



Análisis de infraestructura sustentable en edificios utilizados por instituciones del sector público de la capital regional de Ñuble

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE TÉCNICO EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

Christian Rodrigo Cerda Moraga

Cecilia Fabiola Contreras Rodríguez

Carolina Elisa Vergara González

Profesor Guía: Omar Eduardo Acuña Moraga

Chillán, enero de 2019

Agradecimientos

Quiero agradecer al profesor Omar Acuña por guiarnos en esta labor de término, por su paciencia y capacidad de respuesta.

También quiero agradecer a mis hijos Emilio y Gaspar por entender que la mamá no estuvo tan presente este último tiempo. A mis padres y hermanas por ayudarme a llenar ese vacío. Finalmente, a mi jefe por apoyarme en este camino y alentarme a no caer.

Carolina Vergara González

Gracias a cada uno de los integrantes de familia que, de alguna u otra forma, me han dado su apoyo y fuerza para llegar hasta la etapa final, especialmente, a mis padres quienes a pesar de no entender muy bien esta etapa del proceso, sus palabras de aliento son muy importantes.

Agradecer en especial a mi marido Mario González por el apoyo en los primeros dos años de mi carrera siendo el primer impulsor de este desafío. Las infinitas gracias a mi hijo Lucas quien se ha sumado por completo a este estudio, acompañándome en las distintas tareas de este proyecto, por todo su sacrificio, por aguantar comidas rápidas, por trasnoches juntos, pero siempre dispuesto a brindarme su compañía.

Cecilia Contreras Rodríguez

En esta oportunidad quisiera agradecer primeramente a nuestro profesor guía Don Omar Acuña, quien nos ha ayudado a direccionar de gran manera nuestro proyecto.

También mencionar sin lugar a dudas a mi familia, partiendo por mi señora Daniela Pérez por la paciencia de soportarme en estos 3 años de estudios, la falta de tiempo que le he restado por cumplir el sueño de estar en la universidad. A Maximiliano, mi hijo, que en su cabeza de niño de 9 años pregunta regularmente cómo me va en la universidad, entendiendo que es una etapa importante y que el tiempo que a veces no le puedo dar por tener que estudiar o hacer un trabajo que es importante y lo entienden como tal. A Benjamín e Isidora, no siendo mis hijos los quiero como si lo fueran, agradecerles por el apoyo que me entregaron día a día, donde siempre mostraron su preocupación por mí en esta etapa. Mis padres y mi hermana, que además siempre tuvieron palabras de aliento hacia mí, motivando mi paso por la universidad donde siempre me incentivaban a seguir y no caer.

Christian Cerda Moraga

Índice

| | |
|---|----|
| Capítulo 1 | 5 |
| 1.1 Introducción | 5 |
| 1.2 Objetivos | 8 |
| 1.2.1 Objetivo general | 8 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 8 |
| 1.3 Importancia y justificaciones | 8 |
| 1.4 Limitaciones | 10 |
| 1.5 Delimitaciones | 10 |
| Capítulo 2: Marco Teórico | 11 |
| 2.1 Sustentabilidad | 11 |
| 2.1.1 Eco-friendly | 12 |
| 2.2 Sustentabilidad y grupo socioeconómico | 13 |
| 2.3 Consumo sustentable | 14 |
| 2.4 Edificación sustentable | 14 |
| 2.4.1 Eficiencia energética | 15 |
| 2.4.2 Eficiencia hídrica | 15 |
| 2.4.3 Eficiencia de uso de materiales | 16 |
| 2.5 Ventajas de la construcción sustentable | 17 |
| 2.6 La sustentabilidad como el futuro de las edificaciones | 17 |
| 2.7 Ciclo de vida de una construcción sustentable | 19 |
| 2.7.1 La importancia del análisis del ciclo de vida en el futuro de la industria de los edificios sostenibles | 20 |
| 2.8 Normas que rigen la sustentabilidad en el mundo | 21 |
| 2.8.1 Normas o códigos para una edificación sustentable | 22 |
| Capítulo 3: Metodología | 27 |
| 3.1 Tipo de estudio | 27 |
| 3.2 Diseño de la investigación | 27 |
| 3.3 Sujeto de estudio | 27 |
| 3.4 Instrumento de recolección de datos | 28 |
| 3.5 Validación del instrumento | 29 |
| 3.6 Mecanismo de recolección de datos | 29 |
| 3.7 Tabulación | 29 |
| 3.8 Características generales de la ciudad de Chillán | 30 |

| | |
|--|----|
| 3.8.1 Características de densidad y superficie | 30 |
| 3.8.2 Características geomorfológicas | 30 |
| 3.8.3 Edafología de Chillán | 30 |
| 3.8.4 Hidrografía de la comuna | 31 |
| 3.8.5 Clima de la ciudad | 31 |
| 3.9 Antecedentes de la infraestructura de Chillán | 31 |
| 3.9.1 Infraestructura según su uso | 33 |
| Capítulo 4: Resultados | 33 |
| 4.1 Caracterización de los edificios de estudio | 33 |
| 4.2 Grado de sustentabilidad de los edificios utilizados por instituciones públicas | 33 |
| 4.2.1 Grado de sustentabilidad de los edificios analizados | 38 |
| 4.3 Criterios usados para calificar los edificios como sustentables | 41 |
| Capítulo 5: Conclusiones | 46 |
| 5.1 Discusión de los resultados | 46 |
| 5.1.1 Discusión sobre edificación sustentable en Chillán | 46 |
| 5.2 Conclusiones | 47 |
| 6. Anexos | 49 |
| 7. Bibliografía | 50 |

Índice de Gráficos

| | |
|--|----|
| Gráfico 1. Promedio aspectos temáticos | 34 |
| Gráfico 2. Resultado Calidad del ambiente interior o bienestar | 35 |
| Gráfico 3. Resultado Energía | 36 |
| Gráfico 4. Resultado Agua | 37 |
| Gráfico 5. Resultado Residuos | 38 |
| Gráfico 6. Ranking de sustentabilidad | 39 |
| Gráfico 7. Cumplimiento porcentual de los criterios de sustentabilidad en detalle | 42 |

Índice de Ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Ciclo de vida de una construcción sustentable | 19 |
| Ilustración 2. Criterio de sustentabilidad | 20 |
| Ilustración 3. Cadena de construcción | 20 |

Capítulo 1: Introducción

1.1 Introducción

La alarma está encendida: se estima que solo hay plazo hasta el 2030 para revertir el calentamiento global (ONU, 2018), pero ¿qué está haciendo la sociedad al respecto? Corría el año 1992 y en la ciudad de Río se daba inicio a uno de los planes más ambiciosos y esperanzadores por el clima: la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático es el principal acuerdo internacional respecto a este fenómeno y contempla tanto el Protocolo de Kioto como el Acuerdo de París.

La puesta en marcha del Protocolo de Kioto data del año 1997, en donde se establecía una disminución de 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con el año 1990; sin embargo, no era lo suficientemente vinculante como para obligar a las naciones comprometidas a cumplir con el acuerdo. Es por este motivo que durante el segundo ciclo de vida del Protocolo (2013) se aplica la enmienda de Doha para revertir esta situación.

El Acuerdo de París, por su parte, se celebró en noviembre de 2015 y allí se estableció que se debe mantener la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con relación a periodos preindustriales y generar todos los esfuerzos posibles por limitar el aumento a no más de 1,5°C. Entró en vigor en 2016 y toda la UE lo firmó, así como también nuestro país.

Si bien Chile no genera un impacto global significativo debido a su densidad poblacional, sí lo hace localmente y, por tanto, su compromiso ha estado enfocado en acciones como: incentivar el reciclaje y el uso de medios de transporte no contaminantes, reducción de la utilización de bolsas plásticas, la construcción sustentable, entre otras.

Según la UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el ambiente), a nivel mundial, el sector de la construcción genera hasta 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente por el uso de energía durante la vida útil de los edificios. Por lo tanto, identificar oportunidades para reducir estas emisiones, dentro de la cadena de

valor de un edificio, se ha convertido en una prioridad en el esfuerzo mundial para reducir el cambio climático.

Acorde al Programa para las Naciones Unidas, la construcción sustentable debe constituir una manera de satisfacer las necesidades de vivienda e infraestructura del presente, sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades en tiempos futuros (UNEP, 2010). En otras palabras, “considerar una preocupación especial hacia el cuidado de los recursos naturales previniendo la contaminación ambiental, para proporcionar un ambiente saludable, tanto en el interior de los edificios como en su entorno” (Kibert, 1994, citado en construcción sustentable).

Se puede establecer, entonces, que la construcción sustentable debe centrarse en minimizar la cantidad de recursos que consumen actualmente los edificios durante su ciclo de vida. Muchas veces, estos recursos no son renovables y su utilización tiene repercusiones directas en el ambiente, los que a su vez, derivan además en impactos sociales y económicos, siendo de este modo, la eficiencia en el uso de la energía una característica intrínseca de las construcciones sustentables (Hernández y Meza, 2010, citado en Estudio del flujo energético en el ciclo de vida de una vivienda y su implicancia en las emisiones de gases de efecto invernadero durante la fase de construcción. Caso estudio: vivienda tipología social).

En la actualidad, la metodología Evaluación de Ciclo de Vida (ECV) constituye el mejor marco disponible para evaluar los impactos ambientales potenciales de cualquier producto o actividad, producto o servicio sin límites geográficos, funcionales o temporales, ya que “se examinan todos los procesos seguidos por las materias, desde su extracción, transformación y uso hasta el retorno a la naturaleza en forma de residuos” (CIRCE, 2011, citado en Estudio del flujo energético en el ciclo de vida de una vivienda y su implicancia en las emisiones de gases de efecto invernadero durante la fase de construcción. Caso estudio: vivienda tipología social).

En lo general, el ciclo de vida de una construcción comienza desde la planificación del diseño hasta la operación y eventual cierre de la infraestructura. En lo particular, el ciclo de vida de una edificación es el siguiente: producción de la materia prima, transporte de la

misma, instalación en el lugar de faena, uso del edificio (habitualmente 50 años) y el fin de vida del edificio (demolición y reciclado).

Las mediciones existentes respecto a la emanación de GEI apuntan principalmente, al uso del edificio. En este sentido, el sector de la construcción tiene un importante papel en la reducción de la demanda energética, ya que según antecedentes de la CNE (2007), el sector comercial, público y residencial representa el 25% del consumo final de energía del país; y dentro de este sector, el residencial representa un 82,8%; el comercial un 14,1% y el público un 3,1% (Trebilcock, 2010, citado en Estudio del flujo energético en el ciclo de vida de una vivienda y su implicancia en las emisiones de gases de efecto invernadero durante la fase de construcción. Caso estudio: vivienda tipología social).

La cifra que aportan los materiales de construcción, referidas a las emisiones de GEI, es mayor al 30% de la energía total y del 40% de las emisiones de CO₂ respecto a los producidos en toda la vida útil del edificio, siendo el segundo factor de demanda energética, solamente superado por la calefacción (Zabalza, 2009, citado en Estudio del flujo energético en el ciclo de vida de una vivienda y su implicancia en las emisiones de gases de efecto invernadero durante la fase de construcción. Caso estudio: vivienda tipología social).

La actividad de la edificación necesita reinventarse y generar un cambio de paradigma en el modo de planificar el territorio y sus edificios, así como también su habitabilidad convirtiendo los procesos de producción de los materiales utilizados por el sector, en ciclos cerrados de uso, de reutilización, de reciclado y de devolución de los recursos al medio natural, siguiendo los principios de la ecología industrial.

Ya que el diseño eficiente de los edificios puede desempeñar un papel clave en la lucha contra el cambio climático, incorporar estrategias que apunten a disminuir el impacto en el medioambiente y aumentar la ecoeficiencia en toda cadena de valor de una edificación, hace posible reducir las emisiones de GEI. Al respecto, el consumo de energía, debe ser considerado como un indicador de sustentabilidad y, disminuir su uso, permite avanzar hacia una construcción sostenible.

En el presente capítulo, se muestra una revisión sobre las problemáticas ambientales del área de la construcción, evidenciando así las adversidades que presentan los ciclos de vida del edificio para dar cumplimiento al compromiso de sustentabilidad.

En el presente proyecto se llevará a cabo un estudio que permita analizar la sustentabilidad de los edificios usados por instituciones públicas en la capital regional de Ñuble. La investigación será de carácter cuantitativo, cuyo instrumento de medición está compuesto por distintos campos conformados por afirmaciones en escala Likert, esta recolección de datos se realizará mediante la aplicación del instrumento al funcionario del edificio que esté autorizado para hacerlo, con el fin, de determinar la sustentabilidad de dichos edificios.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Analizar la infraestructura sustentable de edificios usados por instituciones estatales dentro de la capital regional de Ñuble, bajo la mirada de la norma de certificación exclusiva de construcción sustentable que tiene el país.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar edificios que sean utilizados para fines públicos, bajo el alero del Estado.
- Descubrir que tan sustentables son dichos edificios que se utilizan por instituciones públicas.
- Diagnosticar el cumplimiento real de la norma en edificios ya mencionados.

1.3 Importancia y justificaciones

Se estima que solo hay tiempo hasta el 2030 para revertir el calentamiento global (ONU, 2018), los glaciares se están derritiendo, el nivel del mar aumenta, las selvas se están secando, la flora y fauna luchan para poder mantenerse, todo esto producto de la emisión

de gases que retienen el calor, llamados Gases de efecto invernadero, causados por la raza humana, pero ¿qué se está haciendo al respecto?

Una de sus primeras soluciones es mejorar la construcción de edificios, con la llamada edificación sustentable, cuyos principales factores son el gran crecimiento de la población, la demanda energética, los cambios climáticos y el mal manejo de residuos.

La sustentabilidad en la edificación es de gran importancia, ya que es la total administración eficiente y racional de todos los recursos, de tal forma que sea posible mejorar el bienestar de la sociedad actual, con el máximo compromiso de perfeccionar la calidad de vida actual sin comprometer la de las generaciones futuras, con construcciones sencillas, orgánicas, abiertas y rentables de una forma innovadora, inteligente, ecológica y de calidad. Esta nueva actividad se ha convertido en una gran tendencia mundial siendo una de las iniciativas más implementadas en todo el mundo.

Según la investigación revelada en el portal de noticias CNN Chile, el país está 30 años atrasado en materia de reciclaje y solo se recicla 10% de los desechos. Adicionalmente, se supera el nivel de PM 2,5 considerado como el límite permitido de emisión de material particulado en el aire; siendo Coyhaique la ciudad que triplica ese valor (citado en Fundación Chile, 2018). Dada la densidad demográfica de Chile, las emisiones de gases de efecto invernadero del país no alcanzan a agravar globalmente la situación; sin embargo, sí lo hace localmente: se cree que para el año 2025, el nivel de déficit hídrico llegue a 149m³/s (citado en Fundación Chile, 2018), casi el doble de lo registrado a la fecha, lo que arrastra consigo una serie de otros problemas desencadenados de la misma raíz. Si bien el país ha firmado distintos tratados para comprometerse a garantizar que la temperatura del planeta no aumente más de 1,5°C con el fin de lograr la estabilidad mundial, en lo local, poco a poco el Estado se ha ido sumando a la difícil misión de reducir los contaminantes. En el 2012, bajo mandato de Ministerio de Obras Públicas, la Cámara Chilena de la Construcción y el Colegio de Arquitectos, con el aporte económico de Innova Corfo, y la colaboración técnica del Idiem se inició el diseño de edificación sustentable. Este proceso culminó el año 2014, de manera que desde entonces, se puede “evaluar, calificar y certificar el comportamiento ambiental de edificios de uso público en Chile, tanto nuevos como existentes, sin diferenciar

el tipo de administración” (CES, 2014). Ahora bien, ¿en qué porcentaje se cumple esta norma con los edificios usados por instituciones del Estado? Es la interrogante que intentaremos dilucidar en la nueva capital de Ñuble, con el fin de analizar si la norma se cumple en su seno, de manera que nos catalogue a Ñuble como una región sustentable y la contribución de esta investigación proveerá lineamientos base para la ejecución de proyectos de mejoramiento en el ámbito de la sustentabilidad en edificios.

1.4 Limitaciones

- El acceso a la información, ya que no es de conocimiento público.
- El tiempo para encuestar, ya que no se dispone del tiempo del encuestado.
- El tamaño de la muestra, ya que se corre el riesgo de que se niegue la información reduciendo su tamaño.
- Escasez de estudios previos relacionados directamente con el tema a abordar.

1.5 Delimitaciones

- El presente estudio identificará, descubrirá y diagnosticará el cumplimiento de la norma de sustentabilidad en los edificios de uso público en Chillán.
- La investigación solo abarcará una muestra significativa de los edificios usados por instituciones estatales dentro de la capital regional de Ñuble.

Capítulo 2: Marco Teórico

2.1 Sustentabilidad

Al hablar de sustentabilidad es inevitable que confluyan las distintas áreas de la participación humana en sociedad. Su cualidad poli semántica le permite abarcar aspectos tanto ecológicos como económicos e interconectarlos para conformar una corriente que salve al planeta de la destrucción total. En general, se refiere a “la cualidad de poder mantenerse por sí mismo, sin ayuda exterior y sin agotar los recursos disponibles” (Guerrero, L., 2018) ni poner en jaque los recursos de las generaciones futuras. “Sustentabilidad sería, pues, producir bienes y servicios a partir nuestros recursos (naturales, energéticos, económicos), a un ritmo en el cual no los agotemos y en el cual no produzcamos más contaminantes de aquellos que puede absorber el medio ambiente sin ser perjudicado” (Sustentabilidad, 2017). El equilibrio consiste en mantener estable los cuatro aspectos fundamentales de este concepto: sociedad, ambiente, cultura y economía.

La sustentabilidad social implica satisfacer las necesidades del individuo, así como también conservar las tradiciones y los derechos inherentes al territorio que se habita. En lo particular, “el concepto de sustentabilidad social implica impulsar acciones que permitan el cumplimiento de los derechos económicos, políticos, culturales, equidad de géneros y de razas entre las personas que habitan las diversas regiones del planeta” (Sustentabilidad social, 2018).

La sustentabilidad ambiental es la más conocida: día a día, se puede observar cómo cada vez más organizaciones y comunidades unen ideas y acciones para frenar el calentamiento global y, con ello, sus ya conocidas consecuencias. El ecosistema no pertenece solo a un lugar, ya que no conoce de fronteras, sino que al mundo entero y, por tanto, tomar medidas para revertir el daño ambiental es condición *sine qua non*. Existen diversos planes de acción contingentes dispuestos en la web para ejecutarlos en casa, además de todos los acuerdos que se han tomado a nivel mundial, es decir, existen recursos de fácil disposición que ayudan a disminuir la huella contaminante que cada individuo deja en su paso por este mundo.

La sustentabilidad cultural, por su parte, es un campo de exploración relativamente nuevo. La cultura explica la interrelación entre la sociedad y su entorno. Con la globalización, las ideas externas a las comunidades afectan positiva o negativamente a la

cultura interna de un país, es decir, tiene un impacto que condiciona el actuar de las sociedades. “La comprensión de la cultura en cada nación, hoy es vista como un activo que debe ser comprendido porque finalmente, de hábitos y de costumbres se nutren nuestras organizaciones” (Godoy, 2013).

Comprender la relación entre cultura y sustentabilidad es relevante para resolver problemas a nivel energético, por ejemplo. Años atrás, en países como México, la siesta en los horarios de más calor era un hábito permitido y valorado por la sociedad. Hoy en día, tal práctica ha sido erradicada y, en su reemplazo, se han colocado aires acondicionados con un costo energético enorme. Entonces ¿cuánto se ha perdido o ganado por la globalización? ¿Vale la pena?

Como se ha revisado, la sustentabilidad económica se entrelaza con las anteriormente mencionadas. Por tanto, “promueve un uso racional de los recursos económicos que permita, a partir del empleo de los mínimos recursos (medios, materia, energía), la maximización de los beneficios. Su objetivo es lograr, mediante un modelo consciente de desarrollo económico, un cierto nivel de bienestar social que brinde a toda la población la posibilidad de acceder a un buen nivel de vida y tener las mismas oportunidades.” (Sustentabilidad, 2017).

2.1.1 Eco-friendly

La traducción literal de *eco-friendly* sería: amigo de la ecología, es decir, respetuoso con el medio ambiente o ecológico. En este sentido, ser *eco-friendly* es ser sustentable, es decir, intentar mantener un equilibrio entre el medioambiente, el área social y la económica. Conseguirlo no es fácil: por ejemplo, un producto de agricultura ecológica, local y con un precio justo tanto para el consumidor como para el productor conformarían una situación ideal porque con estos tres puntos estaríamos llegando al equilibrio entre el medioambiente (producto ecológico), el área social (producto local, que fomenta la economía de la zona) y la económica (precio justo para todos). Además de acercarse a este equilibrio, hay que procurar ser respetuoso con el medioambiente en todas las actividades diarias: reciclar, reutilizar, ahorrar electricidad y agua, cocinar sustentablemente, disminuir el uso del automóvil, entre muchos otros.

Como se ha observado, la sustentabilidad no se trata solo sobre la selección de desechos: implica cambiar la cosmovisión de la vida como se conoce hasta hoy en favor de una causa mayor y común. Existen una serie de gestiones que se pueden realizar en casa que contribuyen a ayudar al entorno y que pueden desencadenar un efecto dominó en quienes rodean al individuo y sus comunidades. Son ejercicios tan básicos como llevar una bolsa reutilizable al realizar las compras, desenchufar los aparatos que no se estén utilizando, preferir los envases de vidrio, cuidar el consumo de agua, entre otros. Sin embargo, todos ellos requieren de un cambio cultural.

Por ello, es importante siempre estar informado y difundir dicha información para que las personas se familiaricen con la contingencia y puedan tomar conciencia de esta transformación magnánima, la que puede involucrar e influenciar incluso la decisión de quiénes van a gobernar. Visto de ese modo, “ser *eco-friendly* es proponer el surgimiento de un nuevo ser humano, capaz de desarrollarse en armonía con su entorno natural y social” (Ser sustentable o no ser, s.f.). Entonces, actuar de manera sustentable no es hacer lo correcto, sino es la única manera de hacer las cosas.

2.2 Sustentabilidad y grupo socioeconómico

Según el Estudio cuantitativo de sustentabilidad (2017) realizado por la Fundación Chile, en conjunto con el Sernac, se pudo establecer que “quienes pertenecen a un nivel socioeconómico más alto atribuyen de manera más pronunciada la sustentabilidad al cuidado del medio ambiente. Por otro lado, quienes pertenecen a niveles socioeconómicos más bajos declaran con mayor frecuencia no saber a qué idea relacionar el concepto de sustentabilidad.” Es decir, cuanto mayor acceso a la información y proximidad al uso consciente de los recursos naturales, mayor será el sentido de responsabilidad con el futuro.

En el mismo estudio se revela que la acción sustentable que más se repite entre todos los grupos socioeconómicos (GSE) es el cuidado con el consumo de energía y agua. Cabe decir que, si bien esta conducta fue definida como sustentable, también es posible considerarla como una conducta inserta en una lógica económica, es decir, “que se lleva a

cabo no solo por afán de sustentabilidad sino simplemente para ahorrar dinero.” (Fundación Chile, 2017).

2.3 Consumo sustentable

“El consumo sustentable es elegir y consumir productos y servicios de manera que podamos satisfacer nuestras necesidades sin perjudicar al medioambiente ni al bienestar de otras personas” (Fundación Chile, 2017). A pesar de lo anteriormente señalado, la población tiende a asociar consumo sustentable solo con la protección del medioambiente; sin embargo, es más que eso porque también engloba el comercio justo, los alimentos, la producción sustentable, estilo de vida, construcción sustentable, entre otras variables.

Las empresas, fábricas y demás productores también deben hacer planes de producción sustentables haciendo uso racional de los recursos naturales, en especial de los no renovables, e incentivar al consumidor a ser más responsable al momento de elegir un producto según su nivel de contaminación. Por tanto, es importante fomentar la creación de empresas o sistemas de producción y consumo sustentables que ejemplifiquen con sus actos lo que la sociedad debe replicar. La empresa, sea cual sea, tiene siempre una responsabilidad con su entorno y con quienes lo componen.

Uno de los campos que, desafortunadamente, emite la mayor cantidad de CO₂ en el mundo (alrededor de 40%) es la edificación.

2.4 Edificación Sustentable

En términos generales, la edificación sustentable es el desarrollo de la construcción tradicional incluyendo consideraciones de responsabilidad con el medioambiente por parte de todos los actores involucrados. Lo anteriormente mencionado, desencadena especial interés por generar conductas sustentables en todas las etapas del proceso de edificación, considerando las diferentes alternativas existentes, con una preocupación enfocada hacia el cuidado de los recursos naturales y la prevención de la contaminación ambiental, para así proporcionar un ambiente saludable, tanto en el interior de los edificios como en su entorno (Kibert, 1994). En este sentido, se puede establecer que la edificación sustentable es sinónimo de edificación apta para el futuro.

2.4.1 Eficiencia energética

Comúnmente, se dice que una edificación es sustentable cuando ostenta la cualidad de eficiencia energética, al reducir el uso de energía eléctrica y de combustibles utilizados, conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios. Su existencia es esencial para el desarrollo sustentable, debido a que permite desacoplar el desarrollo económico del consumo energético, al reemplazar las energías convencionales por energías renovables y, de esta manera, reducir los impactos negativos del consumo energético ayudando a combatir el cambio climático y a la vez, permitiendo mejorar la calidad de vida tanto del individuo como de la sociedad. De esta forma, las energías renovables potencian y complementan la eficiencia energética.

2.4.2 Eficiencia hídrica

Por su parte, la eficiencia hídrica llama al correcto uso del agua y/o la reducción de la misma, ya que “el agua es un recurso natural no renovable y a la vez un recurso limitado” (del Amo, 2015). El Ciclo Integral del Agua abarca una amplia gama de actuaciones, desde “la captación en origen del recurso hídrico, pasando por su potabilización, distribución, saneamiento y depuración, y devolviendo finalmente el agua al medio natural en condiciones óptimas” (del Amo, 2015).

Por tal motivo, la gestión del agua debe dar solución a distintas problemáticas propias del uso de este recurso. Entre ellas está garantizar un uso sostenible, proteger y recuperar su calidad, tanto para el uso humano como a nivel de ecosistema y evitar que la falta de agua sea un freno para un desarrollo social razonable. La implementación de normas de eficiencia hídrica, por medio de certificaciones, supone una elevada importancia en el ahorro del agua a nivel global.

2.4.3 Eficiencia del uso de materiales

Adicionalmente, respecto al uso de materiales no contaminantes o renovables, “la investigación y el desarrollo han logrado importantes avances en construcción y hoy en día es posible construir infraestructuras sostenibles y resilientes, en gran medida gracias al

empleo de materiales compuestos” (Acciona, s. f.).

Se pueden encontrar las siguientes medidas que aportan a la sustentabilidad en infraestructuras:

- Uso pasivo de la energía solar térmica (orientación, aislamiento térmico)
- Iluminación y ventilación natural/eficiente
- Disminución de las emisiones a la atmósfera
- Reducción del consumo de energía
- Preferencia de energías renovables
- Uso eficiente de las instalaciones y de las energías utilizada
- No usar materiales potencialmente peligrosos
- Uso de materiales renovables
- Uso de materiales reutilizables y reciclables, minimizar residuos
- Uso eficaz de los materiales y procesos
- Aumento de la durabilidad, transformación y flexibilidad (vida útil, calidad)

No obstante la importancia de estos factores, por sí solos no son suficientes. El concepto de sustentabilidad amplía el campo de visión respecto a la problemática en cuestión y propone metas a corto y largo plazo, de manera que no se comprometan los recursos disponibles para las generaciones futuras. Si bien el avance en las instalaciones de dispositivos tecnológicos, la eficiencia en todos los niveles de construcción, el análisis por ciclo de vida de un edificio y el proceso integral de planificación son evidencia de lo rápido que se está actuando, hay un proceso que exige mayor compromiso ciudadano y, por tanto, cambios a nivel cultural: crear conciencia en la sociedad sobre el uso correcto de los recursos naturales.

En la historia existen innumerables convenciones cuyo foco central es el cambio climático. Una de ellas ocurrió bajo fuertes presiones originadas en el marco de protocolos internacionales, en particular el “Protocolo de Kioto”, el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón, la cual fue una Convención en el Marco de las Naciones Unidas sobre el

Cambio Climático (CMNUCC), donde se tomó un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global y que están presente también en la construcción de edificios. Los gases son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), y los otros tres son tipos de gases industriales fluorados: los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆). Los países industrializados se comprometieron a cumplir un conjunto de medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Principalmente, países como Estados Unidos, China y Rusia comprometieron la reducción de al menos 5 % en promedio de las emisiones de los gases de efecto invernadero, tomando como referencia los niveles de 1990. Con este panorama, las metas se concentraron en indagar y desarrollar el potencial ofrecido por el parque edilicio y su capacidad de posibilitar la disminución deseada a través de la implementación de políticas ambientales y de investigaciones orientadas al campo de la construcción (Cole y Larsson, 2002).

2.5 Ventajas de la Construcción Sustentable

- Ahorro en la operación de la edificación
- Mitigación de riesgos en la etapa de construcción
- Mejor calidad de vida para las personas
- Mejor potencial de comercialización de la edificación
- Relación armónica de la edificación con su entorno

2.6 La sustentabilidad como el futuro de las edificaciones

En suma, la construcción se sitúa como un sector de gran incidencia en la economía a lo que se suma su intenso ritmo dado por las nuevas exigencias y las innovaciones tecnológicas. En ese escenario aparece como clave la Construcción Sustentable, un tema que llegó para quedarse en la agenda del sector. La Estrategia Nacional de Construcción Sustentable (2013) señala que la construcción sustentable se entiende como “el modo de concebir el diseño arquitectónico y urbanístico, que se refiere a la incorporación del concepto de sustentabilidad en el proceso de planificación, diseño, construcción y

operación de las edificaciones y su entorno, y que busca optimizar los recursos naturales y los sistemas de edificación de tal modo que minimicen el impacto sobre el medio ambiente y la salud de las personas”. Esto implica asumir una renovada mirada para todo el ciclo de vida de una edificación, generando un impacto positivo en la comunidad y el entorno. Es importante precisar que la sustentabilidad asume tres dimensiones que buscan ser abordadas en cada proyecto: medioambiental con beneficios como menos emisiones de CO₂, reducción de residuos y menor consumo de agua y uso de energía; social, aportando al desarrollo de espacios que entreguen una mejor calidad de vida para sus residentes; y económica, con ventajas como la baja en costos operacionales, mejor retorno de la inversión, aumento de la demanda e incremento del valor de la propiedad.

2.7 Ciclo de vida de una construcción sustentable

El ciclo de vida de la construcción considera la planificación, diseño y estudio de una obra hasta la operación y eventual cierre por parte del usuario final.

Ilustración 1. Ciclo de vida de una construcción sustentable



Fuente: Construcción sustentable

Según el convenio Interministerial de Construcción Sustentable (2013), ésta se entenderá como “un modo de concebir el diseño arquitectónico y urbanístico, que se refiere a la adecuada a la vez beneficiosa incorporación del concepto de sustentabilidad en el proceso de planificación, diseño, construcción y operación de las edificaciones y su entorno, que busca optimizar los recursos naturales y los sistemas de edificación, de tal modo que minimicen el impacto sobre el medio ambiente y la salud de las personas” buscando la satisfacción de ambos agentes participativos y adecuada interacción de ambos (medio ambiente-persona). Este proceso de planificación, diseño, construcción y operación apunta tanto a ciudades como a edificios. En el caso de las ciudades, la calidad estará determinada por la relación entre: edificaciones y elementos, habitantes y sistemas, redes y servicios. Las edificaciones y las ciudades sólo podrán ser de calidad si incorporan criterios de sustentabilidad. De lo contrario no son viables.

Ilustración 2. Criterio de sustentabilidad

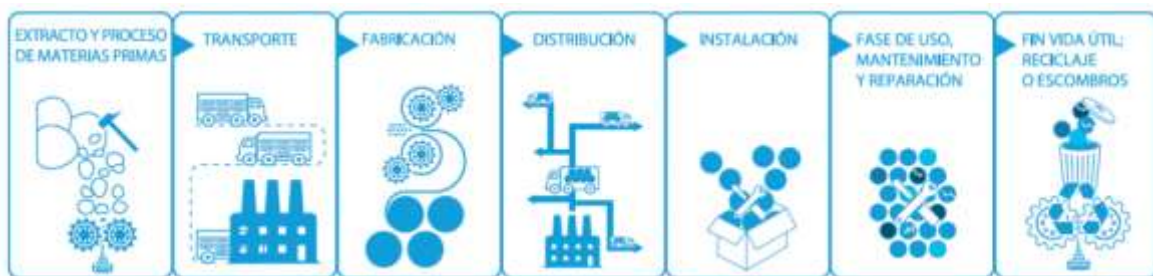


Fuente: Construcción sustentable

2.7.1 La importancia del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) en el futuro de la industria de los edificios sostenibles

Hoy en día el mercado busca una clara y sencilla manera de evaluar lo “verde” o *eco-friendly* de los edificios. Con la complejidad de la cadena de construcción, esto se convierte en un problema difícil de solventar. El ACV se asoma cada vez más como el camino a seguir, siendo fundamental e indispensable para la construcción de futuros edificios.

Ilustración 3. Cadena de construcción



Fuente: Construcción sustentable

Como ya se había mencionado, el ciclo de vida abarca desde la extracción de las materias primas y el procesamiento de materiales, hasta la fabricación, posiblemente distribución, el uso, la reparación y el mantenimiento, y finalmente, la eliminación o el reciclado. Durante cada etapa del ciclo de vida, ACV utiliza una selección de parámetros para cuantificar el impacto ambiental.

Para empezar, la industria de la construcción se ha centrado principalmente en el consumo total de energía para la calefacción y la refrigeración durante la fase de uso del edificio. Hoy en día, con la evolución hacia edificios de energía casi nula o NZEB (acrónimo del inglés “*nearly Zero Energy Building*” o “*Zero Net Energy Buildings*”), también tenemos que tener en cuenta la energía necesaria para crear los productos de construcción. Aquí es donde todavía se puede marcar una gran diferencia.

A medida que se limita la energía utilizada en la fase de uso de un edificio, reducir la energía necesaria para crear el edificio se vuelve un reto aún más relevante y trascendental. Como ejemplo, decir que el impacto relativo de los materiales de construcción utilizado representa sólo 8% del consumo total de energía en un ciclo de 50 años de vida de un edificio determinado. En el futuro, el valor relativo para el mismo edificio (pero NZEB) será mucho mayor, hasta casi 50%.

La nueva legislación, como la Directiva de propiedades energéticas de los edificios de la Unión Europea (EPBD: Energy Performance of Buildings Directive) es la principal norma europea dirigida a garantizar el cumplimiento de los objetivos de la UE, respecto a la edificación), también jugará un papel en reducir significativamente el impacto ambiental durante la fase de uso. En 2020, las construcciones nuevas de edificios serán NZEB y el impacto ambiental relativo de los materiales utilizados para construir el edificio se convertirá en un tópico mucho más importante. Está claro que ahora es el momento de trabajar sobre el impacto de los materiales de construcción y aquí es donde el Análisis de Ciclo de Vida entra en juego.

2.8 Normas que rigen la sustentabilidad en el mundo

Pionero en este movimiento es el método BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), desarrollado por el BRE (Building Research Establishment) en el Reino Unido, el cual proporciona etiquetas de desempeño. Esta calificación actúa como incentivo comercial y bonificación en el mercado inmobiliario, involucrando una cuarta parte de la construcción de nuevas oficinas. Directamente derivado del anterior, aunque adaptado a las condiciones nacionales, está el BREEAM-Canadá, y similares en Estados Unidos, Escandinavia, Hong Kong y otros países. El LEED

(Leadership in Environmental and Energy Efficient Development) se ha implementado en Estados Unidos con un perfil asociado a las condiciones de mercado, mientras otros sistemas fueron desarrollados en relación al ciclo de vida, según características locales, como Eco-Pro en Alemania, Equer en Francia, Eco Quantum en Los Países Bajos y Eco-Profile en Suecia.

2.8.1 Normas o Códigos para una edificación sustentable

Las normas son reglas creadas con el fin de regular comportamientos en la sociedad y, de esta forma, generar orden e igualdad para todos. Pueden adoptar un modelo tipo sin cambiarlo, pueden ser modificadas parcialmente o bien, desarrollar una completamente nueva.

En 1993, se implemente una certificación llamada Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED, Leadership in Energy & Environmental Design), la que fue creada por el consejo de la Construcción verde de Estados Unidos (USA Green Building Council), disponible para todo tipo de construcciones nuevas de gran magnitud, edificios existentes, interiores comerciales, estructura y fachada, escuelas, centros de salud, establecimientos comerciales y desarrollo de vecindades. Dicha evaluación se realiza mediante una sumatoria de puntos obtenidos a través de la evaluación de eficiencia alcanzada en distintas áreas. Para obtener la certificación más baja se requiere una cantidad mínima de 40 puntos, sobre 49 puntos se obtiene distinción plata, con más de 60 puntos calificación oro y sobre 80 puntos se alcanza la máxima certificación de platino.

Los pilares básicos a evaluar en una edificación son: que la construcción sea en un sitio sustentable (minimizar el impacto en el entorno, generar disponibilidad de transporte público, reducir al máximo la erosión del suelo a trabajar, conservando zonas verdes y reduciendo la contaminación lumínica), el uso eficiente de agua (premia la gestión responsable de los recursos hídricos mediante una buena reducción de desagüe al utilizar el agua recuperada), la calidad del ambiente interior (la cantidad y calidad disponible en el interior, la acústica del edificio, iluminación natural) los materiales y recursos (es necesario que la edificación utilice un mayor grado de productos y materiales reciclados y/o rápidamente renovables), la energía y atmosfera (demostrando un ahorro leal en la gestión

energética siendo un ahorro mínimo de 10% a 42%), la innovación y prioridad regional (edificación de nuevos proyectos innovadores o fuera de lo común).

Uno de los mejores países en edificación sustentable en América Latina es Brasil, con una de las mayores cantidades de certificaciones LEED, siendo un caso ejemplar, ya que toda la infraestructura deportiva que se desarrolló para el mundial de fútbol 2014 y los Juegos Olímpicos de Río 2016 obtuvieron la máxima certificación.

Los criterios de sustentabilidad en infraestructura se basan en la disponibilidad de agua, el manejo de residuos de materiales, la urbanización, la mejora de la infraestructura, el impacto ambiental y social. Para lograr dichas certificaciones de edificación sustentable se deben cumplir con normas desarrolladas por cada país. En este trabajo se expondrán algunas de ellas.

El Código Internacional de Construcción Sustentable (International Green Construction Code, IgCC), creado por el Consejo Internacional de Codificación (International Code Council, ICC), fue el primer código modelo que incluyó medidas ecológicas en un proyecto integral de construcción y su sitio: desde el diseño hasta la construcción, la ocupación y más allá. El código se superpone al conjunto de códigos internacionales vigentes, incluidas las disposiciones del Código Internacional de Conservación de la Energía (International Energy Conservation Code, IECC) y de la Norma Nacional de Edificación Sustentable (National Green Building Standard) ICC-700.

En Canadá, las normas de edificación sustentable son de carácter más ecológico, incluyendo la calidad del aire inframuros (reducción de ruido), confinamientos de materiales peligrosos, iluminación de luz natural y una gran vista al exterior, protección del agua y el alcantarillado, conservar recursos tales como el agua y energía; en un formato general su máxima preocupación es la integridad ambiental. Dichas normas son supervisadas por la Comisión Canadiense de Códigos de Construcción y Prevención de Incendios (Canadian Commission on Building and Fire Codes, CCBFC). Además cuentan con la norma Suplementaria SB-10 “Suplemento de Eficiencia Energética” de la asociación “Suplemento de Eficiencia Energética” de la Asociación Canadiense de Normalización

(Canadian Standard Association's Supplementary Standard SB-10) incluyendo elementos de eficiencia energética en el diseño y la construcción.

Normas creadas con el propósito de satisfacer las múltiples necesidades del sector, con proyecciones realistas de desempeño energético y ambiental para edificaciones existentes sobre la base de información exacta, verificada de forma independiente que nos llevan a obtener excelentes resultados en Canadá.

México, ocupa el segundo lugar en el número de Edificaciones certificadas bajo alguna norma actual. Existen, asimismo, muchas normas técnicas nacionales y otros documentos que pueden servir de base para un código de edificación sustentable, como las normas técnicas complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, que incluyen características con ventaja ambiental.

Su primera norma implementada, fue la misma que utiliza la mayoría de los países dentro de Americana Latina llamado Programa de Certificación de Edificaciones sustentables (PCES), implementada en el 2008 por el Gobierno del Distrito Federal, el cual pretende establecer un estándar para calificar los edificios habitacionales ofreciendo incentivos fiscales, tasas preferenciales entre otras.

Con el paso del tiempo y en un plan de mejora, se crea la norma NMX-AA-164-SCFI-2013 de Edificación Sustentable, ésta especifica los criterios y requerimientos ambientales mínimos de Edificación. Dicha norma es aplicada solo para edificios y obras exteriores, la cual se aplica en base al diseño, construcción, operación mantenimiento y demolición.

Otra norma es la NMX-AA-171-SCFI-2014 de Requisitos y Especificaciones de desempeño ambiental de establecimientos de hospedaje, como bien el nombre lo dice se aplica para los interesados en demostrar el cumplimiento de los requisitos de desempeño ambiental turístico. Actualmente, el Estado de México se encuentra desarrollando una nueva norma de Edificación Sustentable, con mayores mejoras y especificaciones más explícitas.

En nuestro país, se crea un sistema nacional de certificación de edificios sustentables (CES), la que permite evaluar, calificar y certificar el comportamiento ambiental de los edificios de uso público, operando de igual forma que la certificación LEED a través de la

sumatoria de puntos, basada en requerimientos obligatorios y voluntarios, siendo evaluados por personas jurídicas que hayan acreditado ante la entidad administradora sus competencias técnicas, experiencias institucionales, experiencia profesional y compatibilidad para evaluar proyectos.

Chile, durante las últimas décadas ha alcanzado importantes logros en materia de reducción del déficit de vivienda, urbanización y provisión de servicios básicos, implementando normas que busquen mitigar los impactos del sector de edificación en la emisión de gases de efecto invernadero, con un claro desarrollo en aumentar el nivel de vida sin aumentar el costo de la vida.

En el 2014, el Ministerio de vivienda y urbanismo lanza la primera versión del Código de Construcción Sustentable para viviendas (CCSV) desarrollado junto a BuildingReserch Establishment (BRE), organización Británica dedicada a la consultoría en Edificación Sustentable a nivel global. Con el paso del tiempo, se le da una nueva y última versión de mejora llamada Estándares de Construcción Sustentable (ECS), la que constituye una guía de buenas prácticas y normas que cumplir para una mejora en el desempeño de construcción. El código de construcción de edificación sustentable en nuestro país cubre específicamente cuatro categorías: energía, agua, residuos, salud y bienestar.

El consumo de energía es inevitable y, por tal motivo, se requiere que su motor alcance el máximo ahorro en el consumo energético requerido para la calefacción, iluminación y uso de agua temperada. La norma para este punto es clara y precisa, se requiere de una calificación mínima en el sistema de calificación energética, realizado por un evaluador acreditado de esta institución. Esta calificación es solo para edificaciones nuevas, ya que aún no está en vigencia para las usadas. Como energía entra en la norma de igual forma la aislación de los envolventes (techos, muros, pisos y ventanas).

El Agua es un elemento vital para el ser vivo, resultando curioso que el setenta por ciento de nuestro cuerpo sea agua al igual que el setenta por ciento de la tierra. Es por esto que se debe tener el máximo de los cuidados con su uso, de manera que se sume a la mejora en la construcción sustentable actual, promoviendo el uso de instalaciones y artefactos de bajo consumo; tales como inodoros de mínimo consumo y limitadores de flujo de agua. Para

conseguir dicho objetivo, la edificación debe demostrar que da cumplimiento a la norma del consumo de agua, que exige un igual o menor a 100 litros consumidos diarios por cada habitante de dicha construcción. Para esto se solicita una copia de la lista de verificación de consumo de agua por cada ocupante, la descripción como se llegó a lograr esa baja de consumo, incluyendo las especificaciones de las instalaciones, esta certificación es aprobada por la súper intendencia de servicios sanitarios (SSIS).

La minimización de residuos es demostrar cómo la aplicación de los principios de eliminación de residuos debe ser a partir del inicio real, o sea desde el diseño, ya que este ayuda a minimizar el uso de materiales dentro de la envolvente de dicha edificación. Para cumplir con la norma, se requiere reutilizar y recuperar materiales, optimizar los mismos, aprovisionamiento eficiente para reducir la generación de residuos, desconstruir y flexibilizar eficientemente. Para la acreditación de esto se debe generar un informe con todos los detalles necesarios en el Ministerio de obras públicas.

Con el fin de lograr promover un ambiente saludable, las normas de edificación e instalaciones de ventilación, equipos y terminaciones apropiadas, se debe cumplir según la norma ya especificada, o por lo menos con el estándar mínimo de construcción. Siendo diseñada para proporcionar aire fresco y minimizar contaminantes externos, además debe contener un suministro mínimo de ventilación general en habitaciones, cocinas y baños, cumpliendo con los diez metros de separación entre fuentes de contaminantes externas, tales como las ventanas.

Como punto principal de esta norma es reducir los riesgos a la vida, salud y propiedad de las personas, derivados de incendios y exposición a monóxido de carbono, asegurando a su vez luz natural, artificial en las que puedan garantizar un rendimiento visual de alta calidad y un mejor grado de confort para los ocupante de dichas instalaciones habitables.

Cabe señalar que todas las normas o códigos mencionados anteriormente pertenecen a un sistema de calificación o certificación tratándose de pautas y sistemas conjuntados por verdaderos expertos con el claro propósito de definir y unificar criterios para una edificación sustentable en mejora de la calidad ambiental, pero no incluyen en un

formato de ley obligatorio, siendo su utilización bajo la conciencia ciudadana, pero se espera que en el corto plazo se lleguen a transformar en obligatorias tanto para sector privado como público.

Capítulo 3: Metodología

3.1 Tipo de estudio

La presente investigación utilizará análisis descriptivo y de corte transversal, ya que se busca estudiar la sustentabilidad de edificios utilizados por instituciones del sector público en el cotidiano y en un tiempo específico.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es cuantitativo y descriptivo, ya que el objeto de ésta es describir la situación de los edificios utilizados por algunas instituciones públicas de la ciudad de Chillán. Se medirá a través de magnitudes numéricas, las que serán tratadas mediante herramientas estadísticas.

3.3 Sujeto de estudio

En el estudio de campo, no probabilístico, se realizará un muestreo de algunos edificios utilizados por instituciones públicas de distinta índole de Chillán. En esta investigación quedará fuera la infraestructura domiciliaria, carcelaria y de cementerios, puesto que no ingresan a la certificación de Edificio Sustentable. Si bien, los hospitales y clínicas recientemente cuentan con una certificación para el área, no será considerada para los fines de este estudio. Solo se abarcará edificios destinados a la seguridad y los servicios.

3.4 Instrumento de recolección de datos

Para dar a conocer si el edificio utilizado por instituciones públicas es sustentable, se aplicará un instrumento (encuesta), el que está conformado por un campo de información respecto al edificio. Dentro de esta información se encuentra el nombre de la institución o empresa que hace uso del recinto, el destino de su utilización, tipo de

propiedad y la cantidad de metros cuadrados construidos. Esta encuesta se encuentra conformada por 15 afirmaciones en escala Likert.

Las afirmaciones que componen la encuesta recogen información respecto a la calidad del aire, al confort visual, al confort acústico, a la demanda de energía, al manejo de residuos, a la climatización, al sistema de riego y de agua potable, a la hermeticidad de la envolvente y al confort térmico del edificio.

Al ser un instrumento en escala Likert, cada una de las preguntas tendrá que ser respondida marcando un número de 1 a 4, en donde el significado de cada uno de ellos es el siguiente:

- 1: El edificio no cumple.
- 2: Solo una parte del edificio cumple.
- 3: La mayoría del edificio cumple.
- 4: El edificio cumple.

Para que el edificio sea considerado como sustentable, debe cumplir por completo las afirmaciones, ya que estas contemplan los requerimientos obligatorios que deben poseer un edificio para ser declarado y certificado como tal.

Para un análisis específico, las preguntas están divididas en dos aspectos importantes que son la arquitectura y las instalaciones del edificio. Cada aspecto se encuentra subdividido en cuatro temáticos, los que son considerados por la certificación de edificios sustentables, los cuales son:

- Calidad ambiente interior
- Energía
- Agua
- Residuos

3.5 Validación del instrumento

El instrumento anteriormente presentado, fue validado por un grupo de expertos en el año 2017, en un estudio previo realizado por Rosa Escalona Martínez para su memoria de título en la Universidad del Bío-Bío, Chillán.

Su fiabilidad deberá ser medida mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, debido a que la encuesta es de escala tipo Likert.

3.6 Mecanismo de recolección de datos

Se realizará un censo de los edificios utilizados por instituciones del sector público de la ciudad, con el fin de obtener una muestra significativa que sustente la investigación.

La recolección de datos será realizado por intermedio de un instrumento, el cual será aplicado a un funcionario del edificio que sea parte del estudio. El funcionario que conteste el instrumento, será aquel que se encuentre autorizado por la institución que haga uso del edificio.

3.7 Tabulación

Para llevar cabo el análisis de los datos entregados por las personas encuestadas, estos serán tabulados en el sistema SPSS 21. Mediante este sistema, se podrá obtener la información para realizar un análisis detallado que permita determinar el grado de sustentabilidad de los edificios de uso público de la comuna de Chillán.

3.8 Características generales de la comuna de Chillán

Recientemente, la ciudad de Chillán se convirtió en la capital provincial de la nueva región de Ñuble. Limita al norte con San Nicolás y San Carlos; al sur con Chillán Viejo; al oriente con Pinto y Coihueco; y al poniente con Quillón, Portezuelo y Ránquil.

Su superficie es de 511,2 km² y, según los resultados arrojados por el CENSO 2017, el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) afirma que hay 184.739 habitantes, de los cuales 87.521 son hombres y 97.218 son mujeres, lo que representa un aumento de 0,9 respecto a los resultados del 2002.

3.8.1 Características de densidad y superficie

Para calcular la densidad poblacional se debe dividir el total de la población por la superficie en la que habita. Para Chillán, y acorde a los datos del el CENSO 2017, la densidad poblacional es de 361,38 hab/km².

3.8.2 Características geomorfológicas

En Ñuble, al igual que en la región del Bío-Bío, el relieve es tradicional, es decir, presenta Cordillera de los Andes, Depresión Intermedia, Cordillera de la Costa y Planicies Litorales.

La ciudad se enclava sobre una estructura tectónica de fines del período Terciario, en la parte del valle longitudinal que se identifica con el llano central. Morfológicamente el terreno de la ciudad corresponde a una llanura aluvial, con predominio de sedimentos fluvio-glaciares, conformados durante el Cuaternario por la acción de los ríos Ñuble y Cato por el Norte y el río Chillán por el Sur, ambos afluentes de la gran Hoya hidrográfica del Itata. La naturaleza aluvial del enclave de Chillán se confirma por estudios geológicos posteriores, hechos a raíz del terremoto del año 1939, cuando se efectuó una prospección a más de 80 m de profundidad, sin encontrar roca fundamental.

3.8.3 Edafología de Chillán

Los suelos de la comuna presentan características de textura liviana y gruesa ocupando una gran porción la comuna de Chillán. Los de textura liviana son suelos con un adecuado nivel de fertilidad, tienen un alto potencial productivo y muchos son de aptitud hortofrutícola. Los suelos aluviales de textura gruesa, se ubican a orillas del río Itata, y se extienden hacia el sur del río Renaico.

3.8.4 Hidrografía comunal

El río Ñuble cruza la ciudad y comienza en Los Nevados de Chillán en el límite con Argentina. También se encuentra el río Cato, el que se conecta con el río Ñuble cerca de la ruta Talca-Chillán. Por la comuna pasan dos esteros conocidos por los nombres de “Las Toscas” y “Las Lechuzas”. El estero Las Toscas comienza su aparición cerca de la avenida

Paul Harris, pasa por calle Chacabuco con dirección al suroeste, pasando cerca de la avenida Collín, para luego seguir la dirección de avenida La Castilla, continuando al lado de la línea férrea de la ciudad, para finalmente unirse con el río Chillán. El estero Las Lechuzas se encuentra ubicado al sur de la ciudad.

Finalmente, el río Chillán pasa por el sur de la ciudad, apareciendo en el sector Las Mariposas y El Emboque.

3.8.5 Clima de la ciudad

Domina el clima templado cálido mediterráneo con estación seca en los meses de verano y lluviosa en los meses de invierno, semejante con incidencia continental o mediterráneo continentalizado. El mes más caluroso es enero, cuyas temperaturas pueden ascender a más de 34°C promedio; el mes más frío es julio, cuyas temperaturas puede descender hasta los 6°C bajo cero.

3.9 Antecedentes de la infraestructura de Chillán

La historia de Chillán cuenta sobre sus cuatro fundaciones (1580-1655-1751-1835), época en que la ciudad fue arrasada y reconstruida. No obstante, mucha de la edificación que hoy existe en el núcleo de la ciudad, corresponde más bien a la planificación urbana que se realizó luego del megaterremoto del año 1939. Con este antecedente, se infiere que los materiales de construcción son distintos a los utilizados hoy en día, así como también las normas de construcción.

3.9.1 Infraestructura según su uso

Uso residencial

En los últimos años, la ciudad se ha expandido hacia los extremos, en donde se encuentra la mayor cantidad de viviendas particulares. Adicionalmente, ha nacido la edificación departamental en zonas diferentes a la céntrica, en donde se concentra este tipo de infraestructura.

Uso comercial

Dentro de la circunscripción se encuentran distintos tipos de edificios destinados al comercio, así como galerías, supermercados, Mall Arauco Chillán, servicentros, entre otros.

Uso religioso y cultural

Son aquellos de uso religioso y de desarrollo cultural. Se observan la Catedral de Chillán, el Teatro Municipal de Chillán, Sala Lázaro Cárdenas, Iglesia Mormona, entre otros.

Uso deportivo

En esta sección están los polideportivos, canchas (de todas dimensiones), piscinas, estadios y gimnasios. Se destacan el Estadio Municipal Nelson Oyarzún, el Complejo Deportivo Quilamapu y la Casa del Deporte.

Uso educativo

Todos aquellos edificios con destino a la educación, privados o no, tales como: liceos, jardines infantiles y salas cuna, universidades, institutos y colegios.

Uso de salud

Corresponden a los hospitales, clínicas, consultorios y laboratorios. En la comuna de Chillán destaca el Hospital Herminda Martín, los diversos Centros Comunitarios de Salud Familiar (CECOSF) y los Centros de Salud Familiar (CESFAM), así como también Clínica Chillán y Clínica Las Amapolas.

Uso de seguridad

Dentro de estos edificios, se encuentra la 2ª Comisaría de Carabineros, la Subdirección de Seguridad Privada, Policía de Investigaciones, la Cárcel y las diferentes Compañías de Bomberos existentes en la comuna.

Uso para prestación de servicios

Todos aquellos que prestan un servicio a la comunidad, sean oficinas contables, tribunales de justicia, bancos, telecomunicaciones, entre otros.

Uso social

En este grupo se hallan juntas de vecinos, clubes de ancianos, pastorales, por nombrar algunos.

Capítulo 4: Resultados

4.1 Caracterización de los edificios en estudio

Del total de la muestra, 20 edificios utilizados por instituciones del sector público, aquellos destinados a la educación equivalen a 30%, los de seguridad a 5%, salud a 20% y servicios a 45%.

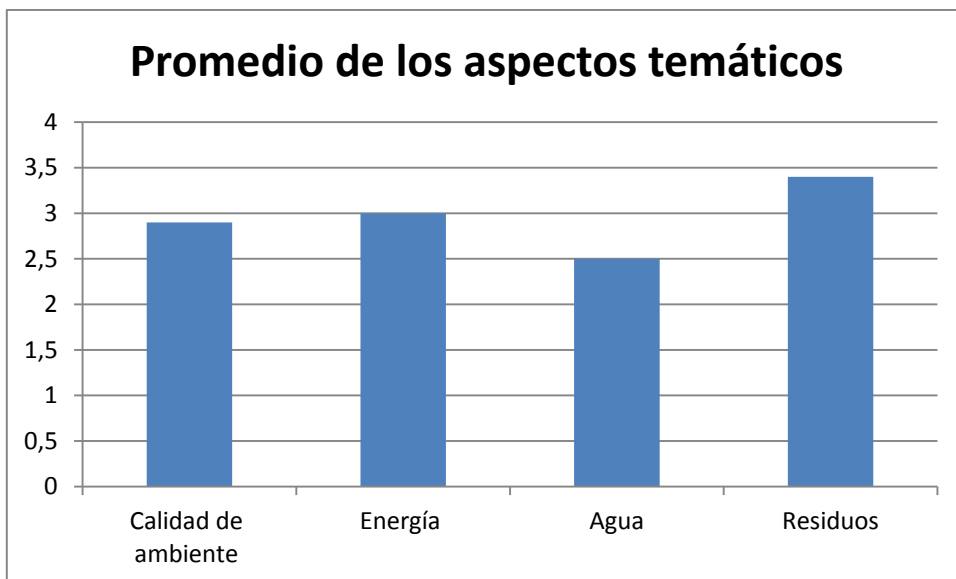
En la muestra se pueden encontrar edificios que datan desde 1913 hasta el 2016. Los edificios construidos antes del 2000 constituyen 50%, lo que se considera como infraestructura no moderna, mientras que el restante 50% hasta el año ya indicado pasan a ser infraestructura moderna.

4.2 Grado de sustentabilidad de los edificios utilizados por instituciones públicas

La sustentabilidad de la muestra está sujeta a la puntuación que obtuvo cada edificio en el instrumento aplicado, en donde el puntaje máximo es 4 y el mínimo es 1. Se considera sustentable aquel edificio que obtenga la puntuación máxima. El promedio de los 20 edificios en estudio es de 2,9. El promedio supera la media levemente debido a que 10 de estos edificios fueron construidos antes del año 2000.

Al analizar los resultados por campo, encontramos que el aspecto que más cumple con la norma es el de **residuos** (3,4), seguido de **bienestar o calidad del ambiente interior** (2,9), **energía** (3,0) y finaliza con **agua** (2,5).

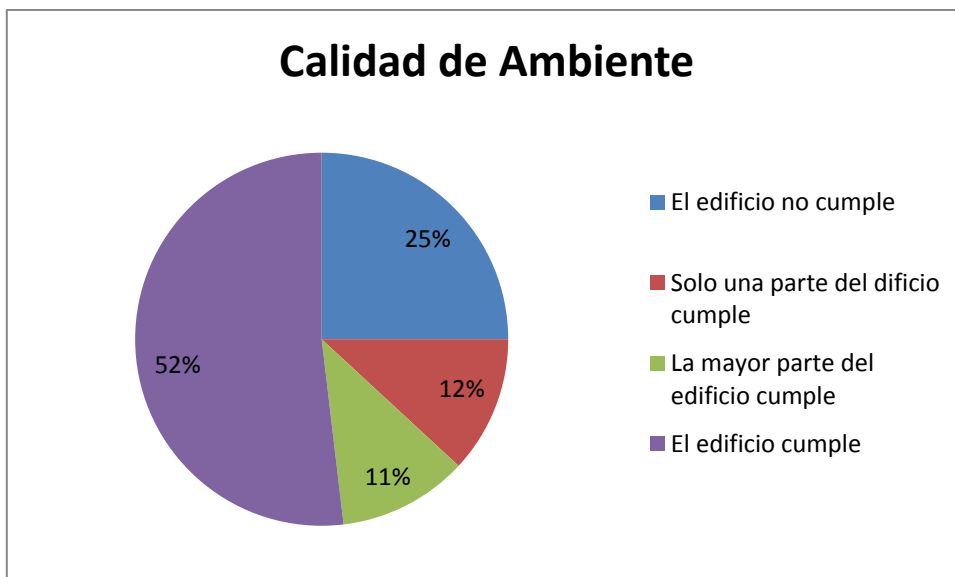
Gráfico 1. Promedio aspectos temáticos



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se revisará cada aspecto en detalle con el fin de analizar de mejor forma los campos evaluados por el instrumento relacionado con los edificios utilizados por instituciones del sector público de Chillán.

Gráfico 2. Resultado Calidad del ambiente interior o bienestar



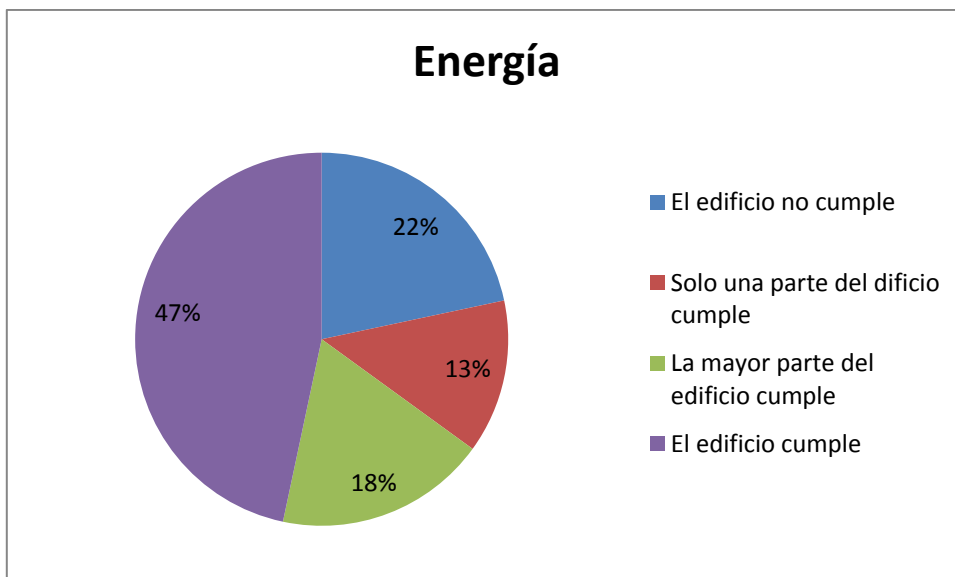
Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la calidad del ambiente interior, entre los 20 edificios en estudio, se obtuvo un promedio correspondiente a 2,9 lo cual se encuentra bajo el máximo requerido para que los edificios sean sustentables (4,0).

Para obtener sustentabilidad en calidad de ambiente interior o bienestar se requiere ejecutar al máximo ocho requerimientos, en los que según nuestro estudio, algunos de ellos se cumplen a cabalidad, ya que como se puede apreciar en la Tabla 2, solo 52% de la muestra escala al límite.

Las infraestructuras que más cumplen con el manejo de la calidad del ambiente, entonces, son Juzgado de Policía Local e IPS, puesto que presentan un promedio de 3,5. El que no cumple es el Centro de la Mujer con un promedio de 1,3.

Gráfico 3. Resultado Energía

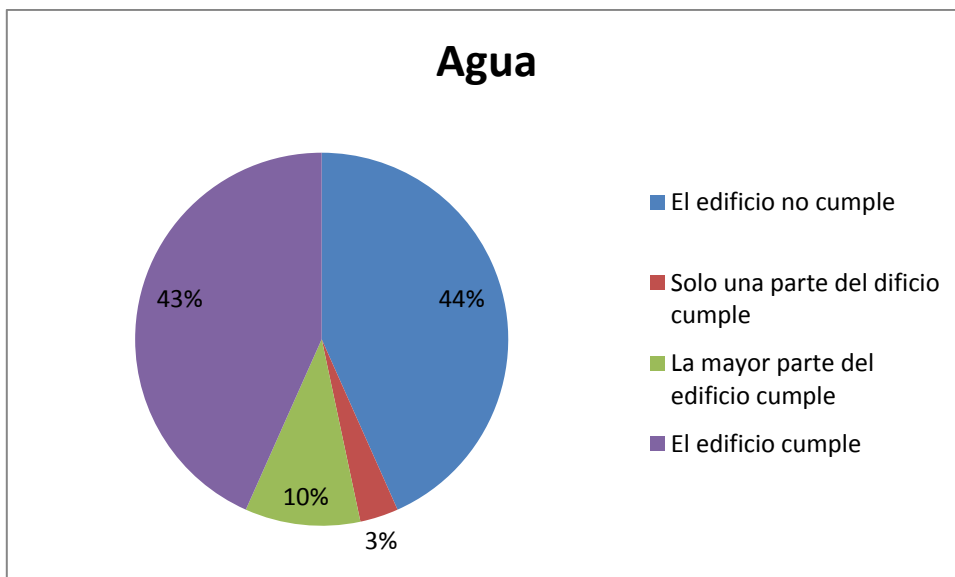


Fuente: Elaboración propia

En cuanto al aspecto energético, del total encuestado y considerando todos los criterios asociados a este aspecto, se obtuvo un promedio correspondiente al 3,0, siendo un promedio levemente mayor al que obtuvo *Calidad de ambiente interior o Bienestar* y asimismo se encuentra bajo lo requerido para declararse como edificio sustentable.

Del total de edificios observados, 47% de ellos cumple, 18% cumple en su mayor parte, 13% solo cumple una parte y 22% no cumplen para nada. Los inmuebles que más se acercan al puntaje ideal son: Contraloría Regional de Ñuble, cuyo promedio junto con el IPS es el mejor con 4,0 y el SAG promedia 3,0. Por su parte, el que no cumple, nuevamente es el Centro de la Mujer con un promedio de 1,0.

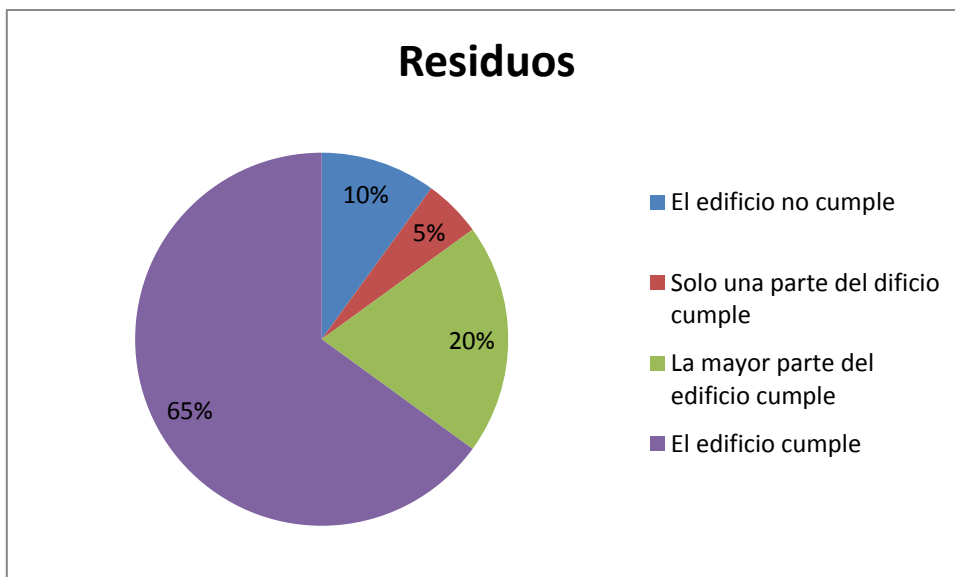
Gráfico 4. Resultado Agua



Fuente: Elaboración propia

Con relación al aspecto temático agua, entre los 20 edificios en estudio se obtuvo un promedio de 2,5. En donde, porcentualmente, 43% cumple y 44% no cumple. Los edificios que no cumplen con el manejo efectivo del recurso hídrico son: Centro de la Mujer (1,0), CONAF (1,0) y FONASA (1,0), y los que más cumplen son: Contraloría Regional de Ñuble (4,0) e IPS (4,0). Los primeros se encuentran casi al final del ranking de sustentabilidad que se observa más adelante, excepto por CONAF. Los últimos, por su parte, destacan en el presente estudio como las infraestructuras que más se acercan al puntaje máximo para considerarse como sustentables.

Gráfico 5. Resultado Residuos



Fuente: Elaboración propia

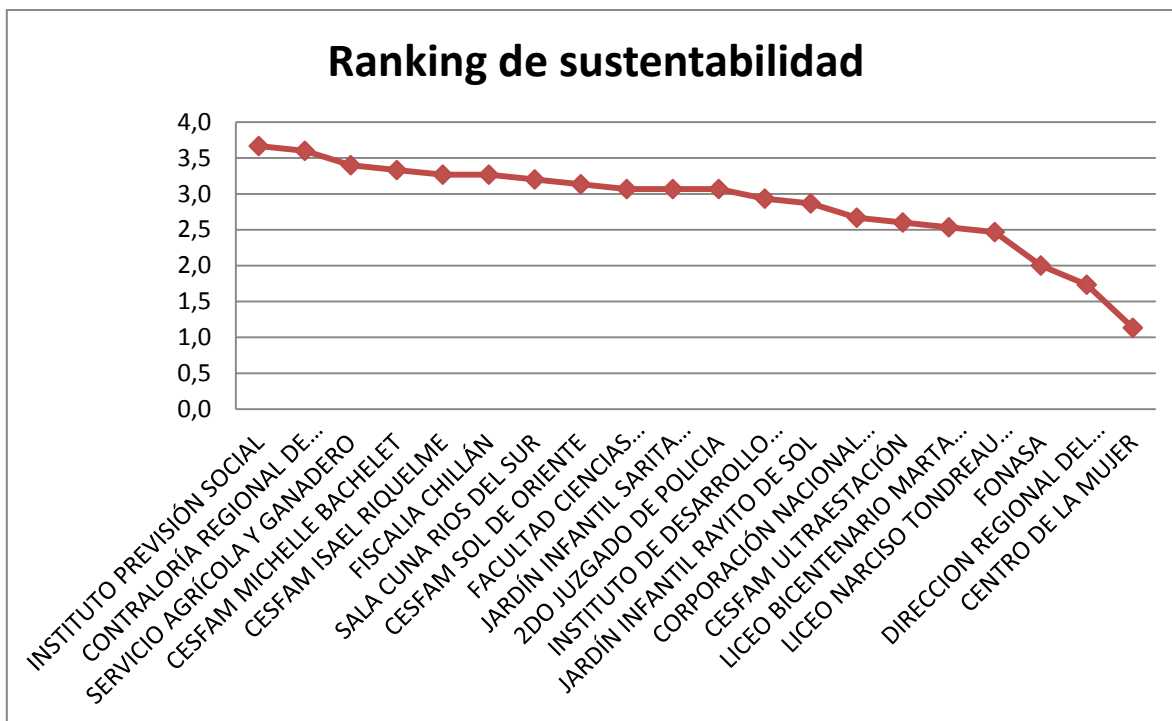
El manejo de residuos hace referencia principalmente al equipamiento con el que el edificio cuenta para manipular de forma adecuada los residuos generados durante el funcionamiento del edificio. Como se observa, solo 65% de los inmuebles estudiados cumple con este requisito, mientras que 10% de ellos no cumple en absoluto. Las infraestructuras que mejor manejan los residuos son los CESFAM, mientras que el que menos aplica es el Centro de la Mujer.

Del total de los 20 edificios evaluados, la mayoría se acerca al estándar de sustentabilidad, tal como se aprecia en el gráfico precedente. Sin embargo, y como ha sido el tenor de este análisis, el Centro de la Mujer es la infraestructura más precaria. Dicho esto, es nuevamente el inmueble que no cumple con los aspectos de la norma relacionados al manejo de residuos.

4.2.1 Grados de sustentabilidad de los edificios analizados

Acorde al puntaje obtenido, se pudo realizar un ranking de sustentabilidad que identifica gráficamente el funcionamiento de los edificios.

Gráfico 6. Ranking de sustentabilidad



Fuente: Elaboración propia

Según lo observado, se puede inferir que el IPS es el edificio más sustentable de los 20 evaluados con un puntaje de 3,7 a pesar de ser una infraestructura anterior al año 2000, lo que quiere decir que las mejoras y remodelaciones ejecutadas en el inmueble han sido efectivas para contrarrestar su huella contaminante.

La Contraloría Regional de Ñuble, que se ubica en segundo lugar con 3,6 promedio, también es un inmueble previo al 2000, ya que primeramente, nació como casa habitación para luego pasar a ser utilizados como oficinas. Sufrió modificaciones recientes producto de la puesta en marcha de la Región de Ñuble, hecho que, al igual que su precedente, ha contribuido a aumentar la sustentabilidad de los edificios utilizados por instituciones del sector público en Chillán.

En tercer lugar está el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) con 3,4 en puntaje promedio de sustentabilidad. Si bien es un promedio que se acerca al máximo (4,0), este edificio presenta falencias en el manejo energético, ya que los peores resultados se encuentran en el uso del recurso para calefaccionar y en el área lumínica.

Se observa en cuarto lugar el CESFAM Michelle Bachelet, cuya construcción data de 2011. Su puntaje promedio es de 3,3. Se observa que a pesar de ser un edificio que se puede

considerar nuevo, no cumple con la totalidad de los estándares solicitados para declararlo sustentable. Muestra un gran manejo en casi la totalidad de los aspectos evaluados; sin embargo, su sistema de calefacción consume mucha energía, así como también con el recurso hídrico, puesto que no posee otro sistema de riego o distribución que no sea el agua potable.

Luego viene el CESFAM Isabel Riquelme, el cual fue reconstruido por completo el año 2016. No obstante, no logra obtener el puntaje máximo, ya que se encuentra en el quinto lugar con 3,3. Sus fortalezas radican en la iluminación natural, sistemas de ventilación naturales, sistema de aislamiento acústico y el manejo de residuos. Sus puntos más débiles se encuentran en el manejo energético y de calefacción, y el sistema de riego.

La Fiscalía de Chillán es un edificio del año 2014 y cuenta con 1349 m² construidos. El puntaje obtenido es de 3,3 de un total de 4. En esta estructura destacan el sistema de climatización que permite cubrir la necesidad de confort térmico y sellos apropiados que impiden filtraciones. El punto más bajo nuevamente es el manejo energético y el manejo del riego. Sin embargo, las áreas verdes de este edificio son mínimas, ya que casi no cuenta con este espacio. Se puede inferir entonces, que para este caso, no es necesario tener un sistema de riego complementario.

En el séptimo lugar está el Sala Cuna Ríos del Sur con un promedio de 3,2. Su construcción fue el año 2006 y destaca por la buena iluminación natural, cuenta con áreas verdes y alta ventilación en las dependencias del edificio para evitar la acumulación de CO₂. En el aspecto negativo resalta el consumo de energía y la iluminación que causa molestias a la vista.

Le sigue a la Sala Cuna el CESFAM Sol de Oriente, cuya construcción también es reciente (2011) y su promedio de sustentabilidad fue de 3,1. Destaca por poseer una alta ventilación natural para que no se acumule el CO₂ en las dependencias y los sellos son apropiados de manera que no existan filtraciones de ningún tipo. No existe ninguna otra fuente de recurso hídrico más que el agua potable. Se infiere entonces, que esto se debe a la naturaleza del recinto.

La Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad del Bío-Bío, el Jardín Infantil Sarita Gajardo y el 2^{do} Juzgado de Policía Local ponderan 3,1. Los tres edificios muestran excelente manejo de la aislación acústica, lo que se ve empañado por el uso del recurso hídrico.

El Instituto de Desarrollo Agropecuario de la región de Ñuble y el Jardín Infantil Rayito de Sol del año 2010 promedian 2,9, es decir, 1,1 puntos menos que el total para declararse sustentable. Presentan alta ventilación en las dependencias, pero fallan en el alto consumo energético para calefaccionar las instalaciones.

La Corporación Nacional Forestal (CONAF) puntúa 2,7. Se debe considerar que el inmueble en donde está emplazado el organismo era una casa habitación que posteriormente se destinó al uso de oficinas. El CESFAM Ultraestación presenta un puntaje de 2,6, cuya construcción data de 1970, con una superficie de 1570 m². Próximamente, este CESFAM será trasladado a un nuevo recinto. El Liceo Bicentenario Narciso Tondreau del año 1916 y a pesar de las remodelaciones dadas las distintas catástrofes naturales a las cuales ha sobrevivido, queda en el décimo séptimo lugar con 2,5.

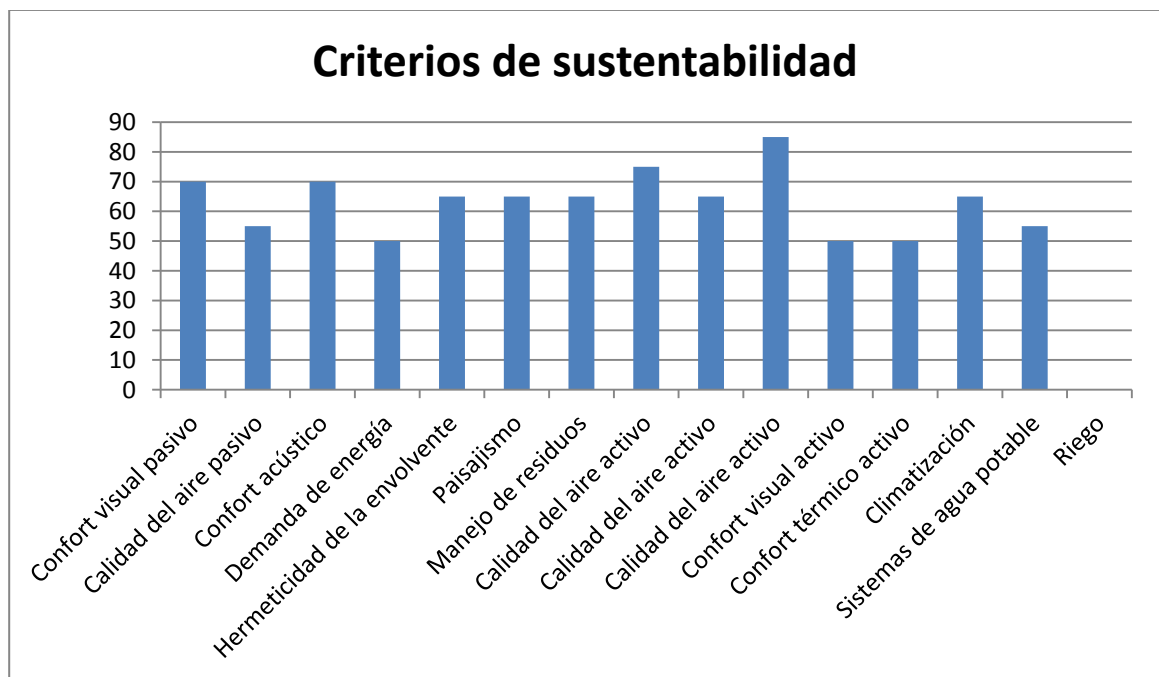
El Fondo Nacional de Salud, FONASA, al igual que otros de los edificios analizados, es una casa habitación destinada al uso de oficinas de servicios. Como tal, ha sufrido modificaciones las cuales no han sido suficientes, ya que promedia solo 2,0. En penúltimo lugar, se encuentra la Dirección Regional del Trabajo que promedia 1,7. La construcción de este edificio es del año 1995. El Centro de la Mujer es un organismo que acoge a mujeres violentadas. Es una casa habitación destinada al uso de oficinas de servicio. Su estructura es muy precaria y, por tanto, se queda con el último lugar promediando 1,1.

4.3 Criterios usados para calificar los edificios como sustentables

En lo general, los criterios se dividen en dos grandes partes: arquitectura e instalaciones. En la primera, se encuentra la Calidad del ambiente interior o bienestar y dentro de la misma están: Confort visual pasivo, Calidad del aire pasivo y Confort acústico. En energía se hallan la Demanda de energía y Hermeticidad de la envolvente. Para el criterio de Agua solo está el Paisajismo y, finalmente, en residuos se encuentra el Manejo de residuos.

En la segunda, bajo el aspecto de Calidad del ambiente interior o bienestar se observan: Calidad del aire activo: tasas mínimas de ventilación, Calidad de aire activo: eficiencia mínima de filtraje, Calidad de aire activo: sistema de calefacción y Confort visual activo: condiciones de diseños mínimos. En energía, se halla la climatización y, finalmente, en el criterio Agua se revisa Sistemas de agua potable y Riego.

Gráfico 7. Cumplimiento porcentual de los criterios de sustentabilidad en detalle



Arquitectura

- **Confort Visual Pasivo**

El confort visual pasivo cumple con 70% respecto al total de la muestra, lo que indica que existe un avance respecto a este ítem en comparación con una investigación previa (53,8%) que, si bien no analiza los mismos edificios ya que se observaron aquellos de uso público (incluye infraestructura pública y privada), se puede inferir que la muestra relacionada con instituciones públicas representan de mejor manera los lineamientos de las políticas públicas respecto a la sustentabilidad.

- **Calidad del Aire Pasivo**

Del total de los edificios en estudio, 55% cumple con un sistema de ventilación, ya sea natural o mecánico que permita cubrir la necesidad de renovación de aire en el interior del edificio, mientras que 10% no cumple con ello. El 35% restante, solo parte del edificio cumple con lo exigido. Este ítem es importante, ya que conlleva el bienestar de la salud de quienes habitan el recinto.

- **Confort acústico**

Respecto al traspaso del ruido de los edificios, el confort acústico se cumple en 70% respecto al total de la muestra, 15% no cumple, 10% solo lo hace en parte y 5% en mayor parte del edificio.

- **Demanda de energía**

En relación con la necesidad de gran cantidad de energía para calefaccionar, refrigerar e iluminar los edificios, con el fin de preservar el bienestar de quienes transitan en él, 50% de los sujetos estudiados no utiliza gran cantidad de energía para cumplir con ese confort, lo que se puede complementar con el 25% de aquellos edificios que en su mayoría tampoco requieren excesiva demanda energética. Solo 10% de la muestra adolece de un sistema energético eficiente.

- **Hermeticidad de la envolvente**

Al hablar de hermeticidad, se hace referencia a cuán cerrado está el lugar con el fin de evitar filtraciones a través de grietas, porosidades o aperturas no intencionales. 65% de los edificios cumplen con este ítem, 15% lo hace en su mayor parte, 15% solo en parte y finalmente, 5% no lo satisface.

- **Paisajismo**

Contar con flora y fauna de la zona permite un mejor manejo de la utilización del recurso hídrico entre otros. En este criterio, la norma hace referencia, adicionalmente, indica cumplir con el ítem, mientras que 25% no lo hace.

- **Manejo de residuos**

Cada vez es más frecuente encontrar contenedores que separan los residuos, de manera que se facilite su reciclaje o reutilización. 65% de los edificios cuenta con un sistema similar,

ya sea de puntos limpios o reciclaje. Se puede agregar el 20% de aquellos que en su mayor parte ejecutan un plan de acción parecido. Por tanto, se puede inferir que las edificaciones utilizadas por organismos del Estado están apoyando la sustentabilidad ambiental.

Instalaciones

- Calidad del aire activo: tasas mínimas de ventilación

Es *vox populi* que ventilar los lugares cerrados es un ejercicio de salud, no solo por el contagio de enfermedades, sino por la inhalación de CO₂. En esta tarea 75% de los inmuebles aprobaron el ítem, mientras que ninguno del total de la muestra lo reprueba. Se puede deducir que las edificaciones son sustentables en este ámbito, pues conjugan el bienestar (salud), lo ambiental y también lo energético, ya que no se necesita de un dispositivo que realice la labor.

- Calidad del aire activo: eficiencia mínima de filtraje

Como se analizó previamente, el sistema de ventilación de las edificaciones permite que el CO₂ no se acumule y dañe la salud de los usuarios. Sin embargo, muestra una baja cuando se habla acerca de la filtración de sustancias como el polvo, el polen, el moho, las bacterias, el humo, por nombrar algunas, ya que 65% cumple con lo requerido, 15% en mayor medida, 10% no cumple o solo en parte. Se puede inferir, entonces, que la ventilación con la que cuentan la mayor parte de los inmuebles son simplemente ventanas.

- Calidad del aire activo: sistema de calefacción

Tal como se destacó en los antecedentes de la ciudad de Chillán, las temperaturas mínimas pueden alcanzar los 6º bajo cero. Se hace indispensable contar con un sistema de calefacción que ayude a mitigar el frío y que adicionalmente no perjudique la sustentabilidad. Afortunadamente, 85% de los edificios estudiados de la comuna no utiliza llama abierta para suplir esa necesidad y solo 5% lo usa. En este sentido, los edificios utilizados por instituciones del sector público están dando el ejemplo, ya que es sabido que en la comuna, el material particulado durante el invierno supera los límites permitidos.

- Confort visual activo: condiciones de diseños mínimos

El diseño del recinto en donde se trabaja es fundamental para generar confort en el quehacer diario. En relación a la iluminación de los encuestados, 50% de ellos no genera molestias a los usuarios, 10% sí lo hace, 35% solo lo hace pero en parte y 5% en mayor parte del establecimiento. Como se observa, si bien se infiere que hay acciones mitigantes para contrarrestar los efectos indeseados de una mala iluminación, estos no son suficientes para declararse completamente sustentables.

- **Confort térmico activo**

Para mantener un espacio agradable ayuda al bienestar y la salud de las personas, lo que contribuye positivamente a aumentar el grado de sustentabilidad de un edificio. 65% del total de los edificios en estudio presenta buena aislación térmica, 10% no cumple o cumple solo en parte y 25% cumple en mayor parte.

- **Climatización**

Dentro de las tareas de la sustentabilidad está la de buscar un sistema de climatización acorde a las características de la ciudad y de los usuarios. Solo 50% de la muestra posee un sistema de climatización eficiente, 20% no cumple con el ítem o cumple en mayor parte y 10% solo en parte del edificio.

- **Sistemas de agua potable**

El recurso hídrico, hoy en día, es muy escaso; cuidar de él se ha transformado en un deber. La sustentabilidad de este elemento en los edificios se mide en la eficiencia de los artefactos o sistemas de control que permitan disminuir el consumo de agua potable. 55% del total cumple con este ítem, 25% lo hace en mayor parte de la construcción, 5% solo en parte y 15% no satisface esta condición.

- **Riego**

Las construcciones analizadas poseían poco o nulo lugar de áreas verdes. En este escenario, y al observar si estos poseen un sistema de riego que permita disminuir el consumo de agua potable o de otras fuentes de agua superficiales o subterráneas, el resultado es categórico: 90% de las instalaciones no cumplen con el requerimiento. Se

infiere, entonces, que al poseer escasa vegetación, no es imperativo para las personas competentes generar un cambio en esta materia.

Capítulo 5: Conclusiones

5.1 Discusión de los resultados

Actualmente en Chile y el mundo se ha tratado de incentivar el desarrollo de infraestructura amigable con la población. En Chillán, ciudad en la que residimos, queremos comprobar si los edificios utilizados por instituciones del sector público son o no sustentables; en nuestro estudio se puede encontrar que un gran número de estos edificios carecen de materias primas y condiciones idóneas para lograr un confort en todo los ámbitos evaluables, lo cual lograría una satisfacción real para las personas ocupantes de los inmuebles. Falta que más recursos sean destinados a la mejora de estas edificaciones o que aquellos nuevos sean construidos 100% bajo la tutela de las normas de construcción sustentable que se implementan en Chile. Si bien faltan las materias primas ideales para lograr un óptimo desarrollo en infraestructura sustentable, principalmente se carece de conciencia en las personas, quienes son el principal motor que impulsa los cambios para que este tipo de infraestructura sea una realidad y a la vez sostenible en el tiempo para las futuras generaciones.

5.1.1 Discusión sobre edificios sustentables en Chillán

En nuestro estudio se pudo observar que de un total de 4 puntos máximos que tenía nuestra encuesta, el edificio mejor posicionado fue el IPS, siendo declarado como el más sustentable de los 20 edificios evaluados con un puntaje de 3,7 a pesar de que su infraestructura es anterior al año 2000, debemos decir que las remodelaciones ejecutadas en el edificio han sido efectivas para contrarrestar su huella contaminante. Por otra parte las dependencias utilizadas por el Centro de la Mujer es la infraestructura más deficiente, por lo tanto, se queda con el último lugar promediando 1,1. Esto nos indica que existe una brecha enorme entre un edificio que cumple, en parte con las normas estudiadas anteriormente y otras que no cumplen, pero asimismo deja en evidencia que no existe al

menos un edificio que cumpla con la totalidad de los puntos solicitados en la encuesta y por ende con las normas estudiadas y expuestas en nuestro estudio. Lo anterior, deja a Chillán en deuda con la edificación sustentable, por tanto, queda aún mucho trabajo para lograr el objetivo propuesto por las autoridades.

5.2 Conclusiones

Para lograr una construcción sustentable, se debe romper con los esquemas tradicionales y los malos hábitos adquiridos por décadas de uso ineficiente de los recursos naturales. Para ello, cambiar la mentalidad de la industria y replantear las estrategias económicas es fundamental para priorizar el reciclaje por sobre la explotación de materias primas. Deberá fomentarse la utilización de sistemas constructivos y energéticos basados en productos y energías renovables.

En el escenario anterior, la humanidad está cada vez más consciente de la importancia, día a día más evidente, de que los aspectos medioambientales abarcan también el ciclo de vida de la edificación.

Luego de nuestra investigación sobre la edificación sustentable en infraestructura utilizada por instituciones del sector público en la ciudad de Chillán, descubrimos que ésta es deficiente y adicionalmente avanza a paso lento. Creemos firmemente que para lograr un óptimo funcionamiento sustentable en las construcciones de la ciudad, es condición *sine qua non* proporcionar, promocionar y hacer accesible la información al respecto.

Gracias a las encuestas que se realizaron a los colaboradores de las distintas dependencias de los edificios, pudimos darnos cuenta que el Estado, primer impulsor de la construcción sustentable y gran artífice del plan de certificaciones, no está cumpliendo con lo que solicita al resto de las entidades. Se hace imperativo realizar un plan de trabajo que contemple acelerar el proceso en la nueva región de Ñuble. Esperamos que esta investigación ayude en parte a tener una visión más clara sobre los puntos vitales que se deben mejorar.

Además, observamos que el personal encuestado no domina en detalle la información en referencia a la sustentabilidad del edificio, dejando en evidencia el

desconocimiento de una norma implementada por el Estado que se encuentra en vigencia a partir del año 2014.

Esperando que en un futuro próximo, nuestra región se identifique y sea impulsora del sello *Eco-Friendly*, no tan solo en edificaciones logrando incorporar para esto, viviendas y áreas verdes, para así ser pionera y encontrarse a la vanguardia de la sustentabilidad.

7. Anexos

Cumbre de la Tierra: este evento fue llevado a cabo en Rio de Janeiro el año 1992. Esta reunión se conformó por las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, en donde

se retomó la declaración de la conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente humano que fue aprobada en el año 1972. Se fijó un nuevo objetivo, el que tenía como fin establecer una nueva alianza mundial equitativa creando nuevos niveles de cooperación entre diferentes países. Es por ello que se establecieron 27 nuevos principios que deberán de ser cumplidos, en donde el desarrollo sustentable debe regir la economía.

Foro global ciudadano de Rio: este fue llevado a cabo en el año 1992, en el cual se firmaron en total 33 tratados, en donde uno de ellos corresponde al Tratado de educación ambiental hacia sociedades sustentables y de responsabilidad global. Este tratado plantea que la educación es un acto para transformar a la sociedad, inculcando el cuidado al medio ambiente.

Protocolo de Kioto: conferencia que se llevó a cabo en Kioto, Japón. En esta tercera conferencia se aprobó el Protocolo de Kioto, con vigencia desde el año 2008 al 2012. Este protocolo tiene como objetivo la reducción de la emisión de seis tipos de gases: Dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarburo (HFC), perfluorocarburo (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). La reducción de todos los gases mencionados, es obligatoria para todos los países participantes. Para los países desarrollados se estipula que la emisión de gases de efecto invernadero debe disminuir en un 5,4%. En cuanto a Estados Unidos, Japón y la Unión Europea, la emisión de gases debe de disminuir en un 7%, 6% y 8% respectivamente.

Acuerdo de París: conferencia llevada a cabo en París, Francia. En este evento, el nuevo acuerdo global fue aprobado, el cual será aplicado el año 2020. Este acuerdo, es conocido como el Acuerdo de París, el cual tiene como objetivo la reducción de emisiones de carbono en un corto plazo y mantener el calentamiento global bajo los 2 grados Celsius.

Bibliografía

Acciona, (s. f.) *Materiales de construcción no contaminantes*. Recuperado de <https://www.sostenibilidad.com/construccion-y-urbanismo/materiales-construccion-no-contaminantes/>

Agencia de sostenibilidad (s. f.) *Eficiencia energética: ¿qué es EE?* Recuperado de <https://www.acee.cl/eficiencia-energetica/que-es-ee/>

Basáez, P.; Campos, A. (2011) *Edificios públicos y espacio público*. Rescatado de <https://dearquitectura.uchile.cl/index.php/RA/article/view/26913>

Bobadilla, A. (2017) *El aporte de CYPICS a la región del Bío-Bío*. Recuperado de <https://www.cipycs.cl/2018/07/27/el-aporte-de-cipycs-a-la-region-del-bio-bio/>

Casas, P. (2013) Tesis: Análisis y recomendaciones para una construcción sustentable en edificios en general. Universidad Austral de Chile. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfic335a/doc/bmfic335a.pdf>

Certificación Edificio sustentable (2014) *Conoce la certificación*. Recuperado de <http://certificacionsustentable.cl/por-que-una-certificacion-de-sustentabilidad>

Consejo de la UE (2018) *Acuerdos internacionales sobre acción por el clima*. Recuperado de <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/climate-change/international-agreements-climate-action/>

Construcción sustentable, (s. f.) *Definiciones*. Recuperado de <http://csustentable.minvu.cl/definiciones/>

Cino, A. (2018) Fundación Chile. *¿Por qué Chile debe impulsar la producción y el consumo sustentable?* Rescatado de <https://fch.cl/por-que-chile-debe-impulsar-la-produccion-y-el-consumo-sustentable/>

CNNChile (2018) *El tiempo se acaba: expertos de la ONU advierten que planeta tiene hasta 2030 para frenar el cambio climático*. Recuperado de https://www.futuro360.com/videos/el-tiempo-se-acaba-expertos-de-la-onu-advierten-que-el-planeta-tiene-hasta-2030-para-frenar-el-cambio-climatico_20181008/

De Schiller, S.; Gomes da Silva, V.; Goijberg, N. y Treviño, C. (2003) Edificación sustentable: consideraciones para la calificación del hábitat construido en el contexto regional latinoamericano. *En avances en energías renovables y medioambiente*, vol. 7, impreso en Argentina.

Del Amo, C. (2015) *Gestión del agua y eficiencia hídrica*. Recuperado de <http://anavam.com/la-gestion-del-agua-y-eficiencia-hidrica/>

Eficiencia energética (s. f.) *Los desafíos de la construcción sustentable en Chile*. Recuperado de <http://www.eechile.cl/los-desafios-la-construccion-sustentable-chile/>

Expok, (2008) *Sustentabilidad y responsabilidad social: el problema de la basura*. Recuperado de <https://www.expoknews.com/sustentabilidad-y-responsabilidad-social-el-problema-de-la-basura/>

Fundación Chile (2017) *Informe final: estudio cuantitativo de sustentabilidad*. Recuperado de <https://fch.cl/wp-content/uploads/2018/05/Informe-Final-Estudio-Cuantitativo-Sustentabilidad-1.pdf>

Godoy, A. (2013) *Sustentabilidad cultural*. Recuperado de <http://www.udd.cl/medios-y-prensa/sustentabilidad-cultural/>

Huelsz, G. y Sierra, J. (2013) *Hacia edificaciones más sustentables*. *RDU Revista digital universitaria*, vol. 14, num. 9, México.

Madrid, H. (2016) *Los desafíos de construir de forma sustentable*. En *Ñuble construye de la Revista de la cámara chilena de la construcción*. Chillán, Chile.

Mánquez, T. (2015) *Análisis de ciclo de vida*. *Arquitectura y energía: portal de eficiencia energética y sostenibilidad en arquitectura y construcción*. Rescatado de <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/analisis-de-ciclo-de-vida/>

Municipalidad de Chillán (2016) *Promulga modificación plan regulador comuna de Chillán, región del Bío-Bío*. En *Diario oficial de la República de Chile*, num. 7458, Chillán, Chile.

Muñoz, Z.; Zaror, C.; Saelzer, G. y Cuchi, A. (2012) *Estudio del flujo energético en el ciclo de vida de una vivienda y su implicancia en las emisiones de gases de efecto invernadero, durante la fase de construcción Caso Estudio: Vivienda Tipología Social*. *Revista de la construcción* en Revista Scielo, vol. 11, num. 3. Región del Biobío, Chile.

Oficina verde (s.f.) *¿Qué es la sustentabilidad ambiental y por qué es importante para los negocios?* Recuperado de <http://www.responsabilidadsocial.net/que-es-la-sustentabilidad-ambiental-y-por-que-es-importante-para-los-negocios/>

ONU, (2018) *Cambio climático*. Recuperado de <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html>

Sostenibilidad (2016) *Análisis de ciclo de vida en la edificación sostenible (Parte 1)*. Recuperado de <http://aislamientosostenibilidad.es/analisis-ciclo-de-vida-en-la-edificacion-sostenible/>

UNEP, (2010) *Avances y progresos científicos en nuestro cambiante medioambiente*. Recuperado de <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7822/-UNEP%20Year%20Book%202010-2010917-spanish.pdf?sequence=11&isAllowed=y>

Zeppelin, C. (s. f.) *La importancia de una infraestructura sustentable*. Recuperado de <http://www.iconstruccion.cl/contenidos/opinion/la-importancia-de-una-infraestructura-sustentable>