un ahorro por metro cuadrado de cada medida.
- Diferencias en las emisiones de CO₂ de las distintas medidas de los servicios de calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación durante el ciclo de utilización del edificio.

También entrega el tiempo necesario para recuperar la inversión asociada a cada intervención propuesta (PRI descontado).

En la metodología de cálculo se distinguen 3 tipos de edificaciones que responden a

Tipo	Descripción
Edificio base	Edificio que solo cumple con los estándares que especifica la OGUC
Edificio mejorado	Edificios que incorpora medidas de EE en base a los TDRe consideradas “oportunas” por el equipo de trabajo
Edificio optimizado	Edificio que incluye todas las estrategias de EE indicadas en los TDRe MOP

Los tres edificios son comparados y se obtiene un resultado que determina la demanda de climatización, consumo de climatización y total, costos (UF) costos de ciclo de vida (UF/m²) y emisiones de CO₂ (TCO₂e)/m²

TCO₂e/ m² es de 10,82-1,48= 9,34 TCO₂e/ m²

La herramienta ECSE consta de 3 áreas globales, que son:

Herramienta ECSE [Eficiencia y Costes Sociales en Edificios]													
Región	Bío Bío			Superficie Útil (m ²)	19000,00	Uso	Edificio de salud	Limpiar					
Comuna	Lebu			Altura entre plantas (m)	4,00	Intensidad de uso	Intensidad Media- 24h	Calcular					
Provincia	Arauco			Número de plantas	4,00	Inercia térmica	Baja	LCCA					
Dirección				Superficie Utill Calefac. (m ²)	19000,00	Calendario de uso	L-D	Guardar PDF					
Latitud (S)	37°37'00"			Superficie Utill Refrig. (m ²)	19000,00								
Longitud (W)	73°39'00"			Equipo de calefacción		Caldera a pellet	Energía	Pellets					
Zona climática	6SL			Equipo de refrigeración		Bomba de calor aire-agua o aire-aire	Energía	Electricidad					
	Fachada Norte	Fachada Noreste	Fachada Este	Fachada Sur	Fachada Oeste	Fachada Noroeste	Muros no soleados	Pisos en contacto con el terreno	Pisos ventilados	Cerramiento en contacto terreno	Superficie Total (m ²)		
Superficie (m ²)	2052,00	0,00	576,00	1368,00	576,00	0,00	0,00	10000,00	0,00	10000,00	684,00	25256,00	
% Vanos	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00						
Envoltiente Base	Hormigón	Hormigón	Hormigón	Hormigón	Hormigón	Hormigón	Hormigón	Hormigón	Hormigón	Hormigón	Hormigón		
Uopaco (Base) W/m ² K	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	3,43	2,01	2,60	2,60	3,43	
Uvanos (Base) W/m ² K	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80	5,80					
Factor Solar (Base)	0,85	0,85	0,85				0,85	0,85					
Mejora propuesta opaco	TDRe	TDRe	TDRe	TDRe	TDRe	TDRe	TDRe	TDRe	TDRe	TDRe	TDRe		
Mejora propuesta vanos	-	-	TDRe	-	-	-	-	-	-	-	-		
Protección solar vanos	C.S. vidrio	C.S. vidrio	C.S. vidrio		C.S. vidrio	C.S. vidrio							
Uopaco (Mejorado) W/m ² K	0,60	3,43	0,60	0,60	0,60	3,43	3,43	0,40	2,60	0,80	0,60		
R.térmica aislamiento (m ² K/W)	1,38	0,00	1,38	1,38	1,38	0,00	0,00	2,00	0,00	0,87	1,38		
UVanos (Mejorado) W/m ² K	5,80	5,80	2,60	5,80	5,80	5,80	5,80						
F.solar (Mejorado) (BC)	0,85	0,85	0,85			0,85	0,85						
F.solar (Mejorado) (AC)	0,58	0,45	0,42			0,42	0,45						
Infilaciones - Envoltiente	Sistema mecánico de ventilación			Si	Renovaciones/hora (Base)	2,34	Implementar TDRe	Renovaciones / hora (M)	0,60				
PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS	Mínimo	-	Normal	-	Especial	10a	Reforzada	7a					
Instalaciones Edificio Mejorado													
Climatización	Equipo de calefacción			Caldera a pellet			Energía	Pellets	Iluminación				
	Equipo de refrigeración			Bomba de calor aire-agua o aire-aire			Energía	Electricidad	LED				
Resultados													
	Demanda Calefacción Estimada (kWh/año)m ²	Demanda Refrigeración Estimada (kWh/año)m ²	Bomba de calor Total Estimada (kWh/año)m ²	Consumo Calefacción Estimado (kWh/año)m ²	Consumo Refrigeración Estimado (kWh/año)m ²	Consumo Total Estimado (kWh/año)m ²	Costos Totales Estimados (UF)/año)m ²	Costos Estimados Energía (UF)/año)m ²	Costos Estimados Iniciales (UF)/m ²	Costos Estimados Mantenimiento EE (UF)/m ²	Costos ciclo de vida (LCC) (UF)/m ²	Emisiones de CO ₂ (T CO ₂ e/m ²)	Pay-Back (años)
Base	134,72	6,09	140,81	207,27	2,44	210,09	0,32	4,47	3,31	11,91	1,01	-	
Mejorado	62,61	9,50	72,22	96,33	3,84	100,19	0,16	#VALOR!	6,39	#VALOR!	1,39	#VALOR!	
Optimizado	57,18	10,12	67,25	16,32	2,89	19,24	0,05	4,29	4,86	10,05	6,93	1,00	
Dif., ahorro o reducciones Mejorado (%)	53,52	-57,74	48,71	53,52	-57,74	52,31	51,57	#VALOR!	92,67	#VALOR!	-37,11		
Dif., ahorro o reducciones Optimizado (%)	57,60	-66,24	52,24	92,12	-18,74	90,84	85,26	3,87	46,61	-0,16	-582,38	#VALOR!	

Herramienta diseñada por Alexis Pérez Fagallo y el Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción de la Universidad del Bío-Bío en el marco del contrato con la Subsecretaría de Evaluación Social del Ministerio de Desarrollo Social del Gobierno de Chile titulado "Fomento a la Mejorabilidad y la Renovabilidad de la Inversión en la Construcción Pública en Edificación Pública".

Figura 20 Imagen herramienta ECSE

- Información básica
- Datos técnicos específicos del Edificio
- Resultados

En 2018 se estableció la obligatoriedad del uso de ECSE en los requisitos para proyectos de Edificación Pública.

Este software permite tener una base de datos comparable entre edificios y los costos de ciclo de vida y emisiones de CO₂ en la edificación pública. En relación a lo anterior, es posible notar que existe una oportunidad de base de datos operacionales, reparación y reemplazo en 20 años que puede establecer una línea base de análisis para edificios de uso público.

6. Bibliografía

- Acción Concertada. EPBD España. epbd-ca.eu/ca-outcomes/outcomes-2015-2018/book-2018/countries/spain. 2016.
- Acción Concertada. EPBD Francia. epbd-ca.eu/ca-outcomes/outcomes-2015-2018/book-2018/countries/france. 2016.
- Acción Concertada. EPBD Inglaterra. epbd-ca.eu/ca-outcomes/outcomes-2015-2018/book-2018/countries/uk-england (último acceso: enero de 2021).
- Biblioteca el Congreso Nacional de Chile. *bcn.cl*. 2020. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1155887> (último acceso: febrero de 2021).
- Council, UK Green Building. «Embodied Carbon: Developing a Client Brief.» 2017.
- Das Gebäudeprogramm. [www.dasgebaeudeprogramm.ch](https://www.dasgebaeudeprogramm.ch/de/). 2021. <https://www.dasgebaeudeprogramm.ch/de/> (último acceso: 2021).
- Eck, Hans van. «EPBD Implementation in The Netherlands.» 2016.
- EPBD, Diario Oficial de la Unión Europea. *DIRECTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO*. 2018.
- EPBD, DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO. *Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings*. Diario Oficial de la Unión Europea, 2010.
- Estudio RT2012. [e-rt2012.fr](https://www.e-rt2012.fr/explications/generalites/qui-s-adresse-la-rt-2012/). 2020. <https://www.e-rt2012.fr/explications/generalites/qui-s-adresse-la-rt-2012/> (último acceso: enero de 2021).
- Federation Francaise du Batiment. [ffbatiment.fr](https://www.ffbatiment.fr/federation-francaise-du-batiment/laffb/mediatheque/batimetiers.html?ID_ARTICLE=2006). 2014. https://www.ffbatiment.fr/federation-francaise-du-batiment/laffb/mediatheque/batimetiers.html?ID_ARTICLE=2006 (último acceso: enero de 2021).
- Gloor, Pascal. *meineheizung.ch*. 2018. <https://meineheizung.ch/de/beratung/fachartikel/artikel/MuKEN-2014-was-Sie-unbedingt-wissen-m%C3%BCssen.html> (último acceso: 2021).
- Green Building Council España. «gbce.es.» 2020. https://gbce.es/archivos/ckfinderfiles/VERDE/VERDE_Edificios_2020_-_Guia_de_evaluacion.pdf (último acceso: enero de 2021).
- Haakana, Maarit. «EPBD implementation in Finland.» 2016.
- Hall, Monika. *One Year Minergie-A—Switzerland's Big Step towards Net ZEB*. Muttenz, Switzerland: Journal of Civil Engineering and Architecture, 2013.
- IC, Instituto de la Construcción, y Idiem. *Manual de Evaluación y Calificación*. Santiago, 2015.
- Minergie AG. *minergie.ch*. 2020. <https://www.minergie.ch/de/zertifizieren/minergie-a/> (último acceso: 2021).
- Ministerio de la Transición Ecológica. *rt-batiment.fr*. 24 de enero de 2019. <http://www.rt-batiment.fr/presentation-a12.html> (último acceso: enero de 2021).
- Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana. *mitma.gob.es*. 2020. <https://www.mitma.gob.es/arquitectura-vivienda-y-suelo/programas-de-ayudas-a-la-vivienda/programa-de-fomento-de-eficiencia-energetica-y-sostenibilidad-en-viviendas> (último acceso: Febrero de 2021).
- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. «codigotecnico.org.» 2020. https://www.codigotecnico.org/pdf/GuiasyOtros/Guia_aplicacion_DBHE2019.pdf (último acceso: enero de 2021).

- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Minvu. *Manual de Procedimientos Calificación Energética de Viviendas*. Santiago: División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional – Ditec, Minvu, 2019.
- Ministerio para la Transición Ecológica. *batiment-energiecarbone.fr*. enero de 2019. <http://www.batiment-energiecarbone.fr/fonctionnement-de-l-experimentation-a12.html>.
- . «boe.es.» 2019. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2019/04/05/244>.
- N. Collado, E. Himpe, D. González, L. Rueda. «Retos para una definición de “Edificios de consumo energético casi nulo”.» *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, 2019: 321-329.
- Observatory, European Constructio Sector. «Policy MEasure Fact Sheet Netherlands.» Reporte, 2017.
- Plenarversammlung, Von der EnDK anlässlich der. *Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKEEn)*. 2015.
- Reino, Ministerio del Interior y Relaciones del. «Ley de 18 de mayo de 2016 que modifica el Libro 7 del Código Civil holandés y la Ley de ejecución de los precios de alquiler del espacio habitable en relación con la posibilidad de que el propietario y el inquilino acuerden una tarifa de rendimiento energ.» *Boletín Oficial del Reino de Los Países Bajos*, 2016.
- Rijksoverheid. «Energielabel voor woningen.» 2021.
- Selamawit Mamo Fufa, Reidun Dahl Schlanbusch, Kari Sørnes, Marianne Inman and Inger Andresen. *A Norwegian ZEB Definition Guideline*. ZEB Project report 29 – 2016, 2016.
- Tor Brekke, Olav Karstad Isachsen,. «EPBD implementation in Norway Status December 2016.» 2016.
- Wessels/Stadlander, Volker. <https://energiesprong.org/country/the-netherlands/>. 2020.
- Zebra2020. *ZEBRA 2020 - NEARLY ZERO-ENERGY*. 2021. <https://zebra2020.eu/> (último acceso: 3 de 3 de 2021).

A1 Anexo taller de visión internacional

El taller se realizó mediante la plataforma online “Teams”, el día 25 de enero del 2021 de 15:00 a 16:30 hrs. Esta actividad fue propuesta durante la reunión de inicio del proyecto, y tuvo como propósito las siguientes acciones.

- Hacer una revisión de las experiencias de países que han hecho el paso a definir los edificios net cero energía
- Fomentar una discusión con los actores relevantes invitados indicadores
- Alimentar el objetivo 3 sobre brechas de implementación en Chile

Los participantes del taller son los siguientes

Nombre	Especialidad / Institución
Margarita Cordaro	Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas
Hernán Madrid	Instituto de la Construcción
Bárbara Rodríguez	Ministerio de Energía
Daniel Menares	Ministerio de Energía
María Fernanda Aguirre	Green Building Council Chile
Hermes Sepúlveda	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Sebastián Garín	Huella Chile
Fernando Colchero	Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios
José Antonio Espinoza	EBP Chile
Franco Morales	EBP Chile
Mauricio Villaseñor	EBP Chile
Monserrat Bobadilla	EBP Chile

A1.1 Actividades realizadas

- Bienvenida. Presentación del equipo EBP Chile, CTEC y participantes (10')
- Presentación de la estructura de la actividad y objetivos del taller (5')
- Presentación de la revisión del estado del arte internacional en la definición de edificaciones de energía neta cero y carbono neto cero, junto con proponer una definición para Chile. (25')
- Ejercicio en la plataforma Miró (20')

- Mesa 1: Margarita Cordaro, Hernán Madrid, Daniel Menares, Fernando Colchero, José Antonio Espinoza.
- Mesa 2: Bárbara Rodríguez, Hermes Sepúlveda, María Fernanda Aguirre, Sebastián Garín, Franco Morales, Monserrat Bobadilla, Mauricio Villaseñor.
- Presentación de las ideas discutidas en las mesas de trabajo (10')
- Cierre y comentarios finales (10')

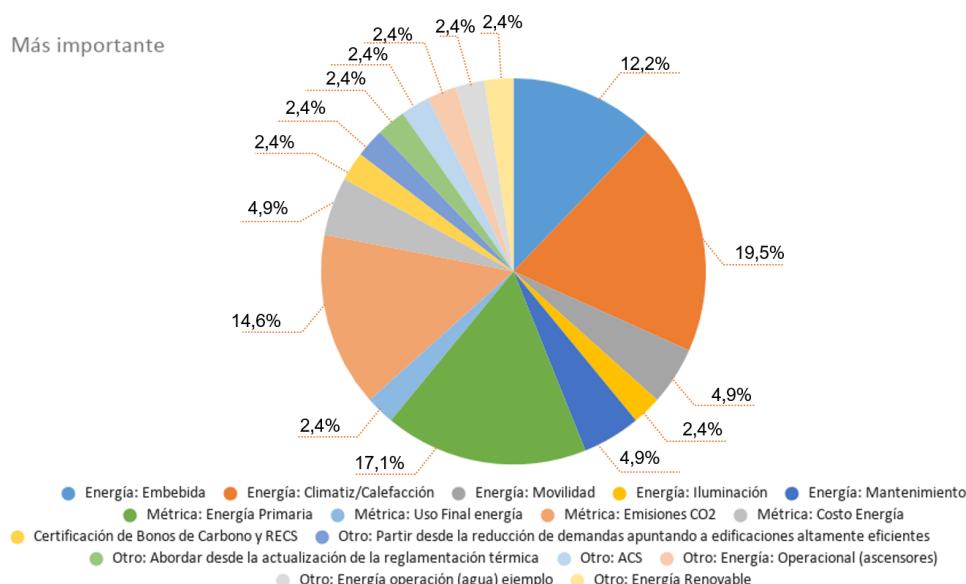
A1.2 Sistematización taller de edificaciones de energía neta cero y carbono neto cero

Se plantea a los participantes la pregunta 1 y se les indica que pueden agregar aspectos que consideren importantes de considerar.

Pregunta 1: En nivel de importancia o relevancia, dónde ubicaría los siguientes conceptos desde su punto de vista.

1	Energía: Embebida*
2	Energía: Climatiz/Calefacción
3	Energía: Movilidad
4	Energía: Iluminación
5	Energía: Artefactos
6	Energía: Mantenimiento
7	Métrica: Energía Primaria
8	Métrica: Uso Final energía
9	Métrica: Emisiones CO2
10	Métrica: Costo Energía

Más Importante



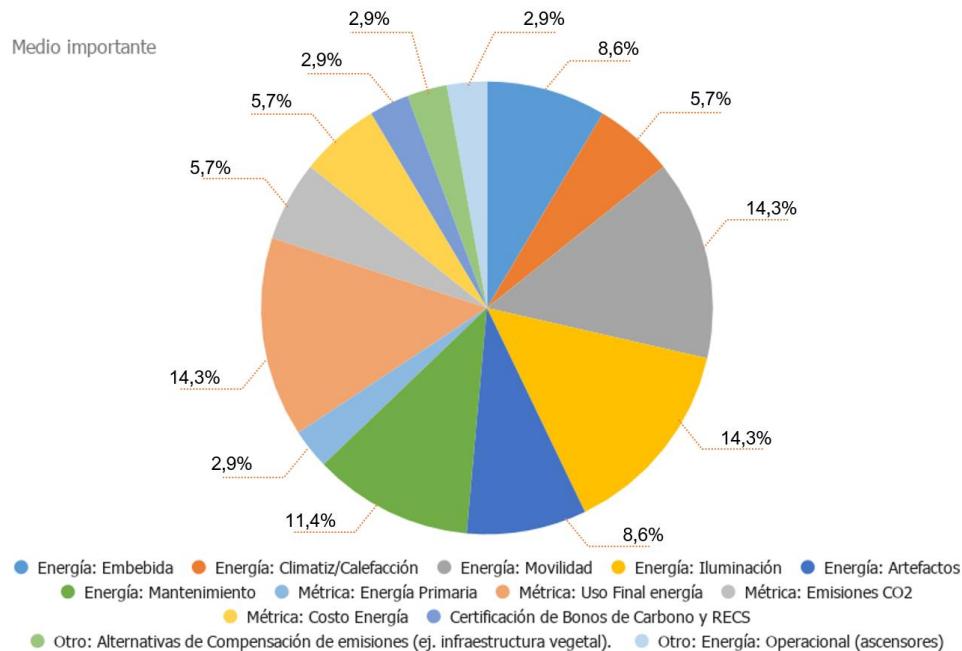
Los aspectos con un mayor porcentaje son los que han sido elegidos una mayor cantidad de veces dentro del total, por parte de los participantes. Cabe mencionar que hay 7 aspectos que fueron propuestos por los participantes para incluir dentro de la categoría de “más importantes”. Éstos son:

- Certificación de Bonos de Carbono y RECS
- Otro: Partir desde la reducción de demandas apuntando a edificaciones altamente eficientes
- Otro: Abordar desde la actualización de la reglamentación térmica
- Otro: ACS
- Otro: Energía operacional (ascensores)
- Otro: Energía operación (agua) ejemplo
- Otro: Energía renovable

Dentro de los aspectos propuestos por el equipo de estudio, los participantes han definido como “más importantes”, para considerar dentro de la definición de edificaciones de energía neta cero y carbono neto cero, los siguientes según mayor votación:

1. Energía: Climatización/Calefacción **19,5%**
2. Métrica: Energía Primaria **17,1%**
3. Métrica: Emisiones de CO2 **14,6%**
4. Energía: Embebida **12,2%**

Medio Importante



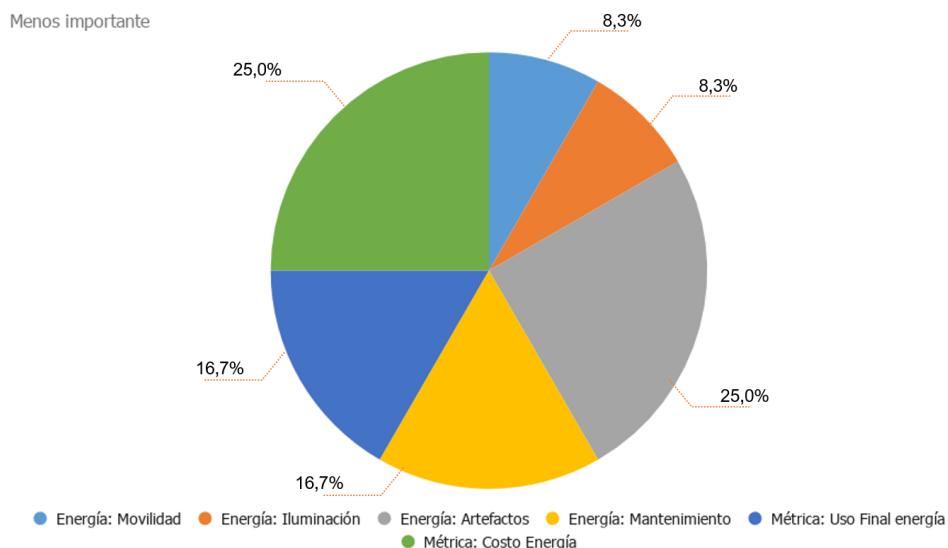
Los aspectos con un mayor porcentaje son los que han sido elegidos una mayor cantidad de veces dentro del total, por parte de los participantes en esta categoría. Cabe mencionar que hay 3 aspectos que fueron propuestos por los participantes para incluir dentro de la categoría de “medio importantes”. Éstos son:

- Certificación de Bonos de Carbono y RECS
- Otro: Energía operacional (ascensores)
- Otro: Alternativas de compensación de emisiones (ej. infraestructura vegetal)

Dentro de los aspectos propuestos por el equipo de estudio, los participantes han definido como “medio importantes”, para considerar dentro de la definición de edificaciones de energía neta cero y carbono neto cero, los siguientes según mayor votación:

1. Energía: Iluminación **14,3%**
2. Métrica: Uso Final Energía **14,3%**
3. Energía: Movilidad **14,3%**
4. Energía: Mantenimiento **11,4%**

Menos Importante



Los aspectos con un mayor porcentaje son los que han sido elegidos una mayor cantidad de veces dentro del total, por parte de los participantes en esta categoría.

Dentro de los aspectos propuestos por el equipo de estudio, los participantes han elegido incluir sólo 6 de los 10 para catalogar como “menos importantes”, para considerar dentro de la definición de edificaciones de energía neta cero y carbono neto cero, los siguientes según mayor votación:

1. Métrica: Costo Energía **25,0%**
2. Energía: Artefactos **25,0%**
3. Energía: Uso Final Energía **16,7%**
4. Energía: Mantenimiento **16,7%**

Pregunta 2: Desde su sector, ¿qué brechas ve en Chile para adoptar edificaciones de energía neta cero y carbono neto cero?

Se le ha pedido a los participantes que indiquen brechas tecnológicas, normativas, institucionales, etc. que podrían tener desde su sector. Se les han dado algunos ejemplos que también pueden incluir si estiman pertinente. Estos ejemplos son:

1	Mínimo aporte de energía renovable
2	Huella de carbono de materiales
3	Conocimiento técnico
4	Costos de tecnologías

- | | |
|---|----------------------------------|
| 5 | Incentivos financieros bancarios |
| 6 | Falta de proyectos piloto |

Los participantes han indicado el siguiente listado de factores importantes a considerar que podrían significar brechas desde su sector:

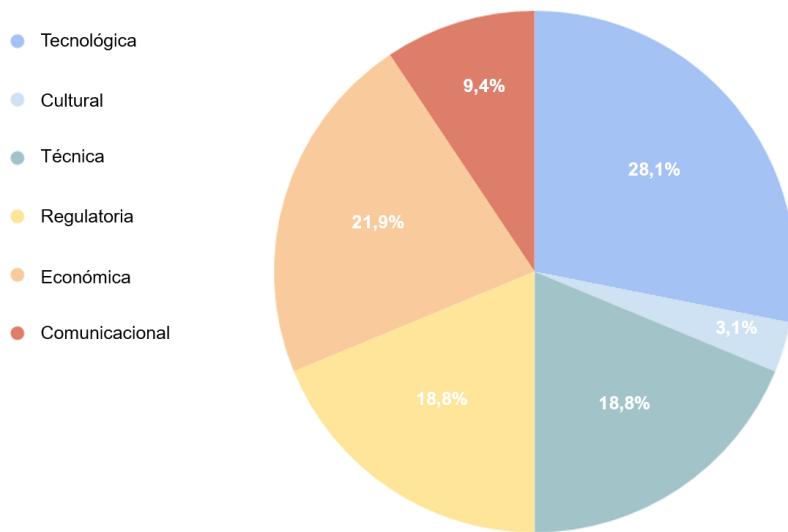
Desde su sector, ¿qué brechas ve en Chile para adoptar edificaciones energía neta cero y carbono neto cero?

Tipo de brecha	Aspecto
Tecnológica	Guías con Alternativas de Compensación de Emisiones (Ciclo de Vida completo)
	Huella de Carbono de Producto (Inventario Nacional)
	Aún no incorporamos métricas de emisiones de GEI (gas de efecto invernadero) junto a los indicadores de demanda energética/producción energética
	Caracterización de Carbono (Ciclo de Vida Completo) de Edificaciones (Tipología y Zona Climática)
	La energía embebida tiene pobres inventarios
	Trazabilidad de compensaciones para Net Zero (ERNC/CO2e)
	Falta de información de Consumo y DAP (Declaración Ambiental de Productos) de materiales
	Huella de carbono de materiales (declaraciones)
Cultural	Diseño pasivo
	Valor local y cultural
	Homologación de definiciones entre distintas iniciativas (políticas, Normas, etc.)
	Generación y Gestión de Capacidades (simil Plan BIM)
Técnica	Bajo conocimiento en la industria acerca de huella y datos de carbono incorporado
	Falta de conocimiento
	Falta de conocimiento técnico y financiero a todo nivel
	Capacitación humana en implementación
Regulatorias	Generadoras chilenas de ERNC con Bonos de Carbono y RECS certificados (evitar doble conteo)
	Cuidar las condiciones ambientales apropiadas
	Actualización de la Reglamentación Térmica
	Reglas claras y estandarizadas

	Falta de marco regulatorio
	Períodos de gobierno
Económica	Incentivos Financieros para PYMES
	Vínculo con Modelo de Economía Circular
	Incentivos normativos/económicos
	Instrumentos financieros para implementación de proyectos de reducción
	Costo de tecnologías
	Incentivos para construcciones net zero
	El mito de que construir eficiente es más caro
Comunicacional	Mayor difusión de NCh (normas chilenas) asociadas a este tema
	Falta de definición y sello net-Zero
	Faltan pilotos para compartir experiencias exitosas

Se han clasificado los diferentes aspectos propuestos por los participantes en “Tipos de brechas” (Tecnológica, Cultural, Técnica, Regulatoria, Económica, Comunicacional) para determinar en qué sector se enmarcan los mayores desafíos para la adopción de edificaciones de energía neta cero y carbono neto cero.

Brechas para adoptar edificaciones Net Zero en Chile



Se observa que los mayores retos se encuentran en las brechas tecnológicas y económicas. Cabe mencionar que todas éstas además se interrelacionan entre sí y el funcionamiento de algunos aspectos depende del apoyo de más de un sector.

A1.3 Apreciaciones generales del taller

- Se considera una buena instancia para poner el tema sobre la mesa y comenzar a llegar a acuerdo entre diferentes actores de la sociedad civil, sector público, privado y la academia, de los aspectos más relevantes que debe incluir la definición de las edificaciones netas cero y carbono neto cero en nuestro país.
- Se hace hincapié en que las medidas que se adopten, deben velar por un correcto uso que contribuya a la protección del medio ambiente, el cuidado de las personas y evitar problemas como el “Greenwashing” que ha ocurrido de alguna medida en otros países al adoptar nuevas políticas relacionadas con la sustentabilidad y el medio ambiente.